



Produção Animal e Vegetal: Inovações e Atualidades

Organizadores

<https://doi.org/10.53934/9786599539633>

Jackson Andson de Medeiros

Carolina Madazio Niro

Jaelyson Max Pereira de Medeiros



AGRON FOOD
ACADEMY



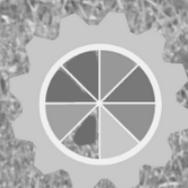
**I CONGRESSO BRASILEIRO DE
PRODUÇÃO ANIMAL E VEGETAL
ONLINE**

Organizadores

Jackson Andson de Medeiros

Carolina Madazio Niro

Jaelyson Max Pereira de Medeiros



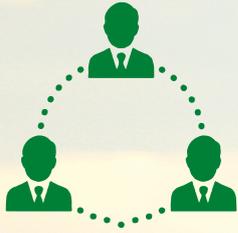
AGRON FOOD
ACADEMY



Venda proibida



Open access



Revisado por pares

EDITOR CHEFE

Jackson Andson de Medeiros

CORPO EDITORIAL

Carolina Madazio Niro

Jackson Andson de Medeiros

Jaelyson Max Pereira de Medeiros

REVISÃO FINAL

Jackson Andson de Medeiros

CAPA

Carolina Madazio Niro

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Produção animal e vegetal [livro eletrônico] :
inovações e atualidades : I Congresso Brasileiro
de Produção Animal e Vegetal. -- organizadores
Jackson Andson de Medeiros, Carolina Madazio Niro,
Jaelyson Max Pereira de Medeiros. -- Jardim do
Seridó, RN : Agron Food Academy, 2021.
PDF

Vários autores
ISBN 978-65-995396-3-3

1. Agricultura e tecnologias relacionadas
2. Adubação 3. Fisiologia 4. Irrigação 5. Nutrição
6. Produção vegetal 7. Zootecnia - Congressos
8. Zootecnia (Producao Animal) I. Medeiros, Jackson
Andson de. II. Niro, Carolina Madazio. III. Medeiros,
Jaelyson Max Pereira de.

21-90994

CDD-636.08206

Índices para catálogo sistemático:

1. Produção animal e vegetal : Congresso 636.08206

Maria Alice Ferreira - Bibliotecária - CRB-8/7964

Todas as opiniões e textos presentes neste livro são de inteira responsabilidade de seus autores e coautores.

DOI: <https://doi.org/10.53934/9786599539633>

**Agron Food Academy
agronfoodacademy.com**

CONSELHO EDITORIAL DO LIVRO

DR^a. CRISTIANE MARTINS VELOSO

DR^a. MARIANA MASSEO SALDANHA

ESP^a. ISAAC ARAÚJO GOMES

ME. JOSÉ LUCIVALDO TORQUATO CORDEIRO

ME. ANDREIA SANTOS DE LIMA

DR^a. MARIA BETÂNIA GALVÃO DOS SANTOS FREIRE

ESP^a. ÉRIK SERAFIM DA SILVA

DR^a. ELIZABETH SCHWEGLER ME.

CAMILO BRUNO FONSECA

DR^a. ANABELLE CAMAROTTI DE LIMA BATISTA

ME. JACKSON ANDSON DE MEDEIROS

ME. CAROLINA MADAZIO NIRO



APRESENTAÇÃO

Este livro reúne os trabalhos aprovados no I Congresso Brasileiro de Produção Animal e Vegetal, organizado pela Agron Food Academy.

Os trabalhos estão organizados nas modalidades de pesquisa e revisão de literatura distribuídos conforme os eixos temáticos do evento, que incluíram as áreas: Adubação, nutrição de plantas e manejo de irrigação, Fisiologia vegetal e pós-colheita de frutos, Forragicultura e pastagem, Genética e melhoramento animal, Identificação e controle de pragas, doenças e plantas invasoras, Nutrição animal, patologia e clínicas, Organismos do solo e insumos biológicos à agricultura, Pesquisa e desenvolvimento em alimentos de origem animal, Pesquisa e desenvolvimento em alimentos de origem vegetal, Produção animal e ambiente e Recursos pesqueiros e aquicultura.

Esperamos que apreciem a leitura dos trabalhos aqui apresentados!

Sumário

Capítulo 1	20
AVALIAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE NK NA PRODUÇÃO MILHO FERTIRRIGAÇÃO	
Jose Nnehanderson Freitas da Silva ¹ ; Bruna Mirelle Vicente Alves Freitas ² ; José Érico Gomes Da Silva ³ .	
Capítulo 2	30
DESENVOLVIMENTO DE BEBIDAS EM PÓ: COMPARAÇÃO SENSORIAL ENTRE DIFERENTES SABORES E COLÁGENOS	
Elke Shigematsu ¹ ; Karina Carvalho Sousa ² ; Raissa Carolini dos Santos ² ; Claudia Dorta ¹ ; Marie Oshiiwa ¹ ; Alda Maria Machado Bueno Otoboni ¹ ; Juliana Audi Giannoni ¹	
Capítulo 3	40
DOSES DE FÓSFORO E INOCULAÇÃO COM <i>Bradyrhizobium</i> NAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO FEIJÃO-CAUPI	
Jorge Bleno da Silva Verssiani ¹ ; Marco Antônio da Silva Verssiani ² ; Inácio Barbosa Borges ³ , Alisson Macendo Amaral ⁴ , Tainara da Silva Caixeta ⁵	
Capítulo 4	52
PRODUÇÃO DE SOJA NA REGIÃO SUDESTE PAULISTA, SAFRA 2020/21	
Everton Luis Finoto ¹ ; Sérgio Doná ² ; Vera Lúcia Nishijima Paes Barros ³ ; Marcelo Ticelli ⁴ ; Luiz Antonio Dias de Sá ⁵ ; José Luiz Bonatti ⁶ ; Maria Beatriz Bernardes Soares ⁷	
Capítulo 5	61
MICRONUTRIENTES PARA REDUÇÃO DO EFEITO ALELOPÁTICO DA CANOLA SOBRE A CULTURA DA SOJA	
Ana Paula Werkhausen Witter ¹ ; Ana Karoline Silva Sanches ¹ ; Lucas Matheus Padovese ¹ ; Daniel Nalin ¹ ; Matheus Luiz de Oliveira Freitas ¹ ; Daniela Ribeiro ¹ ; Rita De Albernaz-Gonçalves ³	
Capítulo 6	67
EFEITO DE DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO, DENSIDADES DE PLANTIO E PODA DO CACHO PARA CULTURA DA BANANA (<i>MUSA SPP. L.</i>)	
Marcelo Mota Magalhães ¹	
Capítulo 7	72
EFEITO DE ESTIMULANTES COMERCIAIS NA ACLIMATIZAÇÃO DE ORQUÍDEAS <i>Cattleya caulescens</i> (Lindl.) Van den Berg (ORCHIDACEAE)”	
Jusciléia Isabel Vieira da Paz ¹ ; Marília Maia de Souza ² ; Carlos Henrique Milagres Ribeiro ³ ; Roni Peterson Carlos ⁴ ; Thatyelle Cristina Bonifácio ⁵ ; Glauco Santos França ⁶ ; Queila Gouveia Tavares ⁷	
Capítulo 8	83
EFEITO DE SUBSTRATOS ISOLADOS E EM COMBINAÇÃO NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE MORANGUEIRO	
Bruno Pirolli ¹ , Juliana Martins de Lima ² , Bruna da Rosa Dutra ³ , Eivaldo de Sousa Costa Junior ⁴ , Carolina Müller Zimmermann ⁵ , Sabrina Baldissera ⁶ , Tatiane Chassot ⁷	

Capítulo 9 _____ **90**

ESTIMATIVA DA RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL EM FUNÇÃO DE FAIXAS DE AMPLITUDE TÉRMICA E PRECIPITAÇÃO PELO MODELO DE HARGREAVES E SAMANI

Bruno Marcos Nunes Cosmo¹; Glauber José de Castro Gava²; Tatiani Mayara Galeriani³; Adolfo Bergamo Arlanch⁴; Willian Aparecido Leoti Zanetti⁵

Capítulo 10 _____ **98**

INOCULAÇÃO DE SEMENTE DE MILHO COM *Azospirillum brasilense* ALTERA A RESPOSTA DA CULTURA A ADUBAÇÃO FOSFATADA?

Felipe Grisard Penteadó¹; Igor Kieling Severo²; Cleverson Augusto Legramante³; Rafael Peter Tomassoni³

Capítulo 11 _____ **108**

PRODUÇÃO DE SOJA NA REGIÃO NOROESTE E ALTA PAULISTA, SAFRA 2020/21

Everton Luis Finoto¹; Sérgio Doná²; Vera Lúcia Nishijima Paes Barros³; Marcelo Ticelli⁴; Luiz Antonio Dias de Sá⁵; José Luiz Bonatti⁶; Maria Beatriz Bernardes Soares⁷

Capítulo 12 _____ **115**

PRODUTIVIDADE DE PASTAGEM SOB DOSES E FONTES DE FERTILIZANTES NITROGENADOS COM EFICIÊNCIA AUMENTADA

Juliana Bonfim Cassimiro¹; Clayton Luís Baravelli de Oliveira²; Daniel da Silva Silveira³; Matheus Parra Belisario⁴; Ana Carolina Alves⁵

Capítulo 13 _____ **123**

PRODUTOS *PLANT BASED*: DEMANDA, DESAFIOS E TENDÊNCIAS

Flaviana Coelho Pacheco¹; Maria Clara Lima de Sousa Augusto²; Eliane de Fátima Teixeira³; Ana Flávia Coelho Pacheco⁴; Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior⁵

Capítulo 14 _____ **132**

ROCHAGEM: PRINCÍPIOS E RESULTADOS DA TÉCNICA COMO CORRETIVO

Tatiani Mayara Galeriani¹; Bruno Marcos Nunes Cosmo²; Sirlene Lopes de Oliveira³; Adolfo Bergamo Arlanch⁴; Willian Aparecido Leoti Zanetti⁵

Capítulo 15 _____ **142**

ARMAZENAMENTO REFRIGERADO COMO FORMA DE PROLONGAR A VIDA ÚTIL DE BULBOS DE CEBOLA: REVISÃO

Marcela Padilha Iastremski¹; Cristiane Hauck Wendel²

Capítulo 16 _____ **151**

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE MELÃO AMARELO MINIMAMENTE PROCESSADO SOB DIFERENTES RECOBRIMENTOS COMESTÍVEIS

Rodrigo Interaminense Pessoa¹; Adriana Ferreira dos Santos²; Júlia Medeiros Bezerra³; Rosenildo dos Santos Silva⁴; Alison dos Santos Oliveira⁵; Sara Morgana Felix de Sousa⁶; Jaqueline de Sousa Gomes⁷

Capítulo 17 _____ **161**

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE GRÃOS DE CAFEEIROS ENXERTADOS EM APOATÃ IAC 2258

Paula Cristina da Silva Souza¹; Adriana Novais Martins²; Patrícia Helena Nogueira Turco³; Humberto Sampaio de Araújo⁴; Eduardo Suguino⁵; Ricardo Firetti

Capítulo 18 _____ **168**

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA, BÍOQUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA PITAYA VERMELHA (*Hylocereus costaricensis*) MINIMAMENTE PROCESSADA ARMAZENADA SOB REFRIGERAÇÃO

Juliana Audi Giannoni¹, Kely Braga Imamura² Pedro Henrique Silva De Rossi³, Vanessa Bento Da Silva⁴, Sheila Satiko Yani⁴, Claudia Dorta¹, Monise de Souza Coelho⁴

Capítulo 19 _____ **178**

COMPARAÇÕES DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICAS SANITÁRIAS DE HORTIFRÚTIS DE FEIRAS LIVRES DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS: REVISÃO DE LITERATURA

Elke Shigematsu¹; Alcilene Grummt de Oliveira²; Jaqueline Cristina Batista de Paula Dantas²; Priscila Martins da Silva dos Santos Santana²; Marie Oshiiwa¹; Leandro Repetti¹; Silvana Pedroso de Góes-Favoni¹

Capítulo 20 _____ **185**

CONTROLE HORMONAL NO ENRAIZAMENTO E BROTAÇÃO ADVENTÍCIA: REVISÃO

Carlos Henrique Milagres Ribeiro¹; Renata Elisa Viol²

Capítulo 21 _____ **195**

ESTÁDIOS DE MATUREZAÇÃO E ARMAZENAMENTO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE CRAMBE

Hugo Tiago Ribeiro Amaro¹; Eduardo Fontes Araujo²; Roberto Fontes Araujo³; Andréia Márcia Santos de Souza David¹; Luiz Antônio dos Santos Dias²; Fabrício Wellington Souza Silva⁴; Josiane Cantuária Figueiredo⁵

Capítulo 22 _____ **203**

EVOLUÇÃO DA FISIOLÓGIA VEGETAL SEGUNDO CHARLES DARWIN: REVISÃO

Pedro Henrique Silva de Rossi¹; Juliana Audi Giannoni²

Capítulo 23 _____ **209**

APLICAÇÃO FOLIAR DE HIDRÓXIDO DE COBRE, ESCURECIMENTO DE FRUTOS E °BRIX DOS FRUTOS DE ATEMOIA

Caroline Pardine Cardoso¹; Felipe Giroto Campos²; Gustavo Ribeiro Barzotto³; Gabriel Maluf Napoleão⁴; Lauro Pontes de Campos⁵; Carmen Sílvia Fernandes Boaro⁶

Capítulo 24 _____ **218**

EXTRAÇÃO DA PROTEÍNA E ANÁLISE DOS PERFIS HEMAGLUTINANTE E ANTICOAGULANTE COM SANGUE HUMANO “O” POSITIVO, DE FRUTOS DA CASTANHOLA (*TERMINALIA CATAPPA LINN.*)

Ana Thaís Campos de Oliveira¹; Fernanda Tayla de Sousa Silva²; Luis Kenedy Alves Rocha Filho³; Otaniel Lima de Oliveira⁴; Renata Chastinet Braga⁵

Capítulo 25 _____ **228**

FATORES DE INFLUÊNCIA NA FLORAÇÃO, FRUTIFICAÇÃO E PEGAMENTO DE FRUTOS EM FRUTÍFERAS

James Matheus Ossacz Laconski¹; Paulo Henrique da Silva Nogueira²; Marcos Paulo Bertolini da Silva³.

Capítulo 26 _____ **247**

PERDAS PÓS-COLHEITA COMO DESAFIO PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL: REVISÃO

Vanessa Caroline de Oliveira¹, Mariana Cássia Silva², Fabrícia Queiroz Mendes³, Ronei Carlos de Oliveira⁴.

Capítulo 27 _____ **254**

POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES NA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS DE CLIMA TROPICAL

Warley Rafael Oliva Brandão¹; Andréia Márcia Santos de Souza David²; Josiane Cantuária Figueiredo³; Simônica Maria de Oliveira⁴; Fernando Henrique Batista Machado⁵; Joelma Carvalho Martins⁵

Capítulo 28 _____ **260**

PROTOCOLO DE DESINFESTAÇÃO PARA ESTABELECIMENTO *IN VITRO* DE GÉRBERAS

Tarcisio Rangel do Couto¹; João Sebastião de Paula Araujo

Capítulo 29 _____ **268**

RECONHECIMENTO E DIFUSÃO SOBRE AS PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS – PANC

Juliana Audi Giannoni¹; Raissa Carolini dos Santos²; Pedro Henrique Silva de Rossi³; Kely Braga Imamura⁴; Alda Maria Machado Bueno Otoboni¹; Elen Landgraf Guiguer¹; Elke Shigematsu¹

Capítulo 30 _____ **273**

RELAÇÃO PLANTA-MICRORGANISMOS ENDOFÍTICOS NA CULTURA DE TECIDOS VEGETAIS

Tarcisio Rangel do Couto¹; João Sebastião de Paula Araujo

Capítulo 31 _____ **283**

TERMORREGULAÇÃO EM FRANGOS DE CORTE

Agnaldo Margato Neto¹; Rodrigo Martins Ribeiro²; Júlia Marixara Sousa da Silva³; Stéfane Alves Sampaio⁴; Nadya Gabrielly Dias da Silva⁴; Lídia Caroline Ferreira Cruz¹; Cibele Silva Minafra⁵

Capítulo 32 _____ **299**

USO DE REVESTIMENTOS EM FRUTOS

Vanessa Caroline de Oliveira¹, Mariana Cássia Silva², Fabrícia Queiroz Mendes³

Capítulo 33 _____ **308**

ÁCIDO ASCÓRBICO NO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE CAMPIM-MARANDU SOB ESTRESSE HÍDRICO

Cleisson Dener da Silva¹; Andréia Márcia Santos de Souza David²; Dorismar David Alves²; Edileuza dos Reis Souza Conceição¹; Eliene Almeida Paraizo³; Larissa Medeiros Soares⁴; Josiane Cantuária Figueiredo⁵

Capítulo 34 _____ **315**

CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E PRODUTIVAS DE *Megathyrsus maximus* cv. MOMBAÇA E cv. ARUANA SOB DIFERENTES NÍVEIS DE FÓSFORO

Lorrayne Guimarães Bavaresco¹; Juliana de Carvalho Ferreira²; Alessandra Ferreira Ribas³

Capítulo 35 _____ **326**

CONSORCIAÇÃO DE GRAMÍNEAS E LEGUMINOSAS: REVISÃO DE LITERATURA

Maria Isabela Moreira Silva¹; Felipe Almeida Soares²; Joice Fátima Moreira Silva³; Guilherme Alves do Val⁴; João Carlos de Carvalho Almeida⁵

Capítulo 36 _____ **335**

ÉPOCA DE COLHEITA E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE CAPIM-BUFFEL

Ana Rita Martins de Souza¹; Josiane Cantuária Figueiredo²; Andréia Márcia Santos de Souza David³; Cleisson Dener da Silva⁴; Dorismar David Alves³; Rebeca Alves Nunes Silva¹; Hugo Tiago Ribeiro Amaro³

Capítulo 37 _____ **342**

BIOTECNOLOGIAS APLICADAS AO PARASITISMO

Isabela de Almeida Cipriano^{1*}; Giordani Mascoli de Favare¹; Mateus Oliveira Mena¹; Tábata Alves do Carmo¹; Gabriel Jabismar Guelpa¹; Ricardo Velludo Gomes de Soutello²

Capítulo 38 _____ **346**

CONTROLE ALTERNATIVO DE ANTRACNOSE E PODRIDÕES PÓS-COLHEITA EM FRUTOS DE GOIABA ORGÂNICA

Juliana Altafin Galli¹; Maria Beatriz Bernardes Soares; Marcos Doniseti Michelotto; Ivan Herman Fischer²

Capítulo 39 _____ **356**

ESTRUTURA DOS BANCOS DE GERMOPLASMA E SUA INTEGRAÇÃO NOS PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO

Nágela Maria Henrique Mascarenhas¹; Dermeval Araújo Furtado²; Luís Paulo Firmino Romão da Silva¹; Lídia Paloma da Silva Nogueira³; José Antônio Pires da Costa Silva⁴; Mailson Gregório Gonçalves³; Semirames do Nascimento Silva¹

Capítulo 40 _____ **363**

IMOBILIDADE TÔNICA: ESTRATÉGIA DEFENSIVA DOS ANIMAIS DOMÉSTICOS CONTRA POSSÍVEIS PREDADORES

Joselice da Silva Pereira¹; Cassiane Gomes dos Santos²; Joashlenny Alves de Oliveira³; Marcela Ramos Duarte²; Luccas Ociécio⁵

Capítulo 41 _____ **372**

MELHORAMENTO GENÉTICO DE PEIXES NO BRASIL: UMA REVISÃO

Diana Carla Fernandes Oliveira¹; Pedro Massahiro de Matos Murata²; Francielly Corrêa Albergaria³; Jeferson Gomes Clementino⁴; Anderson Henrique Venâncio⁵; Maria Emília de Sousa Gomes⁶; Rilke Tadeu Fonseca de Freitas⁷

Capítulo 42 _____ **382**

OVOS DE CODORNAS: UMA ALTERNATIVA NUTRICIONAL QUE TEM CONQUISTADO A MESA DOS MAIS EXIGENTES CONSUMIDORES

Marcela Ramos Duarte¹; Luccas Ociécio²; Joashlenny Alves de Oliveira³; Joselice da Silva Pereira⁴; Cassiane Gomes dos Santos⁵

Capítulo 43 _____ **390**

SELEÇÃO DE ANIMAIS RESISTENTES AO PARASITISMO

Isabela de Almeida Cipriano^{1*}; Giordani Mascoli de Favare¹; Mateus Oliveira Mena¹; Tábata Alves do Carmo¹; Gabriel Jabismar Guelpa¹; Caio Vinicius da Silva Teixeira²; Ricardo Velludo Gomes de Soutello³

Capítulo 44 _____ **397**

ATIVIDADE BIOFUNGICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Lavandula dentata* CONTRA *Macrophomina phaseolina*

Ana Rosa de Figueiredo^{1*}; Leirson Rodrigues da Silva¹; Milena Maria Tomaz de Oliveira²; Thayane Rabelo Braga Farias³; Renata de Almeida Freitas³; Lilia Aparecida Salgado de Morais⁴

Capítulo 45 _____ **402**

GRAU DE INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS

Ana Karoline Silva Sanches¹; Ana Paula Werkhausen Witter²; Lucas Matheus Padovese³ Daniel Nalin⁴ Matheus Luiz de Oliveira Freitas⁵ Daniela Ribeiro⁶ Jamil Contantin⁷

Capítulo 46 _____ **409**

CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NAS BRÁSSICAS: REVISÃO

Cristiane Hauck Wendel¹; Marcela Padilha Iastremski²

Capítulo 47 _____ **418**

EFEITO DOS ELEMENTOS MINERAIS A EFICIÊNCIA DE HERBICIDAS EM PLANTAS

Ana Paula Werkhausen Witter¹; Ana Karoline Silva Sanches¹; Daniel Nalin¹; Lucas Matheus Padovese¹; Daniela Ribeiro¹; Júlia Pedroso Dias²; Rita De Albernaz-Gonçalves³

Capítulo 48 _____ **426**

EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE POMARES JOVENS DE LIMA ÁCIDA TAHITI EM RESPOSTA AO MANEJO DE PLANTAS DANINHAS.

Maria Beatriz Bernardes Soares¹; Juliana Altafin Galli; Maria Izabela Ferreira²; Monica Helena Martins³; Isadora de Azeredo; José de Anchieta Alves de Albuquerque⁴; Silvano Bianco⁵

Capítulo 49 _____ **436**

BIOLOGIA E MANEJO DE *Eleusine indica*

Ana Karoline Silva Sanches¹; Ana Paula Werkhausen Witter²; Daniel Nalin³; Lucas Matheus Padovese⁴ Matheus Luiz de Oliveira Freitas⁵ Daniela Ribeiro⁶ Jamil Contantin⁷

Capítulo 50 _____ **443**

MÉTODOS DE CONTROLE NO MANEJO DE *CYPERUS ROTUNDUS* NA HORTICULTURA

Richardson Fernandes de Souza¹, Luan Mateus Silva Donato², Guilherme Augusto de Paiva Ferreira³, George Lucas Pereira Menezes⁴, Nicolle de Oliveira Soares⁵, Leonardo David Tuffi Santos⁶

Capítulo 51 _____ **455**

MÉTODOS DE ESTERILIZAÇÃO NA TÉCNICA DO INSETO ESTÉRIL

Euvaldo de Sousa Costa Junior¹; Sabrina Baldissera²; Bruno Pirolli³; Carolina Müller Zimmermann⁴; Bruna da Rosa Dutra⁵; Adriel da Silva Alves⁶; Tatiane Chassot⁷

Capítulo 52 _____ **465**

ACÇÃO CICATRIZANTE DA INFUSÃO DE FOLHAS DE PATA-DE-VACA (*Bauhinia forficata*) SOBRE FERIDA ORTOPÉDICA EM BOVINO DE LEITE

Stefanie Bressan Waller¹; Karina Affeldt Guterres²; Cristine Cioato da Silva³; Débora de Campos Añaña⁴; Sílvia Regina Leal Ladeira⁵; Charles Martins Ferreira⁶; Marlete Brum Cleff⁷

Capítulo 53 _____ **476**

ÁCIDOS GRAXOS POLIINSATURADOS NA DIETA DE CÃES E SUA INFLUÊNCIA SOBRE O PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA RETINA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Giovane Krebs¹; Bianca de Oliveira Brum²; Ariane Miranda³; Maria Sara Cabrera Mendéz⁴; Caroline Fredrich Dourado Pinto¹; Inês Andretta⁵; Luciano Trevizan⁵

Capítulo 54 _____ **486**

AVALIAÇÃO VISUAL DE BOVINOS DE CORTE: REVISÃO

Anna Carolina de Carvalho Ribeiro¹; Rondineli Pavezzi Barbero²

Capítulo 55 _____ **491**

BENEFÍCIOS NUTRICIONAIS DA INCLUSÃO DE MICROALGAS NA ALIMENTAÇÃO DE NÃO-RUMINANTES

Camilla Mariane Menezes Souza¹; Gislaine Cristina Bill Kaelle¹; Lucélia de Moura Pereira¹; Taís Silvino Bastos¹; Simone Gisele de Oliveira²; Ananda Portella Félix²

Capítulo 56 _____ **501**

COMO O MANEJO DAS PLANTAS DANINHAS IMPACTA O DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE POMARES JOVENS DE LIMA ÁCIDA TAHITI.

Maria Beatriz Bernardes Soares¹; Juliana Altafin Galli; Maria Izabela Ferreira²; Monica Helena Martins³; Ana Carolina Oliveira; Bruna Beatriz Correia⁴; Silvano Bianco⁵

Capítulo 57 _____ **512**

EFEITO DA FIBRA ALIMENTAR SOBRE O DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS MORFO-HISTOLÓGICAS DA MUCOSA INTESTINAL DE COELHOS

Lays de Oliveira Silva¹; Luiz Fernando Rocha Botelho²; Hérick Pachêco Rodrigues³; Taylan Andrade Silva⁴; Jacqueline Alves Morais⁵; Felipe César de Araújo Machado⁶

Capítulo 58 _____ **519**

INCLUSÃO DE LEVEDURAS E SEUS COMPONENTES EM DIETAS DE ANIMAIS NÃO-RUMINANTES

Gislaine Cristina Bill Kaelle¹; Camilla Mariane Menezes Souza¹; Taís Silvino Bastos¹; Ananda Portella Félix²

Capítulo 59 _____ **526**

MACRO E MICROMINERAIS EM GADO DE CORTE E LEITE, SUÍNOS E AVES DE CORTE E POSTURA

James Matheus Ossacz Laconski¹; Paulo Henrique da Silva Nogueira²

Capítulo 60 _____ **541**

MICROBIOTA E A RELAÇÃO COM IMUNIDADE E ÍNDICES DE DESEMPENHO EM SUÍNOS: REVISÃO

Caroline Romeiro de Oliveira¹; Camila Lopes Carvalho²; Alexandre Bonadiman Mariani³; Gabriela Miotto Galli⁴; Ines Andretta⁵

Capítulo 61 _____ **552**

MISTURA MINERAL OU CLORETO DE SÓDIO EM SUPLEMENTOS PARA BOVINOS DE CORTE NA TERMINAÇÃO EM PASTEJO

Dorismar David Alves¹; Jamille Tayenne Estevão Silva²; Adriano Mendes Vasconcelos³; Gabriel Carvalho Rezende Velasquez Santos⁴; Janiquele Soares Silva Batista²; Bianca Rodrigues Domingos⁵; Gabriel Santos Souza David⁶

Capítulo 62 _____ **560**

PRINCIPAIS DESAFIOS QUE AFETAM A SAÚDE INTESTINAL DAS AVES

Lídia Caroline Ferreira Cruz¹; Stéfane Alves Sampaio²; Thiago Ferreira Costa³; Samantha Leandro de Sousa Andrade Alexandrino⁴; Christiane Silva Souza⁵; Kelly Fernanda Borges⁶; Cibele Silva Minafra⁷

Capítulo 63 _____ **570**

RAÇA E SEXO: EFEITOS NO DESEMPENHO DE BOVINOS DE CORTE EM CONFINAMENTO

Eduarda Caroline Kichel Cuff¹; Anna Claudia Cardoso Paimel¹; Jenifer Santos de Matos²; Rodrigo Schaurich Mativi Righi²; Carla Heloisa Avelino Cabral³; Carlos Eduardo Avelino Cabral³

Capítulo 64 _____ **577**

RELAÇÃO DO BEM-ESTAR E A SANIDADE NA AVICULTURA

Tatiana Marques Bittencourt¹; Guilherme Resende de Almeida²; Jean Kaique Valentim³; Alexander Alexandre de Almeida⁴; Debora Duarte Moraleco⁵; Heder José D'Avila Lima⁶; Diego Pierotti Procopio⁷

Capítulo 65 _____ **587**

***Schinus terebinthifolius* Raddi, UM ANTIOXIDANTE NATURAL COMO FONTE ANTIVIRAL E SEU USO COMO ADITIVO FITOGÊNICO EM RAÇÕES DE ANIMAIS**

Istefany Florido Mendes Lopes¹; Thais Borges Carmona²; Daniela Barros de Oliveira³

Capítulo 66 _____ **595**

SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO DE PRECISÃO PARA SUÍNOS

Maria Sara Cabrera Mendéz¹; Graziela Alves da Cunha Valini¹; Alcía Zem Fraga¹; Larissa Gonçalves Barbosa²; Ismael França¹; Ines Andretta³; Luciano Hauschild⁴

Capítulo 67 _____ **605**

SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR PARA BOVINOS DE CORTE

Bruna Martins Machado¹; Deise Dalazen Castagnara²; Édipo Alex Malavolta Ramão³

Capítulo 68 _____ **613**

SUPLEMENTAÇÃO NA ÉPOCA DAS ÁGUAS: REVISÃO

Anna Carolina de Carvalho Ribeiro¹; Rondineli Pavezzi Barbero²

Capítulo 69 _____ **620**

TERMOGÊNICOS UTILIZADOS NA NUTRIÇÃO DE AVES

Lídia Caroline Ferreira Cruz¹; Stéfane Alves Sampaio²; Nadya Gabrielly Dias da Silva³; Julia Marixara Sousa da Silva⁴; Herman Leonardo Lopes Maia Júnior⁵; Fabiana Ramos dos Santos⁶; Cibele Silva Minafra⁷

Capítulo 70 _____ **637**

TORTA DE LICURI (*Syagrus coronata*) NA ALIMENTAÇÃO DE CORDEIRAS DE DESCARTE: FATORES QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS DOS COMPONENTES DA CARCAÇA

Karenina Melo Miranda Oliveira¹; Débora Chaoui Pimenta dos Santos²; José Augusto Gomes Azevêdo³; João Pedro Souza Santana⁴; Everton do Patrocínio da Silva⁵; Lígia Lins Souza⁶

Capítulo 71 _____ **644**

USO DE PROBIÓTICOS NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS: REVISÃO

Caroline Romeiro de Oliveira¹; Alexandre Bonadiman Mariani²; Camila Lopes Carvalho³; Gabriela Miotto Galli⁴; Ines Andretta⁵

Capítulo 72 _____ **653**

UTILIZAÇÃO DA MANDIOCA (*Manihot esculenta*) NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE: REVISÃO

¹Simone Jales de Barros Diniz; ¹Diego Pontes Soares; ¹Denise Damasio Cavalcante; ¹Raiane Carneiro Feitosa; ¹Ana Luísa Costa Martins; ²Maiza Araújo Cordão

Capítulo 73 _____ **658**

ZINGIBER OFFICINALE NAS RAÇÕES PARA CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA: REVISÃO

Stéfane Alves Sampaio¹; Júlia Marixara Sousa da Silva²; Roger Freitas Soares³; Nadya Gabrielly Dias da Silva⁴; Alison Batista Vieira Silva Gouveia⁵; Fabiana Ramos dos Santos⁶; Cibele Silva Minafra⁷

Capítulo 74 _____ **671**

AVALIAÇÃO DOS CONSUMIDORES DE ALIMENTOS ORGÂNICOS E CONVENCIONAIS QUANTO AO CONHECIMENTO DA UTILIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS

Pedro Henrique Silva de Rossi¹; Juliana Audi Giannoni²; Jaqueline Pletsch Santos¹; Gisele Pereira Paes¹

Capítulo 75 _____ **681**

QUITOSANA COMO POTENCIAL BIOPOLÍMERO NO REVESTIMENTO DE SEMENTES ORGÂNICAS: O CENÁRIO ATUAL NO BRASIL

José Narciso Francisco da Silva Filho¹; Anabelle Camarotti de Lima Batista²

Capítulo 76 _____ **689**

TENDÊNCIAS DA BIOTECNOLOGIA EM BUSCA DE UMA AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL

Tamires Saldanha de Souza¹; Augusto Hauber Gameiro²

Capítulo 77 _____ **700**

A MARKET STUDY ON THE QUALITY CHARACTERISTICS OF EGGS FROM DIFFERENT ESTABLISHMENTS

Paula Gabriela da Silva Pires¹; Caroline Bavaresco²

Capítulo 78 _____ **707**

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DO LEITE COMERCIALIZADO EM MUNICÍPIOS DO AGRESTE MERIDIONAL DE PERNAMBUCO

Bruna Mirelle Vicente Alves Freitas¹; Jose Nnehanderson Freitas da Silva²

Capítulo 79 _____ **713**

**APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA 3D EM ALIMENTOS DE ORIGEM ANIMAL:
REVISÃO**

Ana Paula Rodrigues dos Santos¹; Ana Luiza Castro dos Santos²

Capítulo 80 _____ **720**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE REQUEIJÃO CREMOSO COM POLPA
DE FRUTAS**

Aline Finatto Alves¹; Márcia Liliane Rippel Silveira²; Andréia Cirolini³; Vanessa Pires da Rosa⁴

Capítulo 81 _____ **726**

**CONTEXTUALIZAÇÃO INTERGERACIONAL QUANTO AOS HÁBITOS DE
CONSUMO E À DECISÃO DE COMPRA DE LEITES**

Flavia Maria Vasques Farinazzi-Machado¹; Renata Bonini Pardo²; Wilson Chagas Gouveia³; Mariana Tomoko Gohara Matsuda⁴; Henrique Queiroz Paula⁵; Laisa Cristiana Gonçalves Ruiz⁶; Cauê Vicentini Ruiz⁷

Capítulo 82 _____ **736**

EFEITO DO ULTRASSOM NO PROCESSAMENTO DE IOGURTE: REVISÃO

Letícia Bruni de Souza¹; Ana Flávia Coelho Pacheco²; Arthur Pompilio da Capela³; Alécia Daila Barros Guimarães⁴; Lorena Soares Xavier⁵; Jeferson Silva Cunha⁶; Bruno Ricardo de Castro Leite Junior⁷

Capítulo 83 _____ **743**

**EFEITOS DA COVID-19 SOBRE A PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE OVOS
DE GALINHA EM BOA VISTA-RR**

Regina Tie Umigi¹; Gleidson Charles Oliveira Costa²; Márcia Lima Pinheiro²; Ingrid Lemos Soares²

Capítulo 84 _____ **752**

EFEITOS DOS ÁCIDOS GRAXOS TRANS NA SAÚDE

Thaís Fukui de Sousa¹; Mahyara Markievicz Mancio Kus-Yamashita²

Capítulo 85 _____ **759**

**ESTUDO DE REVISÃO DE LITERATURA DO 5-HIDROXIMETILFURUFURAL EM
MEL**

Davi Perini Temerloglou¹; Cristiane Bonaldi Cano²

Capítulo 86 _____ **770**

INSETOS NA ALIMENTAÇÃO HUMANA

Heloisa de Fátima Mendes Justino¹; Fabio Ribeiro dos Santos²; Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior³

Capítulo 87 _____ **779**

MATURAÇÃO DE QUEIJO DE COALHO COM VINHOS

Débora Oliveira Lemos¹; Carolina Natalie Fontes Arôxa²; Karina Magna Macena Leão³; Tatiana Pacheco Nunes⁴; Narendra Narain⁵; Lília Calheiros de Oliveira Barretto⁶

Capítulo 88 _____ **789**

PANORAMA DE EXPORTAÇÃO DE CARNE SUÍNA ENTRE 2016 e 2020

Jacqueline Alves Moraes¹; Felipe César de Araújo Machado²; Héric Pachêco Rodrigues³; Taylan Andrade Silva⁴; Lays de Oliveira Silva⁵; Luiz Fernando Rocha Botelho⁶

Capítulo 89 _____ **798**

PERFIL DE CONSUMO DE PRODUTOS À BASE DE PESCADO

Andressa Gonçalves de Santana¹; Leidiana Elias Xavier²; Maria Ester Maia Evangelista³; Mateus Gonçalves Silva⁴; Tiago da Nóbrega Albuquerque⁵; Thamirys de Luna Souza⁶; Wisla Kívia de Araújo Soares⁷

Capítulo 90 _____ **806**

PERFIL DO CONSUMIDOR BRASILEIRO E FATORES QUE INFLUENCIAM NO CONSUMO DE CARNE OVINA E SEUS DERIVADOS: UMA REVISÃO

Beatriz da Silva Monteiro¹; Elizângela Nunes Borges²; Silas Macedo Sales Machado³

Capítulo 91 _____ **816**

PROCESSAMENTO DE QUEIJO PRÉ-COZIDO MATURADO

Everton Oliveira Casseiro Aragão¹; Carolina Natalie Fontes Arôxa²; Acenini Lima Balieiro³; Tatiana Pacheco Nunes⁴; Lília Calheiros de Oliveira Barretto⁵

Capítulo 92 _____ **825**

QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL DE SORVETE SABOR CAJÁ COM SUBSTITUIÇÃO DO AÇÚCAR POR MEL

Lídia Paloma da Silva Nogueira¹, Bruno Ranieri Lins de Albuquerque Meireles², Dayanne Kelly Pereira Abreu³, Rosenildo dos Santos Silva¹, Moisés Sesion de Medeiros Neto¹, Morgana Aragão Araújo⁴, Nágela Maria Henrique Mascarenhas⁴

Capítulo 93 _____ **832**

SORO DO LEITE DE CABRA: IMPORTÂNCIA PARA O PEQUENO PRODUTOR

Fabio Ribeiro dos Santos¹; Heloisa de Fátima Mendes Justino²; Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior³

Capítulo 94 _____ **840**

SORO DO LEITE: QUALIDADE NUTRICIONAL, TÉCNICO-FUNCIONALIDADE E POTENCIAL BIOLÓGICO

Lorena Soares Xavier¹; Jeferson Silva Cunha²; Ana Flávia Coelho Pacheco³; Arthur Pompilio da Capela⁴; Isabela Soares Magalhães⁵; Bruno Ricardo de Castro Leite Junior⁶

Capítulo 95 _____ **848**

TECNOLOGIAS EMERGENTES PARA O PROCESSAMENTO DE PESCADO: REVISÃO

Francielly Corrêa Albergaria¹; Cláudia Daniela Ramirez Pinchi²; Diana Carla Fernandes Oliveira³; Pedro Massahiro de Matos Murata⁴; Jeferson Gomes Clementino⁵; Maria Emília de Sousa Gomes⁶; Alcinéia de Lemos Souza Ramos⁷

Capítulo 96 _____ **859**

ADIÇÃO DE FRUTAS NA PRODUÇÃO DE CERVEJA: REVISÃO

Aline Finatto Alves¹; Márcia Liliane Rippel Silveira²; Vanessa Pires da Rosa³, Andréia Cirolini⁴

Capítulo 97 _____ **870**

ANÁLISE DOS IMPACTOS DO DÉFICIT HÍDRICO NO METABOLISMO DA SACAROSE EM FRUTOS DE TOMATEIRO

Miguel Gabriel Moraes Santos¹; Ana Cláudia Oliveira Barbosa²; Dilson Sousa Rocha Júnior³; Glaucia Carvalho Barbosa Silva²; Paulo Henrique Gomes Alves de Oliveira²; Nathiele Santos Araújo¹; Márcio Gilberto Cardoso Costa⁴

Capítulo 98 _____ **880**

USO DE AGENTES DE PRÉ-TRATAMENTO NA AGRICULTURA: UMA REVISÃO

Micaelle Ribeiro dos Santos Gomes¹; Francisco Dalton Barreto de Oliveira²; Marta Laura Noronha da Silva Gonçalves³; Camila ribeiro dos Santos Gomes⁴; Lineker de Sousa Lopes⁵; Humberto Henrique de Carvalho⁶

Capítulo 99 _____ **892**

ANALYSIS OF THE PACKAGING LABELS OF CREAM CRACKER ADDED WITH CASHEW NUTS

Cristiano Silva da Costa¹; Neliane Pereira do Nascimento²; Luana Maria Alves de Medeiros³; Leiliane da Fonseca Lima Herculano³; Paulo Henrique Machado de Sousa⁵

Capítulo 100 _____ **903**

APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO DE PARTES NÃO CONVENCIONAIS DE PRODUTOS DE ORIGEM VEGETAL

Bianca Ferreira Augustinho¹; Ellen Godinho Pinto²; Tulio Henrique Batista da Silva³

Capítulo 101 _____ **911**

AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE CULTIVARES DE SOJA NO VALE DO PARANAPANEMA PAULISTA, SAFRA 2020/2021.

Sergio Doná¹; Ricardo Augusto Dias Kanthack²; Márcia Marise de Freitas Cação Rodrigues²; Julia França Guido³; Everton Luis Finoto⁴

Capítulo 102 _____ **919**

AVALIAÇÃO DO TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS NO CAULE, FOLHA E FRUTO “ORA-PRO-NOBIS” (*Pereskia aculeata* Miller)

Ariane Cristina de Almeida Ciríaco¹, Ricardo de Moraes Mendes ² e Vania Silva Carvalho³

Capítulo 103 _____ **925**

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE DOCE ELABORADO COM TOMATE E MAÇÃ SEM ADIÇÃO DE AÇÚCAR

Mônica Aparecida Campos Ferreira; Ellen Godinho Pinto; Bianca Ferreira Augustinho³; Ana Paula Stort Fernandes⁴; Wiaslan Figueiredo Martins⁵; Dayana Silva Batista Soares

Capítulo 104 _____ **933**

CADEIAS PRODUTIVAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA AGROENERGIA NO NORTE DO BRASIL: LIMITANTES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Caio Felipe Cavalcante Dantas¹; Cibelle Christine Brito Ferreira²; Rosilene Da Costa Porto de Carvalho³; Flávia Naiane de Macedo Santos⁴

Capítulo 105 _____ **940**

LIMITAÇÕES E OPORTUNIDADES NO DESEMPENHO DA CADEIA PRODUTIVA DO CÔCO BABAÇU

Cibelle Christine Brito Ferreira¹; Flávia Oliveira dos Santos Lustosa²; Tito Rodrigues Lustosa³, Rosilene da Costa Porto de Carvalho⁴, Caio Felipe Cavalcante Dantas⁵, Clauber Rosanova⁶

Capítulo 106 _____ **950**

COMPOSIÇÃO BIOATIVA E ATIVIDADES BIOLÓGICAS DO NONI: REVISÃO

Leirson Rodrigues da Silva¹; Ana Rosa de Figueiredo¹; Milena Maria Tomaz de Oliveira²; Thayane Rabelo Braga Farias³; Renata de Almeida Freitas³

Capítulo 107 _____ **958**

**ESTABILIDADE AERÓBICA DE FARELO DE GLÚTEN DE MILHO ÚMIDO
ADITIVADO COM TIMOL**

Lucelia de Moura Pereira¹; Camilla Mariane Menezes Souza¹; Denise Volpi¹; Gabriela Letícia Delay Vigne¹; Ariadne Pegoraro Mastelaro¹; Queila Gouveia Tavares¹; Maity Zopollatto²

Capítulo 108 _____ **963**

FATORES CLIMÁTICOS NO CULTIVO DA BANANEIRA

Cristiane Hauck Wendel¹; Marcela Padilha Iastremski²

Capítulo 109 _____ **970**

FERMENTADO DE FRUTA: REVISÃO

Márcia Liliâne Rippel Silveira¹; Cláudia Kaehler Sautter²; Aline Finatto Alves³; Andréia Cirolini⁴; Vanessa Pires da Rosa⁵

Capítulo 110 _____ **978**

FRAUDES EM AZEITE DE OLIVA

Mahyara Markievicz Mancio Kus-Yamashita¹; Veronika Homma²

Capítulo 111 _____ **985**

**IMPORTÂNCIA ECONÔMICA RELACIONADA A PRODUÇÃO DE MARACUJÁ
AMARELO (*PASSIFLORA EDULIS F. FLAVICARPA*) NO NORDESTE**

Wellyson Journey dos Santos Silva¹; Enrile de Matos Azevedo²; Cícera Gomes Cavalcante de Lisboa³

Capítulo 112 _____ **991**

**INFLUÊNCIA DO PRÉ-TRATAMENTO DA MATÉRIA-PRIMA E TIPO DE
ADOÇANTE SOBRE AS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LICORES DE
MANGA (*Mangifera indica* L.)**

Luiz Eduardo Pereira¹, Emanuel Neto Alves de Oliveira², Pedro Victor Crescêncio de Freitas³, Bruno Fonsêca Feitosa⁴, Elisabete Piancó de Sousa²

Capítulo 113 _____ **997**

**O PODER ANTIOXIDANTE DE COMPOSTOS FENOLICOS PRESENTE EM
ESPÉCIES VEGETAIS E SUA AÇÃO SOBRE A PRESSÃO ARTERIAL**

Thais Borges Carmona¹; Istefany Florido Mendes Lopes²; Daniela Barros de Oliveira³; Fernanda Antunes⁴

Capítulo 114 _____ **1005**

O USO DA LEUCENA NA DIETA DE DIFERENTES ANIMAIS: REVISÃO

Tatiane Barreto de Carvalho¹

Capítulo 115 _____ **1016**

**OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS EM
CEBOLA ROXA (*Allium Cepa* L.) UTILIZANDO PROCESSO ASSISTIDO POR
ULTRASSOM**

Tatiane Jéssica Siebeneichler¹; Elder Pacheco da Cruz²; Felipe Nardo dos Santos³; Elessandra da Rosa Zavareze⁴; Cesar Valmor Rombaldi⁵; Alvaro Renato Guerra Dias⁶; Adriana Dillenburg Meinhart⁷

Capítulo 116 _____ **1026**

PEPTÍDEOS BIOATIVOS: OBTENÇÃO E PROPRIEDADES BIOLÓGICAS

Jeferson Silva Cunha¹; Arthur Pompilio da Capela²; Alécia Daila Barros Guimarães³; Isabela Soares Magalhães⁴; Letícia Bruni de Souza⁵; Lorena Soares Xavier⁶; Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior⁷

Capítulo 117 _____ **1036**

PERESKIA ACULEATA MILLER (ORA-PRO-NÓBIS): BENEFÍCIOS À SAÚDE E POTENCIAL PARA USO EM PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

Isabela Soares Magalhães¹; Alécia Daila Barros Guimarães²; Letícia Bruni de Souza³; Ana Flávia Coelho Pacheco⁴; Lorena Soares Xavier⁵; Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior⁶

Capítulo 118 _____ **1045**

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E SISTEMA DE PRODUÇÃO DA CULTURA DA CEBOLA: REVISÃO

Marcela Padilha Iastremski¹; Cristiane Hauck Wendel²

Capítulo 119 _____ **1053**

PRODUÇÃO DE HIDROMEL POR *Saccharomyces cerevisiae* (LALVIN RC 212) COM EXTRATO DE FARELO DE TRIGO (*Triticum sp.*)

Hevelynn Franco Martins¹; Kayque Frota Sampaio²; Sílvia Maria Almeida de Souza³; Ernesto Acosta Martinez⁴.

Capítulo 120 _____ **1062**

PRODUÇÃO DE SOJA NA REGIÃO NORDESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, SAFRA 2020/21

Everton Luis Finoto¹; Monica Helena Martins²; Isadora de Azeredo Freitas³; Sandra Helena Unêda-Trevisoli⁴; Paulo Boller Gallo⁵; Sérgio Doná⁶; Maria Beatriz Bernardes Soares⁷

Capítulo 121 _____ **1070**

PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE CERVEJAS ARTESANAIS COM ADIÇÃO DE FRAMBOESA VERMELHA (*Rubus idaeus* L.)

Aline Finatto Alves¹, Márcia Liliane Rippel Silveira², Suelem Lima da Silva³, Vanessa Pires da Rosa⁴, Andréia Cirolini⁵

Capítulo 122 _____ **1078**

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE COOKIES COM FARINHA DA AMÊNDOA DE CHICHÁ.

Ezequiel Victor Nogueira de Souza¹; Silvania Lopes da Silva²; Edinilda de Souza Moreira³; Jéssica Souza Coqueiro⁴; Luciano Bertollo Rusciollelli⁵; Lucas Britto Landim⁶

Capítulo 123 _____ **1087**

QUALIDADE DE POLPAS MISTAS A BASE DE FRUTAS, HORTALIÇAS E INGREDIENTES FUNCIONAIS

Sara Morgana Felix de Sousa¹; Adriana Ferreira dos Santos²; Júlia Medeiros Bezerra³; Rosenildo dos Santos Silva⁴; Alison dos Santos Oliveira⁵; Maria Eduarda Paz de Lima⁶; Jaqueline de Sousa Gomes⁷

Capítulo 124 _____ **1097**

RESPOSTA FISIOLÓGICA DE DIFERENTES NÍVEIS DE DÉFICIT HÍDRICO EM TOMATE MICRO-TOM

Nathiele Santos Araújo¹; Paulo Henrique Gomes Alves de Oliveira²; Ana Cláudia Oliveira Barbosa²; Miguel Gabriel Moraes Santos¹; Dilson Sousa Rocha Júnior⁴; Gláucia Carvalho Barbosa Silva²; Márcio Gilberto Cardoso Costa⁵ _____ **1097**

Capítulo 125 _____ **1106**

**USO DO FRUTA-PÃO COMO REVESTIMENTO COMESTÍVEL PARA
CONSERVAÇÃO DE MELÃO MINIMAMENTE PROCESSADO**

Rosenildo dos Santos Silva¹; Adriana Ferreira dos Santos²; Maria Eduarda Paz de Lima³; Alison dos Santos Oliveira⁴; Sara Morgana Felix de Sousa⁵; Lídia Paloma da Silva Nogueira⁶; Moisés Sesion de Medeiros Neto⁷

Capítulo 126 _____ **1117**

**ALOJAMENTO DE EQUINOS EM ESTABULAÇÃO COLETIVA: PERSPECTIVAS E
DESAFIOS**

Marcela de Sousa Coelho¹; Camila Raineri²

Capítulo 127 _____ **1127**

OTIMIZAÇÃO DO BEM-ESTAR DE BOVINOS EM CONFINAMENTO

Bianca Rodrigues Domingos¹; Gabriel Santos Souza David²; Rafael Pereira da Silva³; Luiz Carlos de Oliveira Sousa²; Éllem Maria de Almeida Matos²; Ruan de Siqueira Facco¹; Yuri Cesconetto Ebani¹

Capítulo 128 _____ **1137**

**CARACTERIZAÇÃO MICROSCÓPICA DA GEOPRÓPOLIS PRODUZIDA POR
MELIPONÍNEOS NO BRASIL**

Natália Sêneda Martarello¹; Adriana de Oliveira Fidalgo²; Adriana Hissae Hayashi²; Cynthia Fernandes Pinto da Luz^{2*}

Capítulo 129 _____ **1150**

**COMPONENTES DE VARIÂNCIA PARA A IDADE AO PRIMEIRO PARTO EM
SUÍNOS: REVISÃO**

Pablo Bezerra da Silva¹; Aderbal Cavalcante-Neto²

Capítulo 130 _____ **1157**

**COMPORTAMENTO DE DIFERENTES CATEGORIAS DE AVES CRIADAS EM
REGIÃO DE CLIMA QUENTE**

Alexander Alexandre de Almeida¹; Jean Kaique Valentim²; Tatiana Marques Bittencourt³; Debora Duarte Moraleco⁴; Marcos Vinícius Martins Moraes⁵; Heder José D'Avila Lima⁶; Diego Pierotti Procopio

Capítulo 131 _____ **1164**

**CONSUMO DE CARNE BOVINA EM BELÉM DO PARÁ: PERCEPÇÃO DE
ESTUDANTES DE ENSINO FUNDAMENTAL, MÉDIO E SUPERIOR EM RELAÇÃO
AO BEM-ESTAR DE BOVINOS, DO SISTEMA DE PRODUÇÃO AO ABATE**

Daniel Bechara Resque¹; Luiz Henrique Matos Martins²; Mayrla Fonseca Dantas³; Antônio Vinicius Correia Barbosa⁴; Natalia Guarino Souza⁵

Capítulo 132 _____ **1173**

EFEITO DO AMBIENTE NA PRODUÇÃO DE LEITE

Anna Cláudia Cardoso Paimel¹; Eduarda Caroline Kichel Cuff¹; Eduardo Ivan de Souza¹; Marina Pereira Souza Coutinho²; Carla Heloisa Avelino Cabral³; Carlos Eduardo Avelino Cabral³; Isis Scatolin de Oliveira

Capítulo 133 _____ **1179**

**ESTRESSE TÉRMICO NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE E POEDEIRAS:
IMPACTOS E SOLUÇÕES NUTRICIONAIS**

Guilherme Resende de Almeida¹; Lidianne Carolina de Castro Weitzel²; Tatiana Marques Bittencourt³; Jean Kaique Valentim⁴; Adna Quesia Costa de Oliveira⁵; João Garcia Caramori Junior⁶; Gerusa da Silva Salles Corrêa⁷

Capítulo 134 _____ **1187**

USO DE FITOTERAPICOS COM ATIVIDADE ANTI-HELMÍNTICA EM OVINOS

Mateus Oliveira Mena^{1*}; Ricardo Velludo Gomes de Soutello³; Tábata Alves do Carmo¹; Isabela de Almeida Cipriano¹; Giordani Mascoll de Favare¹; Gabriel Jabismar Guelpa¹; Bruna Xavier David²

Capítulo 135 _____ **1196**

**FUNGOS NEMATÓFAGOS NO CONTROLE BIOLÓGICO DE NEMATÓIDES
GASTRINTESTINAIS DE EQUINOS MANTIDOS À PASTO**

Tábata Alves do Carmo^{1*}; Mateus Oliveira Mena¹; Isabela de Almeida Cipriano¹; Giordani Mascoll de Favare¹; Gabriel Jabismar Guelpa¹; Lucas Boaventura Scavacini²; Ricardo Velludo Gomes de Soutello³

Capítulo 136 _____ **1205**

**IMPACTO DO RESÍDUO DAS LACTONAS MACROCÍCLICAS NOS
MICROORGANISMOS PRESENTES NO AMBIENTE E NA DECOMPOSIÇÃO DAS
FEZES DE BOVINOS**

Tábata Alves do Carmo^{1*}; Giordani Mascoll de Favare¹; Isabela de Almeida Cipriano¹; Mateus Oliveira Mena¹; Gabriel Jabismar Guelpa¹; Yasmim Soares Dias²; Ricardo Velludo Gomes de Soutello³

Capítulo 137 _____ **1219**

**IMPACTOS ECONÔMICOS E SANITÁRIOS DA CISTICERCOSE NA
BOVINOCULTURA DE CORTE BRASILEIRA: UMA REVISÃO**

Bruna Fatori de Melo¹; Cibelle Maria de Carvalho Castello Branco¹; Júlia Helena Franca Diniz¹; Mateus Cardoso Santos²; Simone Jales de Barros Diniz¹; Guilherme Santana de Moura³; Maiza Araújo Cordão⁴

Capítulo 138 _____ **1225**

**PERCEPÇÃO DE PRODUTORES BRASILEIROS DE BOVINOS LEITEIROS SOBRE
O IMPACTO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA PRODUÇÃO**

Ana Lígia Braga Mezzina¹; Marcela de Sousa Coelho¹; Natascha Almeida Marques da Silva²; Camila Raineri²

Capítulo 139 _____ **1236**

**A IMPORTÂNCIA DO LEVANTAMENTO FLORÍSTICO E PALINOLÓGICO PARA
A CERTIFICAÇÃO DE PRODUTOS APÍCOLAS E MELIPONÍCOLAS**

Isabella Cristina Cantelles de Souza¹; Enzo Henrique Morás²; Isabel Ribeiro do Valle Teixeira³; Nayara Couto Moreira⁴; Adriana de Oliveira Fidalgo⁵; Cynthia Fernandes Pinto da Luz⁶

Capítulo 140 _____ **1244**

PRODUTOS ORGÂNICOS DE ORIGEM ANIMAL: REVISÃO

Camila Lopes Carvalho¹; Nathalia de Oliveira Telesca Camargo²; Caroline Romeiro de Oliveira³; Gabriela Miotto Galli⁴; Marcia Monks Jantzen⁵; Ines Andretta⁶

Capítulo 141 _____ **1254**

RECICLAGEM ANIMAL EM SUAS DIVERSAS CATEGORIAS: REVISÃO

Ana Paula Rodrigues dos Santos¹; Brenda Castro Santos²; Brenda Sousa Carneiro²; Celivânia de Araujo Diniz²; Yana Kauany Gomes Vieira²; Ana Luiza Castro dos Santos³

Capítulo 142 _____ **1262**

RESISTÊNCIA ANTI-HELMÍNTICA EM EQUINOS

Giordani Mascoli de Favare^{1*}; Isabela de Almeida Cipriano¹; Tábata Alves do Carmo¹; Mateus Oliveira Mena¹; Gabriel Jabismar Guelpa¹; Bruna Xavier Davi²; Ricardo Velludo Gomes de Soutello³

Capítulo 143 _____ **1271**

SAZONALIDADE DA INFECÇÃO HELMINTICA EM EQUINOS

Giordani Mascoli de Favare^{1*}; Isabela de Almeida Cipriano¹; Tábata Alves do Carmo¹; Mateus Oliveira Mena¹; Gabriel Jabismar Guelpa¹; Bruna Xavier Davi²; Ricardo Velludo Gomes de Soutello³

Capítulo 144 _____ **1281**

SISTEMA SILVIPASTORIL COMO ESTRATÉGIA DE CONTROLE DO ESTRESSE TÉRMICO EM BOVINOS LEITEIROS: UMA BREVE REVISÃO

Joice Fátima Moreira Silva¹; Maria Isabela Moreira Silva²; Felipe Almeida Soares³; Guilherme Alves Do Val⁴; João Carlos de Carvalho Almeida⁵; Argemiro Sanavria⁶; Geraldo Márcio da Costa⁷

Capítulo 145 _____ **1292**

VALORAÇÃO ECONÔMICA DE INDICADORES ZOOTÉCNICOS NA CAPRINOCULTURA E OVINOCULTURA: REVISÃO

Naiara Cristina dos Santos Silveira¹; Gustavo Roberto Dias Rodrigues²; Camila Raineri³

Capítulo 146 _____ **1303**

VARIABILIDADE DOS COMPONENTES DO LEITE DE VACAS DA RAÇA HOLANDÊS EM DIFERENTES HORÁRIOS DE ORDENHA

Jean Carlos Steinmacher Lourenço¹; Daiane de Souza Milczewski²; Timotheo Souza Silveira³; Rodrigo de Almeida⁴

Capítulo 147 _____ **1311**

ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO PARA PRODUÇÃO DE VACAS LEITEIRAS NO ESTADO DO PARANÁ

Rafael Fausto de Lima¹; Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido²; Gabriel Henrique de Olanda Souza³; José Reinaldo da Silva Cabral de Moraes⁴; Guilherme Botega Torsoni⁵; Gabriel Fausto de Lima⁶ 1311

Capítulo 148 _____ **1322**

ADULTERAÇÕES DE PRODUTOS DE PESCADO: REVISÃO

Romaildo Santos de Sousa¹; Francine Oliveira Batista²

Capítulo 149 _____ **1332**

ESTRESSE E SEUS EFEITOS NA QUALIDADE DA CARNE DE PEIXE: REVISÃO

Francielly Corrêa Albergaria¹; Diana Carla Fernandes Oliveira²; Pedro Massahiro de Matos Murata³; Jeferson Gomes Clementino⁴; Anderson Henrique Venâncio⁵; Maria Emília de Sousa Gomes⁶; Alcinéia de Lemos Souza Ramos⁷

Capítulo 150 _____ **1342**

INFLUÊNCIA DA FAIXA DE PESO AO ABATE SOBRE O RENDIMENTO DE CORTE DA TILÁPIA DO NILO

Líliã Gabriele Oliveira Nascimento¹; Luiz Fernando Rocha Botelho²; Maria Clara Grossi Andrade³; Marcília Medrado Barbosa⁴; Hérick Pachêco Rodrigues⁵; Taylan Andrade Silva⁶; Lays de Oliveira Silva⁶

Capítulo 151 _____ **1349**

TECNOLOGIAS EMERGENTES PARA PISCICULTURA: UMA REVISÃO

Diana Carla Fernandes Oliveira¹; Pedro Massahiro de Matos Murata²; Francielly Corrêa Albergaria³; Jeferson Gomes Clementino⁴; Anderson Henrique Venâncio⁵; Maria Emília de Sousa Gomes⁶; Rilke Tadeu Fonseca de Freitas⁷

A brown cow is grazing in a lush green field. The background shows a hazy landscape with rolling hills under a sky filled with soft, white clouds. A dark green vertical line runs along the left edge of the image.

ADUBAÇÃO, NUTRIÇÃO DE PLANTAS E MANEJO DE IRRIGAÇÃO

doi <https://doi.org/10.53934/9786599539633-1>

Capítulo 1

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE NK NA PRODUÇÃO MILHO FERTIRRIGAÇÃO

Jose Nnehanderson Freitas da Silva¹; Bruna Mirelle Vicente Alves Freitas²; José Érico Gomes Da Silva³.

¹Engenheiro Agrônomo– UFRPE/UAG; E-mail: nnehanderson@gmail.com,

²Engenheira de Alimentos –UFRPE/UAG, E-mail: bruna_ceeg@hotmail.com,

³Engenheiro Agrônomo– UFRPE/UAG; E-mail: agro.eric92@gmail.com.

RESUMO: O Brasil apresenta rendimento médio para a cultura do milho na região nordeste, onde está associado a plantios pouco tecnificados e à falta de irrigação e de adubações tecnicamente recomendadas. O nitrogênio e o potássio são os nutrientes mais exigidos e devem ser aplicados de acordo com as exigências de cada cultivar, nível tecnológico, fertilidade do solo, produção esperada, estágio de crescimento e condições climáticas da região. Dentro deste contexto, objetivou-se avaliar o efeito da adubação NK via água de irrigação na qualidade das características de crescimento de três híbridos de milho. O experimento será conduzido em campo na área experimental da Unidade Acadêmica de Garanhuns da UFRPE. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial duplo com os tratamentos em faixas (4 x 3), com 4 repetições, totalizando 48 combinações fatoriais. Nas faixas ou parcelas horizontais compostas de doses de nitrogênio e potássio simultaneamente (NK) via água de irrigação, como fonte ureia e cloreto de potássio ($D_1 = N150K150$; $D_2 = N200K200$; $D_3 = N250K250$ e $D_4 = N300K300$ kg ha⁻¹ de N e K₂O), nas sub-parcelas dentro de cada faixa foram alocadas de forma aleatória os três híbridos de milho ($H_1 = RB9308$ VT Pro, $H_2 = RB9006$ VT Pro2 e $H_3 = 32D10$). Em geral, os melhores resultados do comportamento de crescimento do milho foram observados para o híbrido H_1 (RB9308 VT Pro) na presença do fator dose de NK aplicada via fertirrigação por irrigação localizada no valor de 300 kg ha⁻¹ de N e K₂O ($D_4 = N300K300$).

Palavras-chave: adubação; irrigação; nitrogênio; potássio

INTRODUÇÃO

O Brasil é um país reconhecido mundialmente pela sua produção agropecuária, que tem crescido a cada ano, tendo contribuição fundamental para as exportações e o PIB do país. A produção de grãos é um dos destaques, que na safra 2019/2020 deve alcançar 345,8 milhões de toneladas (1). Entre os grãos cultivados no Brasil, o milho (*Zea mays* L.) é um dos mais significativos, cuja produção brasileira atingiu o recorde de 100 milhões de toneladas na Safra 2018/2019 e já se espera um crescimento na safra atual (2). O milho é uma planta de ciclo vegetativo variado, evidenciando desde genótipos extremamente precoces, contudo, em nossas condições, a cultura do milho apresenta ciclo variável entre 110 e 180 dias, em função da caracterização dos genótipos (superprecoce, precoce e tardio).

O ciclo da cultura compreende as seguintes etapas de desenvolvimento: (i) germinação e emergência; (ii) crescimento vegetativo; (iii) florescimento; (iv) frutificação; (v) maturidade: (3).

As necessidades nutricionais de qualquer planta são determinadas pela quantidade de nutrientes que ela extrai durante o seu ciclo. Essa extração total dependerá, portanto, do rendimento obtido e da concentração de nutrientes nos grãos e na palhada. Assim, tanto na produção de grãos como na de silagem será necessário colocar à disposição da planta a quantidade total de nutrientes que ela extrai, que deve ser fornecida pelo solo e através de adubações. A maior exigência do milho refere-se a nitrogênio e potássio, seguindo-se cálcio, magnésio e fósforo (4). O nitrogênio é um dos nutrientes mais exigidos quantitativamente pela maioria das plantas. Atua em todas as fases, crescimento, floração e frutificação. A carência de nitrogênio reduz o crescimento foliar, aumento do sistema radicular provoca clorose foliar, amarelecimento e queda das folhas os ramos caulinares ficam avermelhados, os sintomas aparecem inicialmente nas partes velhas da planta (5).

O potássio exerce grande impacto na qualidade da cultura tendo influência positiva na massa individual de grãos e no número de grãos por espiga. Depois do N o K é o elemento absorvido em maiores quantidades pelo milho sendo que 30% são exportados nos grãos. No entanto, até pouco tempo as respostas ao K obtidas em ensaios de campo com o milho eram, em geral, menos frequentes e menores que aquelas constatadas para P e N devido principalmente aos baixos níveis de produtividades obtidos (6). A fertirrigação é a aplicação de solução fertilizante através do sistema de irrigação. Permitindo a aplicação de quantidades de fertilizantes com maior precisão e distribuição mais uniforme, podendo-se realizar a aplicação total de fertilizantes ao longo do ciclo da cultura em doses pequenas e adequadas em cada turno de rega, evitando perdas por lixiviação e por evaporação, sem risco de salinização, mantendo os nutrientes disponíveis ao alcance das raízes por mais tempo. fertirrigação é também a forma mais fácil e econômica de se aplicar macros e micronutrientes. Proporcionando economia de mão de obra e evitando compactação do solo, já que não precisa entrar no campo para aplicações de adubo convencional. (7).

O presente trabalho objetivou avaliar diferentes doses de N e K aplicados via fertirrigação, no desenvolvimento de três diferentes híbridos na região do Agreste de Pernambuco.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Unidade Acadêmica de Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAG/UFRPE) no município de Garanhuns, PE Brasil, cujas coordenadas geográficas são: Latitude 8° 53'25" S, longitude 36°29'34" W e altitude de 822 metros. O clima da região, de acordo com a classificação de Koepper é do tipo AW', tropical chuvoso, com precipitação média anual de 806,5 mm concentrada nos meses de abril a maio, temperatura média de 28°C e umidade relativa média de 28°C e umidade relativa média do ar de 73,8% (8). A área do experimento possuía aproximadamente 0,065 ha, sendo 13 metros de largura e 50 de comprimento. A unidade experimental/parcela foi constituída de três fileiras de 50 m de comprimento, espaçadas 0,80 m, e com espaçamento entre plantas de 0,20 m com aproximadamente 250 plantas por cada fileira.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial duplo com os tratamentos em faixas (4 x 3), com 4 repetições, totalizando 48 combinações fatoriais. Nas faixas ou parcelas horizontais compostas de doses de nitrogênio

e potássio simultaneamente (NK) via água de irrigação, como fonte ureia e cloreto de potássio ($D_1 = N150K150$; $D_2 = N200K200$; $D_3 = N250K250$ e $D_4 = N300K300$ kg ha⁻¹ de N e K₂O), nas subparcelas dentro de cada faixa foram alocadas de forma aleatória os três híbridos de milho ($H_1 = RB9308$ VT Pro, $H_2 = RB9006$ VT Pro2 e $H_3 = 32D10$). Nos tratamentos com fertirrigação, o nitrogênio e o potássio foram aplicados via água de irrigação com turno de rega semanal ao longo de todo o ciclo fenológico dos três híbridos de milho, utilizando-se injetores hidráulicos de fertilizantes.

A semeadura foi realizada manualmente com espaçamento de 0,80 m entre linha e 0,2 m entre plantas (Densidade populacional de 62.500 plantas ha⁻¹). Aos 15 dias após a emergência (DAE) realizou-se o desbaste, deixando-se uma planta por cova. O parcelamento dos nutrientes N e K foi feito com o intuito de sincronizar as aplicações de adubos a demanda das plantas, nos diferentes estágios de desenvolvimento da cultura de forma parcelados via água de irrigação (fertirrigação por fita gotejadora) conforme quantidades recomendadas de acordo com o ciclo ou fase fenológica das culturas. As doses dos fertilizantes N e K₂O em cada ciclo da cultura foram definidas de acordo com as análises de solo, e considerando a produtividade esperada de 40 toneladas por hectare (9). Para o ciclo da cultura, a quantidade requerida tanto para N como para K foram 150, 200, 250 e 300 kg ha⁻¹. As doses dos fertilizantes para cada ciclo da cultura do milho foram aplicadas somente via sistema de irrigação.

A cultura foi irrigada por gotejamento, tipo fita gotejadora (Goidendrip – SCARCEL) contendo gotejadores espaçados a cada 0.20 m (ira emissor por planta), com uma vazão de 1.6 l/h e pressão de serviço de 70 kPa. O controle da irrigação também foi realizado através de tensiômetros instalados a 15, 30 e 45 cm, onde se concentra grande parte da zona radicular, sendo que os instalados a 30 cm, serviram para indicar o momento exato da irrigação e juntamente com as leituras do tensiômetro a 45 cm de profundidade funcionavam como sensores de controle da ocorrência de percolação e lixiviação no perfil do solo. Desta forma, procurou-se repor a umidade na camada de solo situada na zona radicular em capacidade de campo. As leituras eram realizadas pela manhã e os dados transferidos para uma planilha construída com base nas informações sobre a curva característica de retenção de água do solo.

A fertirrigação foi realizada diariamente e a partir de 6 dias após o transplântio (DAT), utilizaram-se soluções estoque previamente preparadas (diluídas de acordo com a solubilidade de cada fertilizante) para 7 dias (dentro de cada fase do ciclo da cultura), e armazenadas em reservatórios plásticos com tampa. As fertirrigações foram realizadas através de injetor de venturi. Ao final de 85 dias após semeadura (DAS) foram avaliadas as características biométricas de crescimento da cultura do milho tais como: altura da planta (AP); número de espigas por planta (NSP); número de folhas por plantas (NF) e peso da matéria seca (PMS). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SISVAR (10), com análise de variância e teste de regressão á nível de significância até 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância representada pelos valores do teste “F” com indicação dos respectivos níveis de significância, para as características biométricas de crescimento da cultura do milho: altura da planta (AP), número de espigas por planta (NSP) está apresentado na Tabela 1. Pelos resultados, verifica-se que houve efeito significativo em nível de 1% de probabilidade para a interação (D x H), indicando que a tolerância dos três

híbridos da cultura do milho as diferentes doses de NK adotadas, via água de irrigação (fertirrigação) interferiram nas variáveis AP e NSP. Portanto, para essas duas variáveis os dois fatores (D e H) serão discutidos em conjunto (Tabela 2).

Tabela 1. Resumo da análise de variância com valores do “Fcalculado” para valores médios altura da planta (AP) e número de espigas por planta (NSP) para os três híbridos de milho submetidos a diferentes doses de NK via fertirrigação.

Fonte de variação	GL	Valor do “Fcalculado”	
		AP (cm)	ASP (cm)
Bloco	3	0,66 ns	1,60 ns
Doses de NK (D)	3	13,77 **	9,83 *
Híbridos de milho (H)	2	21,22 **	4,71 ns
Interação D x H	6	2,60 *	3,12 *
CV1 (%)		7,69	11,24
CV2 (%)		4,32	15,37
CV3 (%)		7,22	12,69
Média geral		2,76	1,14

GL = grau de liberdade; ** e * efeito significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F; respectivamente; “ns” não significativo.

Fonte: Autor, 2021.

Na Tabela 2 ao comparar as doses (D) dentro dos tipos de híbridos de milho (H) ao final do ciclo da cultura 85 dias após semeadura, observou-se que os melhores resultados ocorreram na interação D₄ x H₁ (D₄=N300K300 kg ha⁻¹ de N e K₂O) para as variáveis relacionadas com o crescimento da planta, altura de planta (AP) e número de espigas por planta (NSP).

Nota-se também, pela Tabela 2, que os melhores resultados dos valores médios das variáveis de crescimento quando se analisa o desdobramento do fator tipos de híbridos de milho (H) dentro de cada dose (D) foram obtidos para o híbrido H₁ (RB9308 VT Pro), com exceção da dose D₂ (N200K200) que observou menor valor para AP (2,58 m) quando comparado com valor médio 2,72 m para o H₂ (RB9006 VT Pro2).

Tabela 2. Valores médios das interações significativas da análise de variância referente à altura da planta (AP) e ao número de espigas por planta (NSP) para os três híbridos de milho quando submetido a diferentes doses de NK via fertirrigação por meio do sistema de irrigação localizado.

Híbridos de milho	Doses de NK via fertirrigação (kg ha ⁻¹)			
	D1	D2	D3	D4
	Altura da planta – AP (cm)			
H1=RB9308 VT Pro	2,70 aA	2,58 aA	2,86 aA	3,46 bB
H2=RB9006 VT Pro2	2,59 aA	2,72 aA	2,86 aA	2,88 aA
H3=32D10	2,54 aAB	2,46 aA	2,59 aAB	2,91 aB
	Número de espigas por planta (NSP)			
H1=RB9308 VT Pro	1,00 aA	1,65 aA	1,24 aA	1,58 bB
H2=RB9006 VT Pro2	1,00 aA	1,08 aA	1,65 aA	1,24 aA
H3=32D10	1,08 aA	1,08 aA	1,00 aA	1,08 aA

D1=N150K150; D2=N200K200; D3=N250K250; D4=N300K300; médias seguidas da mesma letra, minúscula na linha (híbridos dentro doses), e maiúscula na coluna (doses dentro dos tipos de híbridos) não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade

Fonte: Autor, 2021.

Nas Figuras 1A e 1B, observa-se que as plantas que exibiram maiores valores médios altura da planta (AP) e ao número de espigas por planta (NSP) foram aquelas irrigadas com água com a maior dose de NK ($D_4=N300K300$ kg ha⁻¹ de N e K₂O) e com os híbridos; H₁ (RB9308 VT Pro) e H₂ (RB9006 VT Pro2), ou seja, as interações D₄ x H₁ e D₄ x H₂, e em geral observa-se que os três híbridos do milho quando submetida às interações D₁ x H₁, D₁ x H₂ e D₂ x H₃ registraram os menores valores médios para as variáveis; AP e NSP.

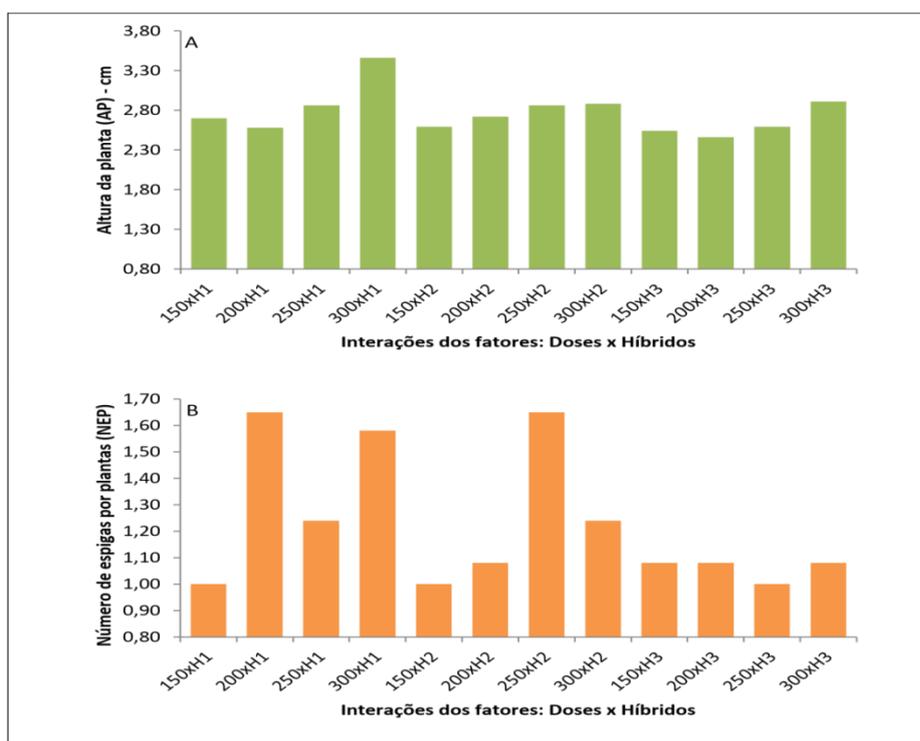


Figura 1. Valores médios da altura da planta (AP) – “A”, e número de espigas por planta (NSP) – “B”, para os três híbridos para as interações fatores analisados (D, H).

Fonte: Autor, 2021.

Utilizou-se a regressão para analisar tendências e comportamentos dos valores médios das características biométricas de crescimento da cultura do milho tais: altura da planta (AP) e do número de espigas por planta (NSP) (Figura 2A, 2B).

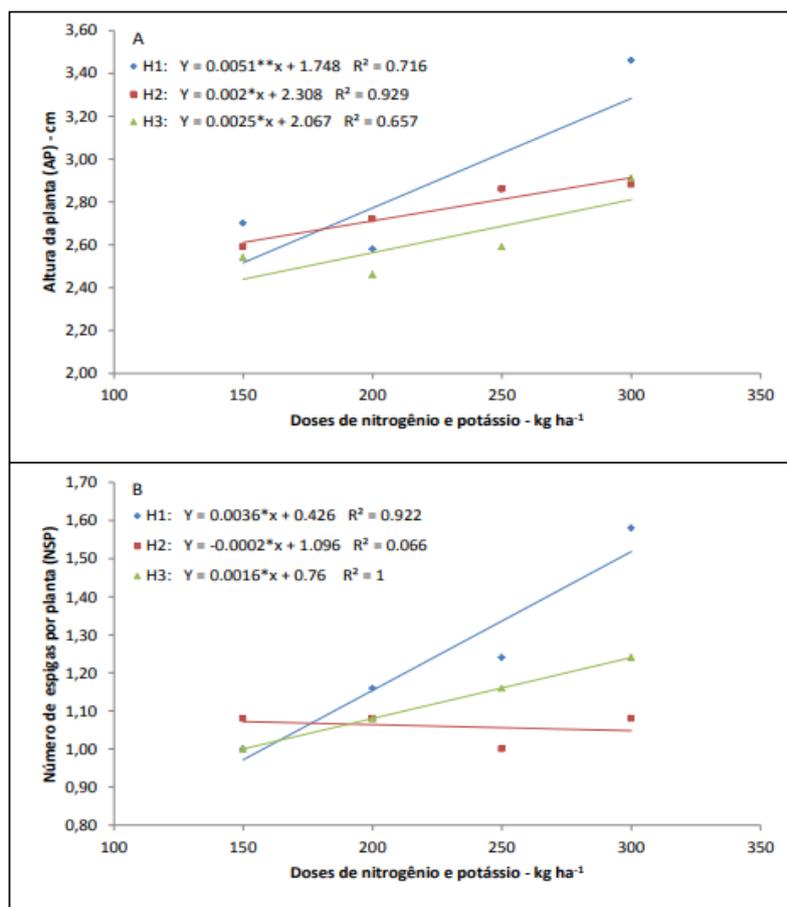


Figura 2. Curva de regressão dos valores médios da altura da planta (AP) – “A”, e número de espigas por planta (NSP) – “B”, quando submetidos aos diferentes aplicações das doses de nitrogênio e potássio aos três híbridos de milho.

Fonte: Autor, 2021.

Conforme as Figuras 2A e 2B, verifica-se que todos os valores médios das variáveis relacionadas com o crescimento da cultura do milho apresentaram altos coeficientes de determinação (R^2), com exceção do híbrido H3 para a variável NSP e com ajuste da equação do modelo linear para todas as variáveis de crescimento estudadas, apresentando tendência de crescer.

Na Tabela 3, é apresentada a análise de variância referente aos valores médios número de folhas por planta (NF) e matéria seca (MS) para os três híbridos de milho. Nesses resultados, verificou-se pelo teste F, que houve diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade para o fator principal adubação (D) para as características biométricas de crescimento da cultura do milho, ou seja, para o fator doses de nitrogênio e potássio simultaneamente (NK) via água de irrigação, conclui-se que existe pelo menos uma das fontes doses que diferem entre si.

Pelos resultados encontrados na Tabela 3, nota-se não houve efeito significativo em nível de 1% de probabilidade para o fator tipos de híbridos de milho com também as interações doses de NK e híbridos de milho (D x H), indicando os dois fatores estudados não influenciaram os valores do NF e MS. Também observou que entre os blocos não houve efeito significativo.

Tabela 3. Resumo da análise de variância com valores do “Fcalculado” para valores médios número de folhas por planta (NF) e massa seca (MS) para os três híbridos de milho submetidos a diferentes doses de NK via fertirrigação.

Fonte de variação	GL	Valor do “Fcalculado”	
		NF	MS (g)
Bloco	3	1,257 ns	0,361 ns
Doses de NK (D)	3	4,753 *	18,104 **
Híbridos de milho (H)	2	3,046 ns	1,041 ns
Interação D x H	6	1,649 ns	0,888 ns
CV1 (%)		8,88	14,46
CV2 (%)		5,74	10,57
CV3 (%)		6,43	15,72
Média geral		14,70	63,48

GL = grau de liberdade; ** e * efeito significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F; respectivamente; “ns” não significativo.

Fonte: Autor, 2021.

Os coeficientes de variação para as variáveis de crescimento avaliadas indicaram uma amplitude com relação ao período analisado, da ordem de 5,74 e 8,88% para (NF), indicando uma alta precisão na execução do ensaio experimental e da ordem de 10,57 para variável (MS), indicando, desta forma, uma média precisão experimental, conforme (11).

Na Tabela 4, verifica-se pela análise comparativa das médias através do teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade, que as características físicas; NF e MS apresentam melhores quando submetidas à dose D₄= N300K300 de N e K₂O, não ocorrendo diferenças significativas em relação as D₃=N250K250 e D₂=N200K200 de N e K₂O, e com relação os três híbridos de milho (H) estudados, os melhores resultados para as variáveis de NF e MS foram observados para o híbrido H₁=RB9308 VT Pro, com valores médios de 15,0 e 65,34 g.

Tabela 4. Análise comparativa através do teste Tukey dos valores médios para valores médios número de folhas por planta (NF) e massa seca (MS) para os três híbridos de milho submetidos a diferentes doses de NK via fertirrigação. Garanhuns/PE.

Variáveis biométricas do milho

Fontes de variação	NF	MS (g)
Doses de NK (kg ha ⁻¹)		
D1=N150K150	13,84 a	50,04 a
D2=N200K200	14,27 ab	58,75 ab
D3=N250K250	14,97 ab	70,00 bc
D4=N300K300	15,72 b	75,13 c
Híbridos de milhos		
H1=RB9308 VT Pro	15,05 a	65,34 a
H2=RB9006 VT Pro2	14,73 a	63,12 a
H3=32D10	14,31 a	61,98 a

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente em nível de 1 e 5% de probabilidade no Teste de Tukey.

Fonte: Autor, 2021.

As Figuras de 3 e 4 apresentam o comportamento dos valores médios das variáveis; número de folhas por planta (NF) e massa seca (MS) quando submetidos as três diferentes aplicações das doses de nitrogênio e potássio aos três híbridos de milho: H₁=RB9308 VT Pro; H₂=RB9006 VT Pro2 e H₃=32D10.

De acordo com a análise de regressão apresentada na Figura 4, o número de folhas por plantas de milho foi influenciado positivamente, pois quanto maior a dosagem de NK, maior o número de folhas por plantas.

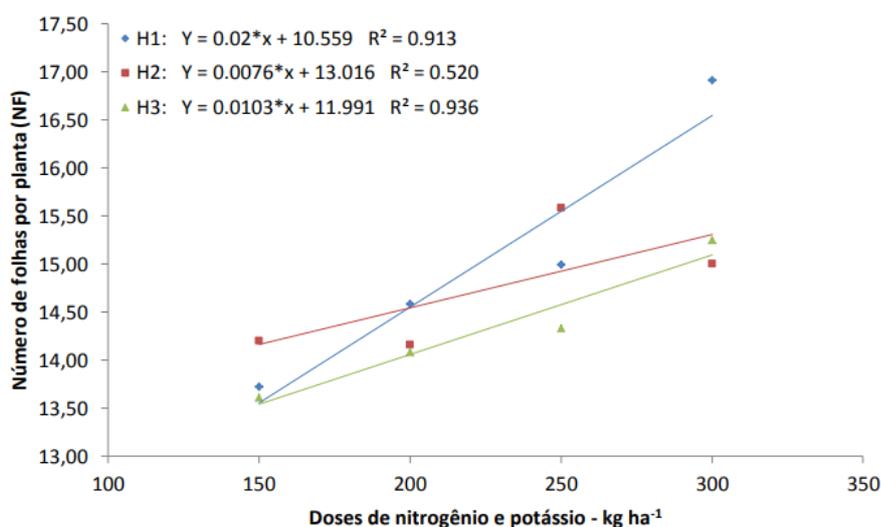


Figura 3. Curva de regressão dos valores médios do número de folhas por planta (NF) quando submetidos às diferentes aplicações das doses de nitrogênio e potássio aos três híbridos de milho.

Fonte: Autor, 2021.

Observar-se na Figura 3, que dentre os modelos significativos, se se optou pelo linear para a variável NF, por melhor se ajustar aos dados observados, ou seja, com maior coeficiente de determinação (R^2). Também se observa que os maiores valores de NF ocorreram na presença da maior dose ($D_4=N300K300$ kg ha⁻¹ de N e K₂O) e para o híbrido H₁ (RB9308 VT Pro), havido diferença estatística em relação aos demais tratamentos.

A massa da matéria seca (MS) das plantas de milho para o híbrido H1 foi influenciada tanto positivamente como negativamente e crescentes para H2 e H3, quando correlacionada com as doses de NK aplicadas via água de irrigação. Podemos avaliar que a dose D₄ (N300K300 kg ha⁻¹ de N e K₂O) obtivemos a maior quantidade de matéria seca. De acordo com a Figura 4, verificou-se que o modelo quadrático foi o que obteve melhor ajuste com coeficiente de determinação de 0,998, para o híbrido H₁ (RB9308 VT Pro). Por este modelo as plantas de milho o híbrido H₁ produziu o valor máximo estimado da massa verde de 73,97 g para a dose estimada em 292,10 kg ha⁻¹ de N e K₂O, simultaneamente via água de irrigação.

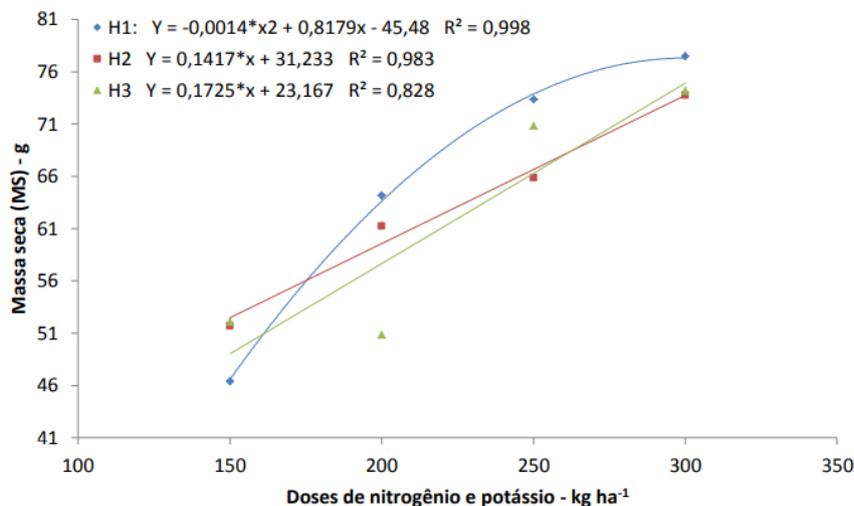


Figura 4. Curva de regressão dos valores médios da massa seca (MS) quando submetidos às diferentes aplicações das doses de nitrogênio e potássio aos três híbridos de milho, Garanhuns/PE, 2021.

Fonte: Autor, 2021.

Quando da análise do comportamento da MS para os híbridos H₂ e H₃, as quatro doses de NK aplicadas via água de irrigação, verificaram-se altos valores do coeficiente de determinação (R²) com ajuste da equação na forma linear, apresentando tendência de aumento dos valores de MS com incremento das doses de NK (Figura 4).

CONCLUSÕES

Portanto, os menores valores das variáveis de crescimento e desenvolvimento vegetativo para os três híbridos de milho, desde o início até o final do período de estudo foram observados quando submetidos a menor dose de NK (D₁=N150K150 kg ha⁻¹ de N e K₂O). A aplicação de diferentes doses de NK por fertirrigação das plantas de milho para os três híbridos influenciaram de modo significativo a variáveis; altura da planta (AP) e número de espigas por planta (NSP).

A produção de número de folhas por planta (NFP) do milho para os três híbridos houve um aumento com o incremento das doses de NK, sendo que, nestas condições de experimento, para alcançar uma máxima produtividade, a dose recomendada é de D₄ (N300K300 kg ha⁻¹ de N e K₂O). Já a maior redução de matéria seca (MS) ocorreu no híbrido H₂ (RB9006 VT Pro2) e na dose D₁ (N150K150 kg ha⁻¹ de N e K₂O) aplicada às culturas do milho via de água de irrigação.

REFERÊNCIAS

1. CONAB. Companhia Nacional De Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileiro – levantamento de grãos 2020. Brasília: 2020.

2. MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Brasil fecha safra 2018/2019 com recorde de 242,1 milhões de toneladas de grãos. 2019. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/brasil-fecha-safra-2018-2019-com-recorde-de-242-1-milhoes-de-toneladas-de-graos>. Acesso em: abr. 2021.
3. Fancelli, A. L.; Neto, D. D.; Produção de Milho. 2º edição. Piracicaba, 2004. 360 p.: il.
4. Coelho, A. M.; França, G. E.; Pitta, G.V., Alves, V. M.; Hernani, L. C. Embrapa. A cultura do milho. Embrapa milho e sorgo, Set/2010. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/feraduba.htm> acesso em 25 de março de 2021.
5. Giracca, E. M. N.; Nunes, J. L. S. Nitrogênio. Disponível em: <http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nutrientes_nitrogenio.aspx>. Acesso em: 11 janeiro de 2021.
6. Coelho, A. M.; França, G. E.; Pitta, G. V. E.; Alves, V. M. C.; Hernani, L. C. Sistemas de produção, 1: Cultivo do milho. Brasília: Embrapa CNPMS. 2007. s/p.
7. Dimenstein, L.; Silva, L. S. Manejo de irrigação e fertirrigação – Fortaleza: Instituto Frutal, 2014. 265 p.
8. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=260600&search=p+e+rnambuco|garanhuns>> Acesso em 15 de janeiro de 2021.
9. EMBRAPA. A cultura do milho irrigado. Editores Técnicos Morethson Resende, Paulo E. P. Albuquerque, Lairson Couto. Embrapa Informações Tecnológicas, Brasília, 2003, 317 p.
10. Ferreira, Daniel Furtado. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium (Lavras), v. 6, p. 36-41, 2008.
11. Gomes, F. P. Curso de estatística experimental. 14. ed. Piracicaba: Nobel, 478 p. 2000.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-2>

Capítulo 2

DESENVOLVIMENTO DE BEBIDAS EM PÓ: COMPARAÇÃO SENSORIAL ENTRE DIFERENTES SABORES E COLÁGENOS

Elke Shigematsu¹; Karina Carvalho Sousa²; Raissa Carolini dos Santos²; Claudia Dorta¹; Marie Oshiiwa¹; Alda Maria Machado Bueno Otoboni¹; Juliana Audi Giannoni¹

¹Docente da Faculdade de Tecnologia "Estudante Rafael Almeida Camarinha" – Departamento de Tecnologia de Alimentos da FATEC Marília/S.P. – CEP: 17506-000 – Marília – SP – Brasil, Telefone: 55 (14) 3454-7540 – e-mail: (elke.shigematsu2@fatec.sp.gov.br)

²Discente da Faculdade de Tecnologia "Estudante Rafael Almeida Camarinha" – FATEC Marília/S.P. – CEP: 17506-000 – Marília – SP – Brasil, Telefone: 55 (14) 3454-7540

RESUMO: Alimentos ou ingredientes funcionais são aqueles que produzem efeitos benéficos a saúde, além de suas funções nutricionais básicas, são caracterizados por ter um valor nutritivo inerente à sua composição química, por oferecer vários benefícios à saúde, além de poder desempenhar um papel importante na redução do risco de doenças crônicas degenerativas. Diante dos inúmeros alimentos considerados funcionais, o colágeno representa de 25-30% das proteínas totais do organismo, sendo que alguns tipos são mais abundantes do que os outros. Analisando então a demanda do mercado atual e visando a praticidade do consumidor, a presente pesquisa possui o objetivo de constatar através de avaliações sensoriais, quais os tipos de suco em pó, para uma bebida instantânea, que mais disfarçou o sabor do colágeno em pó, e se este sabor conseguiria mascarar diferentes marcas de colágenos do mercado. O método utilizado foi por meio de duas análises sensoriais com questionários em escala hedônica de aceitação onde se obteve os resultados em relação ao sabor, aparência, cor, aroma, solubilidade, intenção de compra e avaliação geral. O sabor de bebida à base de colágeno com maior avaliação geral foi a de frutas vermelhas e a marca de colágeno hidrolisado melhor avaliada foi a número 1.

Palavras-chave: colágeno hidrolisado; dissolução; bebida instantânea; teste afetivo

INTRODUÇÃO

Os alimentos funcionais devem apresentar propriedades benéficas além das nutricionais básicas, sendo apresentadas na forma de alimentos comuns. São todos os alimentos ou bebidas que, consumidos nas dietas, além das suas funções nutricionais, produzem alguns efeitos metabólicos e fisiológicos no organismo (1).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o alimento ou ingrediente que alega propriedades funcionais, além de atuar em funções nutricionais básicas, irá desencadear efeitos benéficos à saúde e deverá ser também seguro para o consumo sem supervisão médica/nutricional. Podem conter um ou mais ingredientes com propriedades terapêuticas, destacando-se: fibras alimentares, oligossacarídeos,

carotenoides, proteínas, peptídeos, prebióticos, probióticos, simbióticos, fitoquímicos e ácidos graxos poli-insaturados (2).

O colágeno é considerado um desses ingredientes com características funcionais, pois representa de 25-30% das proteínas totais do organismo, sendo alguns tipos de colágeno mais abundantes do que outros. Dentre os mais variados tipos, o mais abundante é o colágeno tipo I, constituindo cerca de 80% do colágeno do organismo e possuindo funções naturais que incluem baixa alergenicidade, antigenicidade e biocompatibilidade elevada, desta forma, essa proteína vem sendo utilizada como matéria-prima das mais variadas formas. Este colágeno, quando submetido ao tratamento químico para a remoção de gordura e para a eliminação do cálcio, pode gerar: fibra de colágeno, colágeno parcialmente hidrolisado (gelatina) e colágeno hidrolisado. Para a obtenção do colágeno hidrolisado solúvel em água (sem poder de gelificação), ele passa por uma hidrólise química e enzimática sob condições controladas, de 50 a 60 °C (3,4).

O colágeno hidrolisado se diferencia primordialmente pela sua capacidade de retenção de água, por ser um agente ligante e de alto valor proteico (84 a 90%), além de não possuir carboidratos, nem apresentar sabor amargo no produto, também contribui para uma melhor aglutinação e melhor textura. Ele tem se destacado cada vez mais nos meios industriais e na mesa do consumidor, são utilizados em suplementos alimentares, bebidas e até mesmo em cosméticos, sendo recomendada a ingestão diária de aproximadamente 10g desta proteína, visto que a deficiência de colágeno no início da fase adulta desencadeia uma deficiência chamada colagenose, esta pode resultar em problemas de má formação óssea e de crescimento, rigidez muscular, inflamação das juntas musculares, doenças cutâneas e outras (5).

A conscientização do consumidor tem resultado em uma diminuição de 52,8% no consumo de refrigerantes e sucos artificiais segundo o Ministério da Saúde, e vem aumentando, cada vez mais, o consumo de bebidas salubres, tais quais: kombuchá, leites vegetais, água mineral e bebidas funcionais (6).

Um alimento, além de seu valor nutritivo deve produzir satisfação e ser agradável ao consumidor, isto é resultante do equilíbrio de diferentes parâmetros de qualidade sensorial. No desenvolvimento de um novo produto é imprescindível otimizar parâmetros, como forma, cor, aparência, odor, sabor, textura, consistência e a interação dos diferentes componentes, com a finalidade de alcançar um equilíbrio integral que se traduza em uma qualidade excelente e que seja de boa aceitabilidade (7). O objetivo da avaliação sensorial é detectar diferenças entre os produtos amparado nas diferenças perceptíveis e na intensidade de alguns atributos (8).

O sabor é, em média, o fator mais importante nas escolhas de alimentos e bebidas dos consumidores. Esse movimento tem imposto desafios técnicos e sensoriais às indústrias alimentícias, que encontram nos saborizantes aliados cada vez mais valiosos para atender às exigências do consumidor, que busca saudabilidade, naturalidade e bem-estar nos alimentos, sem renunciar ao sabor (9).

As frutas vermelhas são comumente utilizadas no ramo alimentício, devido às suas propriedades funcionais. Elas estão presentes em diversos produtos, como sucos, sorvetes, refrigerantes, geleias, polpas e muitos outros, por serem ricas em macro e micronutrientes, possuem abundância de vitaminas, minerais, ácido fólico e fibras, além de compostos bioativos, fenólicos e flavonoides, que lhe conferem grande potencial antioxidante. Quando comparadas a outras frutas, possuem grande quantidade de antocianinas e de fitoquímicos. Tais substâncias presentes nas frutas vermelhas permitem que estas exerçam proteção a

peroxidação lipídica e as atividades anti-inflamatórias e anti-carcinogênicas, bem como prevenção da obesidade e outros fatores que geram melhoria na saúde do consumidor (10).

O atributo mais notável do chocolate, responsável pela sua grande aceitação, é o sabor, além disso, o cacau, ingrediente principal do chocolate, é um alimento rico em fitoquímicos. O chocolate é um produto oriundo do processamento das sementes do cacau, considerado uma das grandes fontes alimentares de polifenóis, contribuindo significativamente na dieta para a ingestão destes potentes compostos antioxidantes. Sua versão em pó tem menos compostos com função nutricional devido à oxidação de nutrientes em seu processo de industrialização. As concentrações de flavonoides sugerem que o uso do cacau em bebidas pode atuar diminuindo o estresse oxidativo (11, 12, 13).

O coco é uma fruta típica de países tropicais como o Brasil, e dela se aproveita da casca à polpa, onde encontra-se diversos nutrientes. Este fruto além de conter carboidrato, vitaminas e substâncias com propriedades antioxidantes, é rico em ácido láurico, um componente essencial para o sistema imunológico (14).

Portanto, baseado na demanda do mercado atual e visando a praticidade do consumidor, o objetivo do presente trabalho foi constatar através de avaliações sensoriais, quais os tipos de suco em pó, para uma bebida instantânea, que mais disfarçou o sabor do colágeno em pó, e se este sabor conseguiria mascarar diferentes marcas de colágenos do mercado.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram elaboradas inicialmente bebidas à base de colágeno hidrolisado em pó tipo 1 da marca “1” com três sabores diferentes: frutas vermelhas, chocolate e coco. As composições das bebidas à base de colágeno foram realizadas, conforme Tabela 1:

Tabela 1- Composição das bebidas à base de colágeno

SABOR	COMPONENTES	QUANTIDADE (%)
Frutas Vermelhas	Colágeno hidrolisado em pó	40,65
	Polpa de <i>cranberry</i> em pó	8,13
	Polpa de morango em pó	8,13
	Polpa de mirtilo em pó	8,13
	Polpa de amora em pó	8,13
	Polpa de framboesa em pó	8,13
	Xilitol em pó	16,26
	Aroma de frutas vermelhas em pó	2,44
Chocolate	Colágeno hidrolisado em pó	40,65
	Chocolate meio amargo em pó 80% cacau	40,65
	Xilitol em pó	16,26
	Aroma de chocolate em pó	2,44
Coco	Colágeno hidrolisado em pó	40,65
	Polpa de coco em pó	40,65
	Xilitol em pó	16,26
	Aroma de coco em pó	2,44

Fonte: Elaborado pelas autoras.

A primeira análise sensorial asseverou o saborizante que mais disfarçou o sabor peculiar do colágeno, sendo utilizada uma sala de luz branca na Fatec/Marília-S.P. Os julgadores receberam uma amostra em pó (10 g) de cada sabor com a marca de colágeno “1”, destacadas por três dígitos aleatórios, que foram diluídas pelos provadores em 150 mL de água potável em temperatura ambiente, sendo este o teste de solubilidade. Foram utilizados copos descartáveis de 200 mL.

Participaram desta avaliação sensorial 31 provadores não treinados, de ambos os sexos, discentes e colaboradores da Faculdade, que responderam um teste de aceitação, com questionário descritivo de escalas hedônicas, variando de 1 (desgostei extremamente) a 9 (gostei extremamente) para aprovação dos quesitos: aparência, cor, aroma, sabor, solubilidade e avaliação geral, e variando de 1 (nunca tomaria) a 7 (tomaria sempre) para avaliação do nível de aceitação do produto (15).

Após a escolha do sabor que melhor disfarçou o colágeno, foi feito um segundo teste sensorial de aceitação, com três diferentes marcas de colágenos tipo 1 de três marcas comerciais (codificadas aleatoriamente), incluindo a que “1”, na qual foram distribuídas amostras com 10 g para provadores não treinados, de ambos os sexos, diluídas em 150 ml de água potável a temperatura ambiente em copos plásticos descartáveis de 200 mL e consumidas imediatamente. Devido à suspensão das aulas pela pandemia do Covid-19, os provadores foram alunos e colaboradores da academia Força Máxima, no Distrito Industrial, da cidade de Marília, colegas de trabalho e familiares das autoras, residentes em diferentes cidades.

A análise sensorial ocorreu na última quinzena do mês de abril de 2021, participaram desta segunda etapa 62 julgadores, que responderam à um novo teste de aceitação, com questionário descritivo de escalas hedônicas, com a variação da escala sendo de 1 (detestei) a 5 (adorei) para aprovação do produto em relação à solubilidade, aparência, sabor, aroma, cor e aspectos globais, e de 1 (certamente não compraria) a 5 (certamente compraria) de acordo com a intenção de compra (15).

Os dados obtidos em ambas as análises sensoriais foram analisados pelos testes estatísticos da ANOVA, complementado com o Teste de *Tukey* e para os dados do grau de aceitação foi aplicado o Teste de Qui-quadrado, no nível de 5% de significância. O software estatístico utilizado foi *BioEstat* 5.3 (16, 17).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o primeiro resultado da análise sensorial, obteve-se um público onde a maioria foi do gênero feminino (67,7%) e não possuía o hábito de consumo de colágeno (83,9%), conforme pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 – Hábito de consumo de colágeno, faixa etária e sexo dos provadores da primeira análise sensorial da bebida à base de colágeno nos sabores de frutas vermelhas, coco e chocolate.

CARACTERÍSTICAS		PROVADORES	%
Consumo de colágeno	Sim	5	16,1
	Não	26	83,9
Faixa etária	18-30	16	51,6
	31-40	9	29,0
	41-50	5	16,1
	51-59	1	3,2
Sexo	Feminino	21	67,7

Masculino

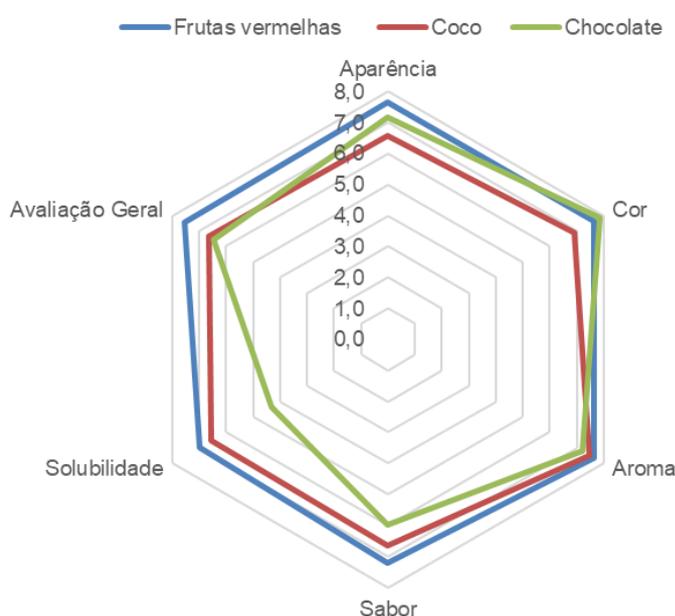
10

32,3

Fonte: Elaborado pelas autoras

O Gráfico 1 e a Tabela 3, representam a média dos resultados obtidos a partir dos julgamentos realizados pelos provadores na avaliação sensorial, sendo que a Tabela 3 também inclui os desvios-padrão. No Gráfico 1 nota-se que o sabor chocolate obteve a melhor média para o quesito cor e o sabor frutas vermelhas obteve melhor média para todos os outros quesitos avaliados (aparência, aroma, sabor, solubilidade e avaliação geral).

Gráfico 1 – Resultados das médias dos atributos, solubilidade e avaliação geral para as bebidas à base de colágeno nos três sabores de frutas vermelhas, coco e chocolate, avaliados pelos julgadores.



Fonte: Elaborado pelas autoras

Com base na Tabela 3, percebe-se que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) para a avaliação de cor entre as bebidas de frutas vermelhas e de chocolate, já o coco apresentou nota inferior as mesmas. Os sabores de coco e chocolate na avaliação geral não tiveram diferença significativa, com $p > 0,05$, e a bebida a base de colágeno do sabor frutas vermelhas, foi escolhida como a mais aceita. Devido principalmente à sua avaliação geral ter obtido uma diferença significativa ($p < 0,05$) maior que os sabores de coco e chocolate, além disso, para o sabor e aparência também obtiveram numericamente as melhores notas, mesmo não obtendo diferença significativa com o sabor chocolate, esta última bebida também apresentou notas dos atributos semelhantes à bebida sabor coco, portanto, demonstra que a bebida de frutas vermelhas teve uma pontuação numericamente maior.

Pesquisadores obtiveram nota $7,43 \pm 1,42$ no quesito avaliação geral de sua barra de cereal enriquecida com colágeno (5), apontando um resultado significativamente próximo do encontrado na bebida de colágeno saborizada com frutas vermelhas estudada no presente trabalho, está também obteve avaliação bastante semelhante a amostra número 4 do estudo de (18) sobre bebidas lácteas fermentadas utilizando soro de ricota e colágeno hidrolisado, cuja amostra com melhor avaliação alcançou nota de 7,5 na impressão global.

A bebida de colágeno com saborizante de frutas vermelhas discutida neste trabalho, também obteve notas próximas às encontradas no sorvete de iogurte (*frozen*) com colágeno,

biomassa de banana verde e frutas vermelhas desenvolvido por (19) cuja média de aceitação global foi 7,6. Tal sorvete alcançou maior nota no quesito sabor, atingindo média 7,3, enquanto a bebida de colágeno alcançou 7,2 e menores notas nos quesitos aparência (7,2 e 7,6 para o sorvete e a bebida de colágeno, respectivamente) e odor/aroma (na qual o sorvete pontuou 7,4 e a bebida de colágeno 7,6).

Tabela 3 – Resultados da análise estatística (média e desvio-padrão) das três bebidas à base de colágeno com sabores de frutas vermelhas, coco e chocolate.

Atributos	Sabores		
	Frutas vermelhas M ± DP	Coco M ± DP	Chocolate M ± DP
Aparência	7,6 ± 1,0 b ¹	6,6 ± 1,8 a	7,2 ± 1,3 ab
Cor	7,6 ± 1,0 b	6,9 ± 1,4 a	7,9 ± 0,8 b
Aroma	7,6 ± 1,3 a	7,5 ± 1,3 a	7,2 ± 1,5 a
Sabor	7,2 ± 1,2 b	6,6 ± 1,9 a	6,0 ± 1,7 ab
Solubilidade	7,0 ± 1,6 b	6,5 ± 1,9 b	4,3 ± 1,6 a
Avaliação geral	7,5 ± 1,1 b	6,6 ± 1,4 a	6,5 ± 1,2 a

Fonte: Elaborado pelas autoras

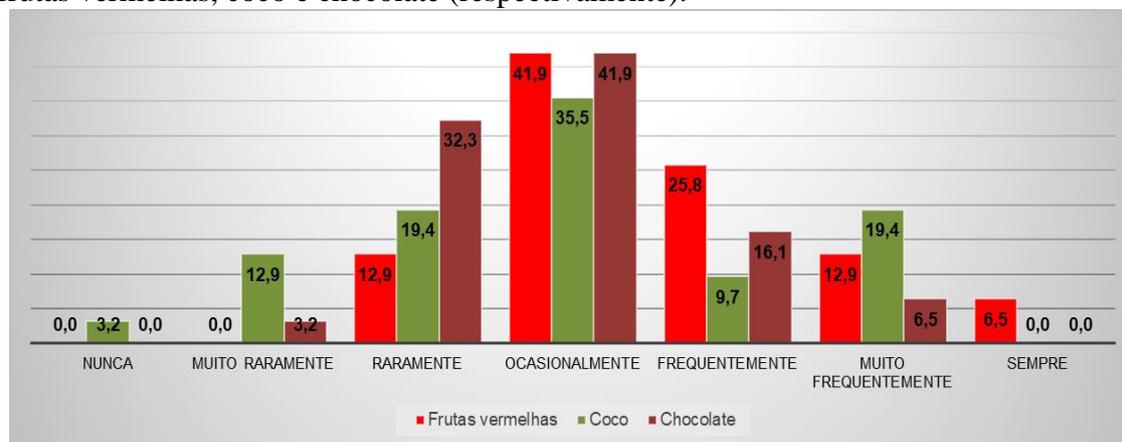
M = média, DP= desvio padrão

(1) Médias seguidas de, pelo menos, uma letra não difere entre si.

O Gráfico 2, por sua vez, representa a intenção de compra das bebidas à base de colágeno nos sabores de frutas vermelhas, chocolate e coco, constata-se que o sabor de coco foi o único que recebeu votos para “nunca compraria” (3,2%) e somente o sabor frutas vermelhas recebeu votos para “sempre compraria” (6,5%).

Notas semelhantes de intenção de compra foram observadas para as amostras de frutas vermelhas e chocolate, e ambas obtiveram maior nota na opção “ocasionalmente compraria” (41,9%), se assemelhando a barrinha de cereal enriquecida com colágeno de (5) que tiveram a maioria das avaliações (41,12%) em “provavelmente compraria”, enquanto a amostra número 4 da bebida láctea de (18) foi a mais aceita comercialmente, com 44% dos julgamentos em “certamente compraria”.

Gráfico 2 – Intenção de compra (%) das três bebidas à base de colágeno nos sabores de frutas vermelhas, coco e chocolate (respectivamente).



Fonte: Elaborado pelas autoras

O resultado da segunda análise sensorial, obteve um público onde a maioria não possui o hábito de consumir colágeno (61,29 %).

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 4, pode se observar que as amostras de colágeno 1 e 2 apresentaram melhor aceitação que a amostra de colágeno 3 onde os resultados ficaram na região de não aceitação, ou seja, acima de 2, entre as categorias “não gostei” e “indiferente”.

O atributo solubilidade é um dos mais importantes quando se está avaliando sensorialmente uma bebida a base de colágeno, já que de acordo com a literatura o colágeno, por ser uma proteína retirada do tecido conjuntivo, se mostra pouco solúvel em água (20). Para a solubilidade, a amostra de colágeno 1 obteve 82% de aceitação e a amostra de colágeno 2 obteve 76%, estatisticamente não obtiveram diferença ($p > 0,05$). O menor valor de aceitabilidade para a solubilidade ficou com a amostra 3 que apresentou 56% da aprovação dos avaliadores.

Na avaliação da solubilidade deve-se ainda levar em conta o corpo da bebida quando consumido. Coágulo com grumos, corpo fraco e problemas com a viscosidade são defeitos que podem levar à rejeição por parte dos consumidores (21).

Para os atributos aparência e sabor os valores médios das amostras 1 e 2 variaram entre 3,7 (indiferente) e 4,3 (gostei) e para a amostra 3 foi de 2,9 (não gostei), resultados semelhantes foram encontrados por (18), em amostras de bebidas lácteas fermentadas utilizando soro de ricota e colágeno hidrolisado.

As amostras de bebida láctea funcional de soro de leite e isolado proteico de soja funcional demonstraram que para o atributo aparência foram caracterizados menores escores pelos provadores, devido à presença de grumos, sinerese na superfície e cor do produto (21).

Todavia os resultados revelaram que o aroma foi bem aceito pelos provadores, isto pode ser devido as frutas vermelhas, que tem o aroma mais acentuado e apreciado por grande parte dos provadores.

Para se obter uma resposta da aceitabilidade global e percepção dos avaliadores quanto a intenção de compra, as amostras avaliadas do colágeno 1 apresentaram média de 4,5, correspondendo a 90% de aceitabilidade. Esses resultados foram positivos, uma vez que bons índices de aceitabilidade são considerados a partir 70% (22).

Apesar da amostra do colágeno 2 não ser preferida, obteve um bom índice de aceitabilidade, o que pode direcionar maiores pesquisas para o seu desenvolvimento. Outro fato relevante é que a maior parte dos escores hedônicos para as amostras de colágeno 1 e 2 encontraram-se na parte positiva da escala utilizada, ou seja, entre as notas 3,5 e 4, como pode-se observar na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados das médias dos atributos, solubilidade, aspecto global e intenção de compra dos três colágenos hidrolisados com frutas vermelhas.

Atributos	Colágeno 1	Colágeno 2	Colágeno 3
Solubilidade	4,1 ± 0,7a	3,8 ± 1,1a	2,8 ± 0,9b
Aparência	4,1 ± 0,8a	4,0 ± 0,7a	2,9 ± 0,9b
Sabor	4,3 ± 0,9a	3,7 ± 1,3b	2,9 ± 1,0c
Aroma	4,4 ± 0,8a	4,0 ± 1,3ab	3,6 ± 1,1b
Cor	3,8 ± 0,9a	3,6 ± 0,7a	3,0 ± 1,0b
Aspecto global	4,3 ± 0,7a	3,9 ± 1,1b	2,8 ± 0,9c
Intenção de compra	4,5 ± 0,8a	4,0 ± 1,4b	2,5 ± 1,0c

Fonte: Elaborado pelas autoras

(1) Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si na comparação de colágeno

O colágeno pode prover de diversas origens, sendo assim varia em sua composição de acordo com o local de onde foi extraído e forma de obtenção influenciando na qualidade do produto (23).

Resultado semelhante foi encontrado por (24), que observaram que a baixa aceitação de uma amostra comercial de iogurte sabor ameixa ocorreu devido esta ser muito espessa e arenosa, conforme relato dos provadores.

CONCLUSÕES

A comparação sensorial entre os sabores de coco, chocolate e frutas vermelhas, demonstrou que este último foi o escolhido na avaliação geral, ou seja, obtendo média de 7,5 na escala hedônica de nove pontos, com diferença significativa ($p < 0,05$), entre as duas amostras. Os sabores chocolate e coco não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) dentro dos atributos avaliados, diferindo apenas na intenção de compra onde o sabor coco recebeu votos para “nunca compraria” (3,2%).

Foi possível observar através dos resultados da segunda análise sensorial que as bebidas com colágeno 1 e 2 obtiveram melhores resultados, com diferença significativa ($p < 0,05$), na solubilidade, e nos atributos aparência, aroma e cor. Porém, a amostra 1 obteve notas superiores, em relação aos dois outros colágenos, no aspecto global, intenção de compra e no atributo sabor, demonstrando que a bebida com colágeno 1 sabor de frutas vermelhas seria a melhor opção para o atual mercado consumidor.

REFERÊNCIAS

1. Vidal AMDDO et al. A ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição da incidência de doenças. Caderno De Graduação - Ciências Biológicas e da Saúde. 2012; 1:43-52.
2. Brasil. Ministério da Saúde (1999). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos, constante do anexo desta portaria. Diário Oficial da União. Brasília, 03 mai. 1999.
3. Prestes RC. Colágeno e seus derivados: características e aplicações em produtos cárneos. J. Health Sci. 2013; 15(1).
4. Kede MP, Sabatovich O. Dermatologia Estética. São Paulo: Atheneu; 2009.
5. Ferreira PM et al. Caracterização e aceitabilidade de barras de cereais enriquecidas com colágeno hidrolisado. Ver. Virtual de Química. 2018;10(1).
6. Camargos R. Brasileiros trocam bebidas açucaradas por produtos mais saudáveis. Anufood Brazil [Internet]; 2019 [acesso em: 13 de setembro de 2019]. Disponível em: <https://www.anufoodbrazil.com.br/imprensa/brasileiros-trocam-bebidas-acucaradas-por-produtos-mais-saudaveis/>.

7. Alves AT. Análise sensorial: uma ferramenta analítica para Desenvolvimento de produtos alimentícios. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Vitória de Santo Antão: Centro Acadêmico de Vitória da Universidade Federal de Pernambuco; 2019.
8. Barboza LMV; Freitas RJS; Waszczyński N. Desenvolvimento de produtos e análise sensorial. *Brasil alimentos*. 2003; 18:34-35.
9. Mokarzel PFR. Aromas – Essencial na conquista de consumidores. *Revista It Ingredientes e Tecnologia*. 2020; 47:28-29.
10. Lamounier ML et al. Refrigerante de frutas vermelhas: Desenvolvimento, Teste Físico-químico, Microbiológico e Sensorial. *HOLOS*. 2019; 2:1-24.
11. Teixeira RM. Elaboração e análise sensorial de bebidas esportivas pós-treino a base de leite com café e cacau [dissertação]. Brasília: Universidade de Brasília; 2019.
12. D’el-rei, J; Medeiros F. Chocolate e os benefícios cardiovasculares. *Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto*. 2011; 10(3).
13. Knibel MPA. Influência da ingestão de flavonoides do cacau sobre o comportamento da pressão arterial e da função endotelial em hipertensos primários estágio I. [dissertação]. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro; 2009.
14. Gonçalves DP; De Souza RS. Coco: análise do seu aproveitamento e utilização na gastronomia. *Revista de Gastronomia*. 2019;1(1).
15. Teixeira LV. Análise sensorial na indústria de alimentos. *Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”*. 2009; 366:12-21.
16. Ayres M; Ayres Jr. M; Ayres DL; Santos AAS. *BioEstat: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas*. Sociedade Civil Mamirauá. MCT-CNPq; 2007.
17. Bussab WO; Moretti PA. *Estatística Básica*. 9. ed. Saraiva; 2017.
18. Gerhardt A et al. Características físico-químicas e sensoriais de bebidas lácteas fermentadas utilizando soro de ricota e colágeno hidrolisado. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*. 2013; 390:41-50.
19. Fernandes RCS et al. Desenvolvimento e avaliação sensorial de sorvete de iogurte (frozen) funcional com biomassa de banana verde e frutas vermelhas. *Revista uningá review*. 2017; 30(2).
20. Costa FT. Extração de colágeno da pele de tilápia do Nilo com protocolo ácido. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Campo Mourão: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2019.
21. Gomes RG; Penna ALB. Características reológicas e sensoriais de bebidas lácteas funcionais. *Semin Cienc Agrar*. 2009; 30:629-646.

22. Chuproski APGDF; Los PR; Judacewski P; Simões DRS; Salem RDS. Desenvolvimento e Avaliação de Iogurte Adicionado de Colágeno e Goma Xantana. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*. 2020; 3:3579-3589.
23. Salem RDS; Judacewski P; Los PR; Costantin FAB. Sorvete Produzido com Baixo Teor de Gordura e Adição de Colágeno Hidrolisado: Avaliações Físico-Químicas, Instrumentais e Sensoriais. X Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica do Paraná, 2020.
24. Gutierrez EMR; Zibordi G; Souza MC. Avaliação físico-química e sensorial de leites fermentados probióticos. *Ver. do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*. 2012; 67:22-29.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-3>

Capítulo 3

DOSES DE FÓSFORO E INOCULAÇÃO COM *Bradyrhizobium* NAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO FEIJÃO-CAUPI

Jorge Bleno da Silva Verssiani ¹; Marco Antônio da Silva Verssiani ²; Inácio Barbosa Borges ³, Alisson Macendo Amaral ⁴, Tainara da Silva Caixeta ⁵

¹Engenheiro Agrônomo/Mestrando em Fitopatologia – Departamento de Fitopatologia - UnB; E-mail: jorge.verssiani@aluno.unb.br, ²Estudante do curso Engenharia Agrônômica – Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - IFNMG – *Campus* Arinos; E-mail: marcoverssiani30@gmail.com, ³Docente do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - IFNMG – *Campus* Arinos; E-mail: inacio.borges@ifnmg.edu.br, ⁴Docente do departamento de Hidráulica e Irrigação - Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - IFNMG – *Campus* Arinos; E-mail: alisson.amaral@ifnmg.edu.br, ⁵Engenheira Agrônoma – Faculdade de Agronomia Medicina Veterinária (FAV) – UnB; E-mail: tainarasilvacaixeta@gmail.com

RESUMO: O feijão-caupi é considerado uma das leguminosas mais cultivadas no mundo, sendo importante fonte de proteína para a alimentação humana. Uma prática crescente nos últimos anos é o uso de inoculantes com estirpes de bactérias do gênero *Rhizobium*, as quais intervêm na fixação do nitrogênio atmosférico ao solo pelas leguminosas. Objetivou-se com este trabalho avaliar a interação entre diferentes doses de fósforo adicionadas ao solo e ausência e presença de inoculação com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* na cultura do feijão-caupi, em Arinos-MG. O experimento foi conduzido em vasos com capacidade de 12 L. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso no esquema fatorial 4 x 2, com seis repetições, sendo os tratamentos do Fator A constituídos pelas seguintes doses: 0, 45, 90 e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅, aplicados ao solo, e do Fator B: ausência e presença de inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* estirpe 3262. Foram avaliadas as características alométricas e produtivas: vagens por planta, número de grãos por vagem, o comprimento de vagem, massa de cem grãos, massa seca da raiz e a produtividade de grãos. Não houve interação entre os fatores estudados, apenas efeito isolado nas variáveis analisadas. As doses de P influenciaram todas as variáveis em estudo, enquanto que, os tratamentos sem ou com inoculação influenciaram apenas o número de vagem por planta e a produtividade. A dose de fósforo com máxima eficiência econômica foi de 164,64 kg ha⁻¹ de P₂O₅, resultando em produtividade média de 3650 kg ha⁻¹ de grãos de feijão-caupi.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*; ADUBAÇÃO FOSFATADA; FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO; PRODUTIVIDADE

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.), também conhecido como feijão-de-corda ou feijão-macassar, originário na África, é uma das fabáceas mais cultivadas no mundo, constituindo-se em uma importante fonte de proteína para a alimentação humana

com expressiva distribuição nas regiões tropicais do mundo, principalmente no sertão, por ser um alimento de baixo custo. Uma das principais características dessa cultura é a obtenção do nitrogênio atmosférico via associação com bactérias do solo do grupo rizóbio (1). A produção nacional (2), com destaque para as regiões Norte e Nordeste, suas principais produtoras. A produção dessa Fabaceae, propicia fonte de emprego e renda, com destaque para pequenos agricultores (3). Nos últimos anos, têm ganhado espaço em Minas Gerais, como no Noroeste do estado (4) devido às condições favoráveis, justificando sua adaptação e utilização como cultura de subsistência.

A produção de feijão-caupi está direcionada, principalmente, para atender o consumo de grãos secos, contudo, está crescendo a demanda por vagens ou grãos verdes debulhados, aumentando assim sua importância (5). As cultivares de feijão-caupi apresentam alta variabilidade genética, determinando um conjunto de características morfofisiológicas, o que a torna capaz de responder à diferentes condições de solo e clima das regiões de produção (6).

A utilização de adubos químicos que contenham fósforo (P) e nitrogênio (N), dentre outros são frequentes na agricultura e representam um elevado custo de produção para o agricultor, que podem ser reduzidos com a utilização de inoculantes. O fósforo é o macronutriente primário extraído em menor quantidade pelo feijoeiro caupi, entretanto, é o que mais limita sua produção e, considerando que os solos predominantes no Cerrado são Latossolos, com elevada acidez e reduzida disponibilidade de fósforo, constitui fator limitante à produção vegetal (7); (8).

As plantas absorvem o P da solução do solo, e considerando que estes teores são baixos, esse nutriente torna-se um fator limitante na produção. A maioria dos solos do cerrado apresentam óxidos de ferro, óxidos de alumínio e argilas do grupo caulinita, manifestando-se em reação ácida ou moderadamente ácida, condição esta geradora de cargas positivas nesses materiais, portanto, capazes de reter em sua superfície vários tipos de ânions entre eles os fosfatos, fenômeno conhecido por adsorção específica (9). Na maioria dos casos é necessário haver maior quantidade de fósforo do que é exigida pelas culturas, para suprir à demanda desse nutriente, especialmente em áreas novas e solos pouco férteis (10).

O N é constituinte fundamental das proteínas, e, portanto, tem um papel essencial em todas as atividades enzimáticas, enquanto o P está intimamente envolvido na transferência de energia dentro da célula (ATP e NADPH) e, juntamente, é um elemento estrutural importante dos ácidos nucléicos (11). É utilizando dessa energia que a semente germina, efetua fotossíntese, nutre as bactérias fixadoras do N₂, absorve de forma ativa os nutrientes do solo e sintetiza vários compostos orgânicos (12). A prática de inoculação é uma operação agrícola manual ou mecanizada, realizada previamente à semeadura da cultura, por meio da qual se possibilita, via inoculante (veículo), o contato físico entre a bactéria fixadora do nitrogênio (N₂) e a planta hospedeira, com o objetivo de se estabelecer o processo simbiótico da fixação biológica de nitrogênio (FBN) no sistema radicular (13). Para Zilli *et al.* (14) a exploração da fixação biológica de nitrogênio (FBN) por meio da prática de inoculação das sementes com estirpes de bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, por exemplo, podem elevar a produtividade do feijão-caupi, baixar custos de produção e elevar a renda do produtor rural. Este processo constitui-se em uma alternativa para a substituição, parcial ou total, de adubos nitrogenados, além de diminuir custos de produção e reduzir os combustíveis fósseis utilizados para a fabricação de fertilizantes nitrogenados (15).

O uso de inoculantes com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* têm se mostrado eficientes na FBN em condições de campo sendo uma estratégia importante para o aumento da produtividade do feijão-caupi, com destaque para a estirpe BR 3262 (SEMIA 6464) de *Bradyrhizobium japonicum* (16). A atividade da enzima nitrogenase, responsável pela FBN, é dependente de energia na forma de ATP, isso explica o porquê de as leguminosas responderem mais à adubação fosfatada quando comparada com culturas não noduladas (17). Na bactéria, o fósforo auxilia na ativação do gene para a síntese da nitrogenase (18) e em muitos casos, a taxa de fixação de N parece ser controlada pela razão N e P no solo (19).

Mesmo diante de vários estudos disponíveis na literatura, ainda são insuficientes as informações a respeito da influência da adubação fosfatada nas características agrônômicas e produtivas do feijão-caupi, principalmente àquelas relacionadas à inoculação com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. Com base nessa informação, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a interação entre dose de fósforo e inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* nas características alométricas e produtivas do feijão-caupi variedade ‘BRS Imponente’.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido entre o mês de junho a outubro de 2019 em ambiente protegido localizado na área experimental do Instituto Federal – Campus Arinos, cujas coordenadas são: latitude 15°55'12.75" S, e longitude 46° 8' 5.57" O, e altitude de 525,0 m. O clima predominante da região é do tipo Aw (clima tropical com estação seca de inverno) (20). O experimento foi conduzido em vasos com capacidade para 12 L. Os mesmos eram compostos de 9 dm³ de um Latossolo Vermelho distrófico (LVd) de textura argilosa acomodado sob 2 dm³ de brita n° 1 que serviu de elemento filtrante. O solo utilizado no estudo foi coletado também em área experimental do IFNMG – *Campus Arinos* em camada agricultável com profundidade entre 20-40 cm.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 2 com 6 repetições, totalizando 8 tratamentos e 48 unidades experimentais (1 planta de por vaso). Os tratamentos foram compostos pela combinação entre quatro doses de fósforo (0, 45, 90 e 180 kg ha⁻¹) (Fator A) e presença e ausência de inoculação com estirpe de *Bradyrhizobium japonicum* (Fator B). A cultura semeada foi o feijão-caupi, cultivar ‘BRS Imponente’ fornecida pela Embrapa Meio-Norte.

Antes da semeadura, procedeu-se a calagem, esta realizada com base na análise de solo (Tabela 1), para elevação da saturação por bases para 55%, segundo recomendações de Sousa e Lobato (21). A correção da acidez foi realizada aplicando-se calcário dolomítico filler, em seguida mantendo o solo incubado em vasos por 40 dias e umidade acima 60% da capacidade de campo.

Tabela 1. Caracterização química e granulométrica de amostra do Latossolo Vermelho Distrófico coletado na camada de 0,2-0,4 m de profundidade. Laboratório Nativa Agrícola, Formosa-GO.

pH	P	K	C	M	H	A	S	CT	M.	Are	Sil	Argi	
			a	g		1	B	C	O.	ia	te	la	
CaC l ₂	(mg dm ⁻³)		-----		cmolc dm ⁻³	-----			g dm -3	-----	g kg ⁻¹	-----	
4,5	3,1 2	10 2	1, 2	0,4 3	5,2 6	0,1 4	1,88	7,3	25, 8	22, 7	3 4 9	19 0 1	4 6 1

P, K, Na: Extrator Mehlich 1; Al, Ca, Mg: Extrator KCl 1M. Fonte: autores.

A adubação foi realizada com base na análise de solo e na recomendação de adubação de Ribeiro e colaboradores, 1999 (22) para a cultura do feijoeiro e as doses convertidas para a capacidade de 9 dm³ de solo/vaso. A adubação fosfatada foi realizada via solo em vasos casualizados de acordo com o Fator A (doses de fósforo) tendo como fonte de P₂O₅ o superfosfato simples, em combinação com o fator B (ausência e presença de inoculação). Todos os vasos receberam o equivalente a 20 kg ha⁻¹ de K₂O antes da semeadura na forma de cloreto de potássio (KCl) e não receberam adubação nitrogenada mineral.

Para os tratamentos que receberam inoculação, as sementes de feijão-caupi foram desinfetadas, imergindo-as em álcool 70% por 30 segundos e hipoclorito de sódio a 2% por 3 minutos e 10 lavagens sucessivas com água destilada (23). Posteriormente as mesmas foram inoculadas à sombra 4 horas antes do plantio com estirpe de *B. japonicum* BR 3262 (SEMIA 6464) com proporção de 1,0 kg do inoculante turfoso para cada 100 kg de sementes, utilizando-se uma solução açucarada a 10% (100 g de açúcar para 1 L de água) para melhor aderência do inóculo. A seguir (Tabela 2) é possível observar os tratamentos da interação entre os fatores estudados.

Tabela 2. Distribuição dos tratamentos quanto ao Fator A (doses de fósforo) em combinação com o fator B (com e sem inoculação).

Doses de P (Fator A)	Inoculação (Fator B)	
	SEM (SI)	COM (CI)
0 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ (P0)	P0 SI	P0 CI
45 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ (P45)	P45 SI	P45 CI
90 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ (P90)	P90 SI	P90 CI
180 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ (P180)	P180 SI	P180 CI

Fonte: autores.

A semeadura foi realizada manualmente, colocando-se quatro sementes por vaso, com posterior desbaste entre 4 e 6 DAE, permanecendo-se apenas uma planta por vaso.

As irrigações foram realizadas de forma manual e diariamente, usando-se a metodologia do balanço hídrico do solo por lisímetro de drenagem (24), visando a manutenção da umidade do solo próximo à capacidade de campo para todos os tratamentos. Para tal, o procedimento adotado foi a elevação da umidade com adição de volume de água conhecido até ocorrência de drenagem, momento este que eram contabilizados, os volumes aplicados e drenados e, por diferença, o volume retido. O volume retido médio em 4

unidades experimentais destinadas a esse fim, eram repostos à unidades experimentais casualizadas.

Os dados temporais mensurados durante o experimento foram as temperaturas máximas e mínimas e a umidade relativa, por meio de um termo-higrômetro digital Instrusul INS-1301. O controle de plantas invasoras foi realizado manualmente. Utilizou-se o controle fitossanitário químico apenas ao final do ciclo para a dessecação pré-colheita visando uniformidade na maturação dos grãos, mediante a uma aplicação do ingrediente ativo dibrometo de diquate (200 g/L) do grupo químico bupiridílio.

A colheita manual foi efetuada quando as vagens estavam totalmente secas, operação esta realizada aos 74 e 82 DAE em função do tempo de maturação, variável em decorrência dos tratamentos usados. Logo após a colheita foram avaliadas as características alométricas: número de vagens por planta (NVP) e o número de grãos por vagem (NGV) por meio de contagem visual e, o comprimento de vagem (COMPV) por meio de uma régua graduada. Avaliou-se também as características produtivas: massa de cem grãos em gramas (M100G), massa seca da raiz (MSR) por meio de balança analítica Marte, AY220 e precisão de 0,0001 g e a produtividade de grãos (PROD) g planta⁻¹. Para obtenção da variável MSR, submeteu-se a secagem em estufa de circulação de ar forçada regulada à temperatura de 70±5°C até peso constante. Já para a obtenção das variáveis M100G e a PROD, seguiu-se a metodologia de Ribeiro e colaboradores, 2014 na qual os grãos obtidos, foram secos na mesma estufa citada anteriormente (65 a 70°C), até umidade média de 13%, quando se determinaram M100G e a PROD (25).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando significativos pelo teste F, as médias dos fatores quantitativos foram analisados por meio de regressão polinomial e os fatores qualitativos ao teste de Tukey (P < 0,05), utilizando-se o programa estatístico SISVAR versão 5.6 (26).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados da análise de variância (Tabelas 3) verificou-se que não houve interação significativa entre os fatores, apenas efeito isolado nas variáveis analisadas. Observa-se que, as doses de P influenciaram em todas as variáveis em estudo, enquanto que, os tratamentos sem ou com inoculação influenciaram apenas NVP e PROD.

Tabela 3. Resumo da análise de variância das características alométricas e produtivas da cultivar de feijão-caupi ‘BRS Imponente’, submetido a doses de fósforo e ausência/presença de inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*, em Arinos – Minas Gerais, 2019.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios					
		NVP	NGV	COMPV	M100G	MSR	PROD
Bloco	5	0,571 ^{ns}	0,118 ^{ns}	0,972 ^{ns}	0,882 ^{ns}	1,08 ^{ns}	3,831 ^{ns}
Fósforo (P)	3	16,187**	32,092**	20,228**	21,594**	77,533**	637,094**
Inoculação (I)	1	2,520*	0,003 ^{ns}	0,437 ^{ns}	0,017 ^{ns}	1,688 ^{ns}	16,641*
(P x I)	3	0,187 ^{ns}	0,132 ^{ns}	1,219 ^{ns}	0,307 ^{ns}	0,843 ^{ns}	4,02 ^{ns}
Resíduo	35	0,512	0,217	0,621	0,606	0,562	2,443
CV (%)		9,220	7,700	5,370	2,210	4,090	9,090

NVP - Número de vagens por planta; NGV - Número de grãos por vagem; COMPV - comprimento de vagem; M100G - massa de 100 grãos; MSR - massa seca da raiz; PROD - produtividade de grãos; GL – Grau de liberdade, ^{ns} Não significativo, * e ** Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. Fonte: autores.

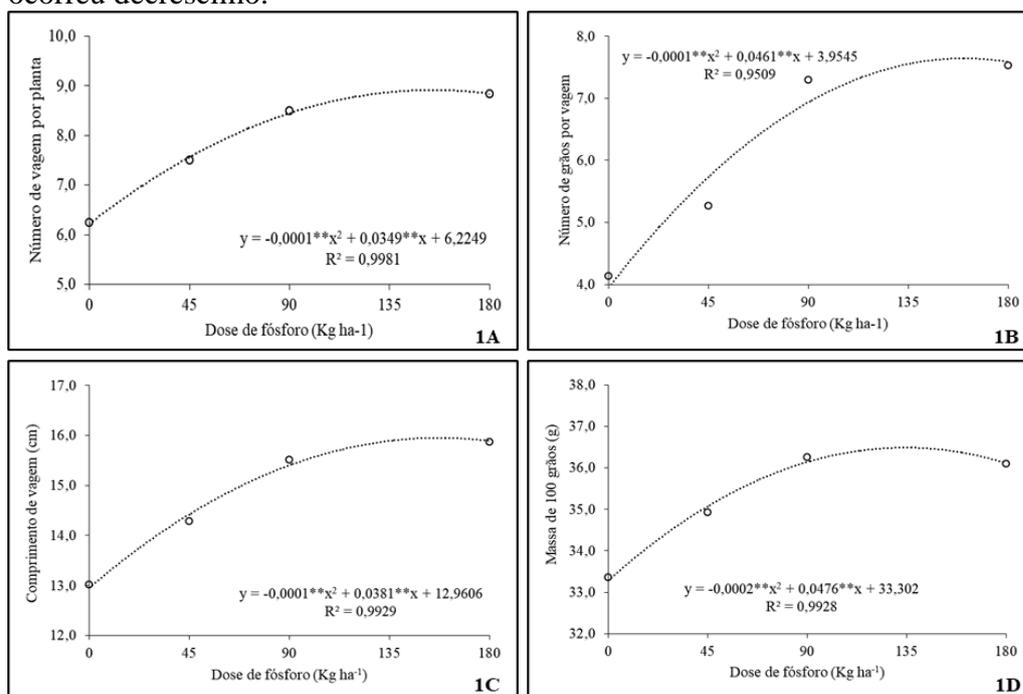
A seguir são mostrados os valores médios, de acordo com o teste de média para os tratamentos com ou sem inoculação (Tabela 4) e os modelos matemáticos ajustados para as doses de P (Figura 1).

Tabela 4. Comparação das médias do fator qualitativo, inoculação, para o feijão-caupi em função da interação das doses de fósforo aplicadas com e sem inoculante em ambiente protegido, em Arinos – Minas Gerais, 2019.

Fator Inoculação	Médias					
	NVP	NGV	COMPV (cm)	M100G (g)	MSR (g)	PROD (g planta ⁻¹)
Sem	7,542b	6,045a	14,57a	35,18a	3,90a	16,60b
Com	8,000a	6,061a	14,76a	35,14a	4,28a	17,77a
Geral	7,77	6,05	14,67	35,16	4,09	17,2

NVP - Número de vagens por planta; NGV - número de grãos por vagem, COMPV - comprimento de vagem; M100G - massa de 100 grãos; MSR - massa seca da raiz e PROD - produtividade de grãos. Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). Fonte: autores.

Os modelos que melhor se ajustaram aos dados observados, pela análise de regressão, foram os quadráticos, representados pela Figura 1. Percebe-se que, para todas as variáveis, houve crescimento até uma dose de P máxima, onde, a partir desse ponto, ocorreu decréscimo.



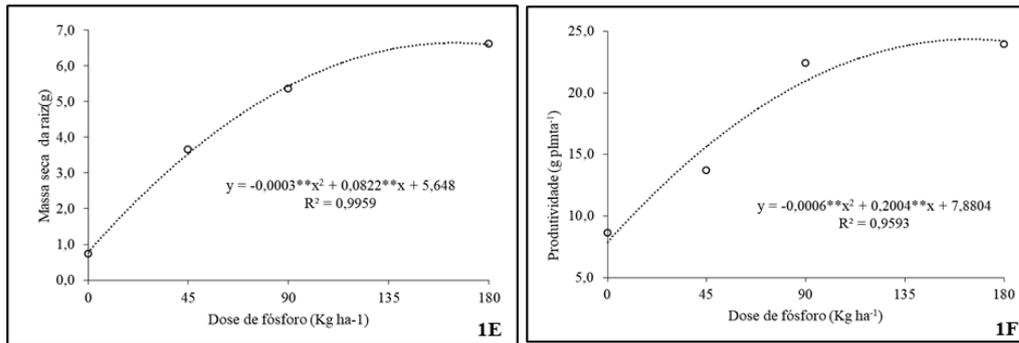


Figura 1 – A) Número de vagens por planta; B) número de grãos por vagem (NGV); C) comprimento de vagem; D) massa de cem grãos; E) massa seca da raiz e F) produtividade de grãos em função de doses de fósforo em feijão-caupi cultivar ‘BRS Imponente’, Arinos – Minas Gerais, 2019. Fonte: Autores.

Para o NVP o número máximo de vagens por planta, aproximadamente 9 vagens, é alcançado quando se utiliza uma dose de 158,64 kg ha⁻¹ de P₂O₅ estimada pelo modelo quadrático; portanto, houve crescimento desta variável até a dose citada com posterior decréscimo. A mesma variável apresentou um aumento significativo de 6,1% no NVP quando comparada a ausência de inoculação com *Bradyrhizobium*.

Coutinho e colaboradores (27) avaliando doses de fósforo na cultivar ‘BR14 Mulato’ de feijão-caupi verificaram um aumento da variável NVP com a adição de P ao solo. Segundo estes autores o incremento de vagens acontece, possivelmente, devido o P estimular o desenvolvimento radicular, favorecendo a formação dos primórdios das partes reprodutivas e, por consequência, a formação de grão. De acordo com Viana e colaboradores (28) o número de vagens por planta de feijão caupi é o componente primário que mais se correlaciona com a produtividade de grãos, e isso explica o porquê dos resultados obtidos neste experimento para NVP e PROD, responderem a inoculação.

De acordo com a figura 1B, o NGP máximo obtido foi 7,75 na dose de 160,07 kg ha⁻¹ de P₂O₅. O número de grãos por vagens respondeu ao aumento do nível de P no solo, corroborando com as pesquisas realizadas por Oliveira e colaboradores (29), e Nkaa e colaboradores (30). Assim como observado por Sousa e colaboradores (31), essa variável também não sofreu influência da inoculação com estirpe BR 3262 de *Bradyrhizobium japonicum* no feijão-caupi, pressupondo que seja uma característica mais ligada a morfologia da planta.

Para o COMPV (Figura 1C), observou-se que a ponto máximo alcançado foi de 15,98, quando utilizada uma dose de 158,75 kg ha⁻¹ de P₂O₅. O aumento significativo das doses de P para o COMPV também foi observado por Oliveira e colaboradores (29) na cultivar ‘BRS Novaera’, que em solo de textura média (P= 3,89 mg dm⁻³) constataram aumento do comprimento de vagem em função da adubação fosfatada, obtida na dose 210 kg ha⁻¹ P₂O₅ o comprimento de vagem de 14,99 cm. Assim como Batista, no ano de 2015, trabalhando com inoculação de rizóbios em feijão-caupi, não se observou variação no comprimento de vagens quanto à inoculação, por ser uma característica geneticamente determinada pela planta (32).

A variável M100G atingiu ponto máximo em eficiência do uso fósforo (Figura 1D) de 36,63 g quando se utiliza uma dose de 140 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Vidal e Junqueira Neto também obtiveram aumento da massa de 100 grãos em função da adubação fosfatada, reforçando sua correlação com a produtividade de grãos (33). Coutinho e colaboradores analisando a massa de mil grão de feijão-caupi ‘BR14 Mulato’ encontrou uma dose de

156,67 kg ha⁻¹ de P₂O₅, trabalhando em um Latossolo Amarelo álico (P_{Mehlich 1} = 1,3 mg dm⁻³) (27). Para essas condições, Vieira (34) observou que plantas cultivadas em solos com altos teores de fósforo passam a produzir grãos com maior massa e vigor quando comparado às plantas mal nutridas com este nutriente.

Para MSR (Figura 1E), observou-se que o ponto máximo foi 6,62 g quando a dose é de 164,12 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Esses valores de massa seca divergem dos resultados obtidos por Rocha (35), onde se observou valores de massa seca para os tratamentos sem inoculação de 2,19 e 2,02 g para as doses de 0 e 120 kg ha⁻¹ P₂O₅, respectivamente; no entanto para cultivar ‘BRS Novaera’ de feijão caupi.

A maior PROD é alcançada quando utilizada uma dose de 164,64 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Figura 1F), resultando em 24,34 g planta⁻¹ ou 3650 kg ha⁻¹ considerando uma população mínima de 150.000 plantas/hectare. Observa-se que, a partir dessa dose, a produtividade reduziria moderadamente em função do aumento do nível de P no solo e o custo de produção seria superestimado caso utiliza-se dose superior, como os 180 kg ha⁻¹.

Já para o fator inoculação viu-se que para o feijão-caupi inoculado as médias de PROD obtidas foram maiores do que o não inoculado com estirpe BR 3262, na ordem de 7,05%, ou seja, em termos percentuais resultaria em um aumento de 175,50 kg ha⁻¹ considerando as mesmas 150 mil plantas. O acréscimo na produtividade é obtido apenas com fornecimento de P em quantidades compatíveis com a exigência da cultura (36). Com base nessa informação Coutinho e colaboradores afirmam que aplicações de doses mais elevadas de fósforo são requeridas para que ocorra máxima expressão da produtividade de grãos (27). Por outro lado, Oliveira e colaboradores afirmam que plantas de feijoeiro deficientes em P reduzem o seu vigor, o número de vagem e produção de grãos, o que acarreta em menor produtividade (29).

Nascente e colaboradores avaliou positiva a correlação entre o teor de fósforo no grão e a produtividade (37). No entanto, viu-se nesse estudo, que a variedade ‘BRS Imponente’ respondeu até uma dose máxima, com posterior decréscimo. Em pesquisa realizada por e colaboradores (37) e Silva e colaboradores (38) também observaram que o feijão-caupi apresenta alta capacidade de resposta à adubação fosfatada.

CONCLUSÕES

Houve, a partir dos resultados obtidos, comportamento quadrático das variáveis influenciadas pelas doses de P. A dose de fósforo com máxima eficiência econômica foi de 164,64 kg ha⁻¹ de P₂O₅, resultando em produtividade média de 3650 kg ha⁻¹ de grãos de feijão caupi, quando estimados pelo modelo matemático ajustado. Houve crescimento da produtividade na ordem de 7,05% e de 6,10% no número de vagens de feijão caupi quando este foi inoculado com *Bradyrhizobium japonicum*.

AGRADECIMENTOS

Ao IFNMG – Campus Arinos pelo espaço e Embrapa Meio Norte pela doação das sementes de feijão-caupi.

REFERÊNCIAS

1. OLIVEIRA, E; MATARR, E. P. L; ARAÚJO, M. L; JESUS, J. C. S; NAGY, V. B. S. Descrição de cultivares locais de feijão-caupi coletados na microrregião Cruzeiro do Sul. Acre - Brasil, 2015, 12 p.

2. CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Perspectiva para a agropecuária. Brasília, v.6, p. 50, ago. 2018.
3. FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. Feijão caupi: avanços tecnológicos. v.5. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 191-210, 2005.
4. SILVA, O. F.; WANDER, A. E. Caracterização e avaliação econômica do sistema de cultivo de feijão-comum irrigado no Cerrado. Livro: **Capítulo** 3. 2019.
5. ADEWALE, B. D.; OKONJI, C.; OYEKANMI, A. A.; AKINTOBI, D. A. C.; AREMU, C. O. Genotypic variability and stability of some grain yield components of Cowpea. African Journal of Agricultural Research. v. 5, n. 9, p. 874-880, 2010.
6. PÚBLIO JÚNIOR, E.; MORAIS, O. M.; ROCHA, M. M.; PÚBLIO, A. P. B.; BANDEIRA, A. L. Características agronômicas de genótipos de feijão-caupi cultivados no sudoeste da Bahia. Científica, v.45, n.3, p.223-230, 2017.
7. YAMADA, T; ABDALLA, S. R. S. Simpósio destaca a essencialidade do fósforo na agricultura brasileira. Informações agronômicas. n. 102, p. 1-9, 2003.
8. UCHÔA, S. C. P.; ALVES, J. M. A.; CRAVO, M. S.; SILVA, A. J.; MELO, V. F.; FERREIRA, G. B.; FERREIRA, M. M. M. Fertilidade do solo. In: ZILLI, J. E.; VILARINHO, A. A.; ALVES, J. M. A. A cultura do feijão-caupi na Amazônia brasileira. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2009. p. 131-183.
9. VAN RAIJ, B. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres; Potafos, 1991.
10. CARVALHO, A. M. de; FAGERIA, N. K.; KINJO, T.; PEREIRA, I. P. de. Resposta do feijoeiro à aplicação de fósforo em solos dos Cerrados. Revista Brasileira de Ciência do Solo, p. 61-67, 1995.
11. MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1995. 902 p.
12. OLIVEIRA, I. P.; ARAÚJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica do nitrogênio. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Ed.). Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 169-221.
13. CÂMARA, G. M. S. Nitrogênio e produtividade da soja. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). Soja: Tecnologia de produção II. Piracicaba-SP. ESALQ/LPV, 2000. p. 295-339.
14. ZILLI, J. E.; MARSON, L. C.; MARSON, B. F.; RUMJANEK, N. G., XAVIER, G. R. Contribuição de estirpes de rizóbio para o desenvolvimento e produtividade de grãos de feijão-caupi em Roraima. Acta Amazonica, v. 39, n. 04, p. 749-758, 2009.

15. SOARES, A. L. L.; PEREIRA, J. P. A. R.; FERREIRA, P. A. A.; VALE, H. M. M.; LIMA, A. S.; ANDRADE, M. J. B.; MOREIRA, F. M. S. Eficiência agronômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em Perdões (MG). I – caupi. Revista Brasileira de Ciência do Solo. V.30 n.5, 2006.
16. ZILLI, J. É.; VALICHESKI, R. R.; RUMJANEK, N. G.; SIMÕES-ARAÚJO, J. L.; FREIRE FILHO, F. R.; NEVES, M. C. P. Eficiência simbiótica de estirpes de Bradyrhizobium isoladas de solo do Cerrado em caupi. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, p.811-818, 2006.
17. FAGAN, E. B.; MEDEIROS, S. L. P., MANFRON, P. A., CASAROLI, D.; SIMON, J.; NETO, D. D.; LIER, Q. J.; SANTOS, O. S.; MÜLLER, L. Fisiologia da fixação biológica do nitrogênio em soja – revisão. Revista da FZVA. Uruguiana, v.14, n.1, p. 89-106. 2007.
18. STOCK, J. B.; A. M.; MOTTONEN, J. M. Signal Transduction in Bacteria. Nature. v. 344, n. 6265, p. 395-400, 1990.
19. CHAPIN, D. M.; BLISS, L. C.; BLEDSOE, L. J. Environmental-Regulation of nitrogen fixation in a high arctic lowland ecosystem. Canadian Journal of Botany, v. 69, n. 12, p. 2744-2755, 1991.
20. KÖPPEN, W; GEIGER, R. Das geographischa System der Klimate. Gebr, Borntraeger, 1936. 44p.
21. SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: Correção do solo e adubação. Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados, 2002. 416p.
22. RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G; ALVAREZ, V. V. H. Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5^a aproximação. Viçosa, 1999. 306 - 307 p.
23. ARAÚJO, C. L.; GUALTER, R. M. R. Caracterização morfofisiológica de bactérias nativas de solos do Cerrado isoladas de nódulos de feijão-caupi. Revista Biotemas, V. 30, n. 1, p. 25-35, 2017.
24. SIMEÃO, M.; OLIVEIRA, A. E. S.; SANTOS, A. R. B.; MOUSINHO, F. E. P; RIBEIRO, A. A. Determinação da ETc e Kc para o feijão – fava (*Phaseolus lunatus* L.) na região de Teresina, Piauí. Revista Verde (Mossoró – RN - Brasil), v. 8, n. 2, p. 291 - 296, abr – jun , 2013
25. RIBEIRO, N. D.; DOMINGUES, L. S.; ZEMOLIN, A. E. M. Avaliação dos componentes da produtividade de grãos em feijão de grãos especiais. Científica, Jaboticabal, v.42, n.2, p.178–186, 2014.
26. FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, (UFLA), v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

27. COUTINHO, P. W. R.; SILVA, D. M. S.; SALDANHA, E. C. M.; OKUMURA, R. S.; SILVA JUNIOR, M. L. Doses de fósforo na cultura do feijão-caupi na região nordeste do Estado do Pará. Revista Agro@mbiente On-line, v. 8, n. 1, p. 66-73, janeiro-abril, 2014.
28. VIANA, T. O.; VIEIRA, N. M. B.; MOREIRA, G. B. L.; BATISTA, R. O.; CARVALHO, S. J. P.; RODRIGUES, H. F. F. Adubação do feijoeiro cultivado no norte de Minas Gerais com nitrogênio e fósforo. Rev. Ceres, Viçosa, v. 58, n.1, p. 115-120, jan/fev, 2011.
29. OLIVEIRA, G. A.; ARAÚJO, W. F.; CRUZ, P. L. S.; SILVA, W. L. M.; FERREIRA, G. B. Resposta do feijão-caupi as lâminas de irrigação e as doses de fósforo no cerrado de Roraima. Rev. Cienc. Agron., Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 872-882, out-dez, 2011.
30. NKA, F.A; NWOKEOCHA, O.W. IHUOMA, O. Effect of phosphorus fertilizer on growth and yield of cowpea. IOSR Journal of pharmacy and Biological sciences. V. 9, ed., (set-out. 2014), p. 74-82.
31. SOUSA, W. N.; BRITO, N. F.; BARROS, I. B.; SOUZA, J. T. R.; SIA, E. F., REIS, I. M. S. Resposta do feijão-caupi à inoculação de *bradyrhizobium japonicum*, adubação nitrogenada e nitrogênio do solo. Agroecossistemas, ISSN online 2318-0188, v. 10, n. 2, p. 298 – 308, 2018.
32. BATISTA, E. R. Feijão caupi submetido à inoculação combinada de rizóbio em solo de cerrado. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola -UFMT, Rondonópolis - MT, 2015.
33. VIDAL, L. S., JUNQUEIRA NETO, A. J. Efeito da densidade de plantas e de doses de fósforo sobre algumas características de duas cultivares de feijão. Ciência Prática, Lavras, v. 6, n. 2, p. 195-207, 1982
34. VIEIRA, R. F. Influência de teores de P no solo sobre a composição química, qualidade fisiológica e desempenho no campo de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Ceres, v. 33, n. 186, p. 173-188, 1986.
35. ROCHA, W. S. Inoculação e doses de fósforo em feijão caupi no sul do estado do Tocantins. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. UFT – Campus Gurupi, Gurupi – TO, 2016.
36. RESENDE, A. V.; NETO, A. E. F.; ALVES, V. M. C.; MUNIZ, J. A.; CURI, N.; LAGO, F. J. Resposta do milho a fontes e modos de aplicação de fósforo durante três cultivos sucessivos em solo da região do cerrado. Ciência e Agrotecnologia, v. 30, n. 3, p. 458-466, 2006.
37. ALVES, J. M. A.; ALBUQUERQUE, J. de A. A.; UCHÔA, S. C. P.; SILVA, A. J. da; SILVA, L. C. da; SANTOS, E. G. dos. Componentes de produção de uma linhagem de feijão caupi precoce consorciada com a mandioca no Lavrado de

- Roraima. Avanços tecnológicos no feijão caupi: anais. Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI, p. 98-101, 2001.
38. SILVA, A. J.; UCHÔA, S. C. P.; ALVES, J. M. A.; LIMA, A. C. S.; SANTOS, C. S. D.; OLIVEIRA, J. M.F.; MELO, V.F. Resposta do feijão-caupi a doses e formas de aplicação de fósforo em Latossolo Amarelo do Estado de Roraima. Acta Amazônica, Manaus, v. 40, n. 1, p. 31-36, 201

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-4>

Capítulo 4

PRODUÇÃO DE SOJA NA REGIÃO SUDESTE PAULISTA, SAFRA 2020/21

Everton Luis Finoto¹; Sérgio Doná²; Vera Lúcia Nishijima Paes Barros³; Marcelo Ticelli⁴; Luiz Antonio Dias de Sá⁵; José Luiz Bonatti⁶; Maria Beatriz Bernardes Soares⁷

¹Pesquisador Científico da APTA Regional Centro Norte E-mail: everton.finoto@sp.gov.br, ²Pesquisador Científico da APTA Regional Médio Paranapanema E-mail: sdon@sp.gov.br, ³Pesquisador Científico da APTA-IAC UPD Capão Bonito E-mail: vera.barros@sp.gov.br, ⁴Pesquisador Científico da APTA-IAC UPD Capão Bonito E-mail: marcelo.ticelli@sp.gov.br, ⁵Assistente Agropecuário CATI/CDRS Regional de Mogi Mirim E-mail: luiz.dias@sp.gov.br, ⁶Assistente Agropecuário CATI/CDRS Regional de Mogi Mirim E-mail: jose.bonatti@sp.gov.br, ⁷Pesquisador Científico da APTA Regional Centro Norte E-mail: maria.soares@sp.gov.br

RESUMO: A cultura da soja merece destaque por exercer uma relevante contribuição na melhoria dos sistemas produtivos paulistas, atuando principalmente na sucessão de culturas e reforma de áreas canavieiras. A definição cultivar mais adequada para cada região e cada sistema é de suma importância para se alcançar altas produtividades de soja. Objetivou-se com o presente estudo analisar a performance produtiva de 30 cultivares de soja em três municípios do sudeste de São Paulo, na safra 2020/21. Nos três locais os experimentos foram instalados no delineamento em blocos casualizados, e 3 repetições. As médias foram agrupadas através do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Avaliou-se a produtividade de grãos. Concluiu-se a adaptabilidade das cultivares comerciais, quanto a produtividade de grãos, varia nos locais avaliados dentro da região sudeste paulista e algumas apresentam potencial produtivo mais elevado a média nacional e também do estado de São Paulo.

Palavras-chave: cultivares; *Glycine max*; produtividade

INTRODUÇÃO

A cultura da soja merece destaque por exercer uma relevante contribuição na melhoria dos sistemas produtivos paulistas, atuando principalmente na sucessão de culturas e reforma de áreas canavieiras, pois além dos benefícios econômicos gerados através da produção de grãos, apresenta-se como uma excelente forma de fornecimento de nitrogênio para o solo por meio da fixação biológica de nitrogênio. (1) Para a obtenção de elevadas produtividades de soja é fundamental a escolha da cultivar mais adequada para cada região de produção.

De acordo com o levantamento da safra brasileira de grãos da Companhia Nacional de Abastecimento Agrícola - CONAB, para a safra 2019/20, a produtividade média nacional de soja foi 3.269 kg ha⁻¹ com crescimento de 2,7 % na área plantada, em relação

à safra anterior. No Estado de São Paulo a produtividade média foi de 3.567 kg ha⁻¹ com crescimento de 11,4 % na área plantada, atingindo 1.109.800 hectares. (2).

Avaliações de concorrência de cultivares são de suma relevância para a indicação de denominada área de cultivo, sendo que, genótipos com maior capacidade de adaptação proporcionam níveis superiores relacionados a produtividade e, o êxito relacionado à produtividade é influenciado pelo genótipo da variedade e pela sua influência mútua com as modificações do ambiente. (3).

No Estado de São Paulo, a soja recebe ênfase por exercer um proeminente apoio no avanço dos sistemas de produção do estado, agindo especialmente na sucessão de culturas e renovação de áreas de cana de açúcar, já que além dos acréscimos econômicos alcançados por meio da produção de grãos, proporciona uma excelente maneira de abastecimento de nitrogênio para o solo através da fixação biológica de nitrogênio. (4)

Cultivares de soja, em sua maioria, apresentam características de alta plasticidade, ou seja, capacidade de se adaptar às condições ambientais e de manejo, por meio de alterações na morfologia e nos elementos do rendimento. Tal característica tem correlação à adequação a altitude, latitude, fertilidade do solo, data de semeadura, população de plantas e espaçamentos entrelinhas distintos. Assim, é de suma importância ter conhecimento das interações entre esses quesitos para decidir práticas de manejo que beneficiem o acréscimo de rendimento de grãos da cultura, mesmo que os elementos de produtividade da soja se alterem, também, em função das cultivares escolhidas. (5). Diante desse contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho agrônomo de cultivares de soja instalados em três locais no sudeste do Estado de São Paulo, na safra de verão 2020/21.

MATERIAL E MÉTODOS

Na safra 2020/21 os ensaios para avaliação do desempenho agrônomo de cultivares de soja foram implantados em Unidades de Pesquisa e Desenvolvimento (UPD) do Instituto Agrônomo (IAC) pertencentes a Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), órgão estadual da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA) e em propriedade particular, nos seguintes municípios: Capão Bonito (UPD-APTA/IAC), Mogi Mirim (propriedade particular), Tatuí (UPD- APTA/IAC).



Figura 1 – Localização do ensaio de avaliação de cultivares de soja, na região sudeste paulista, safra 2020/21

Utilizou-se o delineamento estatístico de blocos casualizados com três repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de quatro linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,5 m, utilizando para as avaliações agrônômicas somente as duas linhas centrais.

A adubação e correção de solo foram realizadas, quando necessário, mediante resultados de análises do solo. Imediatamente antes da semeadura, as sementes foram submetidas à inoculação com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* e coinoculadas com estirpes de *Azospirillum brasilense* nas doses recomendadas do produto comercial. O controle de plantas invasoras, pragas e doenças foi realizado conforme indicações técnicas aconselhadas para a cultura em determinada região.

Os dados meteorológicos de cada local ao longo da execução do experimento, no período 01/10/2020 a 30/04/2021, foram obtidos por meio do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIAGRO), estão representados a seguir (Figuras 2, 3 e 4).

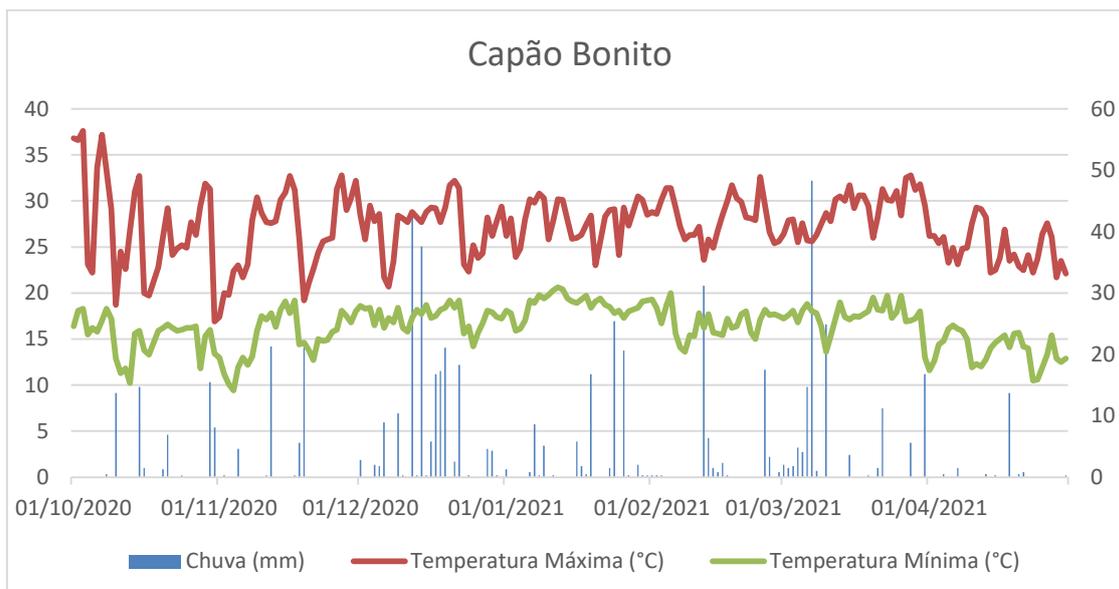


Figura 2 – Precipitação e temperaturas - Município de Capão Bonito-SP, safra 2020/21
Fonte: CIIAGRO

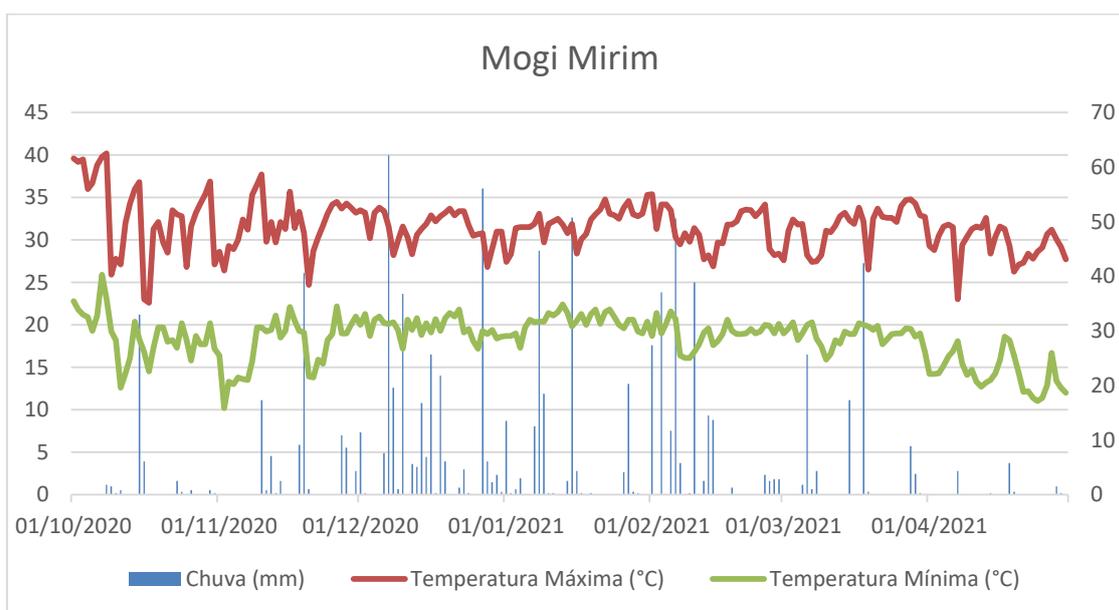


Figura 3 – Precipitação e temperaturas - Município de Mogi Mirim-SP, safra 2020/21
Fonte: CIIAGRO

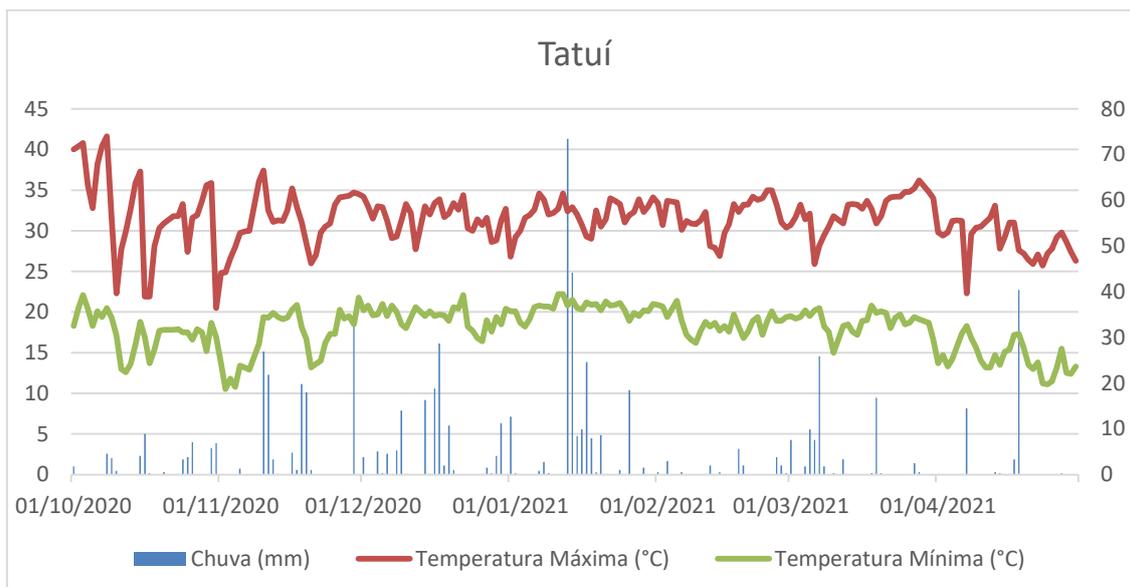


Figura 4 – Precipitação e temperaturas - Município de Tatuí-SP, safra 2020/21
 Fonte: CIIAGRO

No Quadro 1 estão apresentadas as características: altitude, região edafoclimática (para soja) e data de plantio de cada local, onde foram instalados os experimentos na safra 2020/21.

Quadro 1. Caracterização dos locais onde foram instalados os experimentos, safra 2020/21

Município	Altitude	Região edafoclimática	Data de semeadura
Capão Bonito	730m	203	16/11/2020
Mogi Mirim	611m	203	04/12/2020
Tatuí	645m	203	03/12/2020

Em cada experimento, foram avaliadas 30 cultivares de soja. (Quadro 2).

Quadro 2. Relação de cultivares avaliadas nos municípios paulistas de Capão Bonito, Mogi Mirim e Tatuí, safra 2020/21.

Empresa	Cultivar
BRASMAX	64 I 61 (BMX FIBRA)
BRASMAX	74 I 77 (BMX FOCO)
AGROESTE	AS 3590 IPRO
AGROESTE	AS 3680 IPRO
AGROESTE	AS 3730 IPRO
EMBRAPA	BRS 1001 IPRO
EMBRAPA	BRS 1003 IPRO
EMBRAPA	BRS 1074 IPRO
EMBRAPA	BRS 388 RR
EMBRAPA	BRS 467 IPRO
EMBRAPA	BRS 544
EMBRAPA	BRS 7380
DONMARIO Sementes	DM 68 I 68 IPRO
SEEDCORP	HO APOREÍ IPRO
SEEDCORP	HO CORUMBA IPRO
SEEDCORP	HO IGUAÇU IPRO
SEEDCORP	HO MAMORÉ IPRO
SEEDCORP	HO MARACAI IPRO
SEEDCORP	HO PIRAPÓ IPRO
SEEDCORP	HO TERERÊ IPRO
MONSOY	M SOY 6210 IPRO
MONSOY	M SOY 5917 IPRO
MONSOY	M SOY 5947 IPRO
MONSOY	M SOY 6410 IPRO
MONSOY	M SOY 7198 IPRO
MONSOY	M SOY 7739 IPRO
NIDERA	NS 6700 IPRO
NIDERA	NS 6906 IPRO
Tropical Melhoramento & Genética	TMG 7062 IPRO
Tropical Melhoramento & Genética	TMG 7067 IPRO

Avaliou-se o fator, produtividade de grãos (PG), determinada através da colheita das duas linhas centrais de 5 metros, em cada parcela experimental. A umidade dos grãos foi determinada e os dados de produtividade foram corrigidos para 13% de umidade.

Análises de variância individuais de cada local foram devidamente efetuadas e as médias foram agrupadas pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade pelo software Assisat.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos dados de produtividade de soja, das cultivares avaliadas nos três municípios variaram de 94,23 a 31,1 sc.ha⁻¹

A produtividade das cultivares de soja avaliadas, em Capão Bonito variaram de 80,03 a 51,36 sacas por hectare (sc.ha⁻¹), em Mogi Mirim houve variação de 94,23 a 61,50 sc.ha⁻¹; em Tatui demonstrou-se variação 69,4 a 31,4 sc.ha⁻¹, como pode observar na Tabela 1.

Tabela 1 – Media de produtividade (sc.ha⁻¹), obtidos de ensaio comparativo de 30 cultivares de soja, conduzidos em Capão Bonito, Mogi Mirim e Tatui. Safra 2020/21
Produtividade (sc.ha⁻¹)

Cultivares	Capão Bonito	Mogi Mirim	Tatuí
64 I 61 (BMX FIBRA)	78,10a	94,23 ^a	32,0 f
74 I 77 (BMX FOCO)	70,40c	93,03 ^a	62,3 b
AS 3590 IPRO	73,46c	86,26b	50,7 c
AS 3680 IPRO	69,66c	86,56b	47,4 d
AS 3730 IPRO	75,63b	90,26b	40,1 e
BRS 1001 IPRO	74,70b	81,26c	44,6 d
BRS 1003 IPRO	78,90a	92,70 ^a	57,8 c
BRS 1074	69,46C	82,83b	31,1 f
BRS 388 RR	59,06e	83,83b	31,4 f
BRS 467 IPRO	64,53d	86,90b	52,4 c
BRS 544	75,10 b	80,03c	35,8 f
BRS 7380	73,20c	75,36d	54,2 c
DM 68 I 68 IPRO	62,00e	73,16d	60,4 b
HO APORÉ IPRO	64,90d	84,03b	46,9 d
HO CORUMBA IPRO	78,40a	85,80b	40,4 e
HO IGUAÇU IPRO	68,90c	79,66c	45,2 d
HO MAMORE IPRO	53,80f	91,16 ^a	51,8 c
HO MARACAI IPRO	52,00f	85,70b	54,9 c
HO PIRAPÓ IPRO	69,43c	87,23b	59,0 b
HO TERERÊ IPRO	71,16c	87,83b	-
MSOY 6210 IPRO	51,36f	89,96 ^a	51,0 c
MSOY 5917 IPRO	80,03a	88,33b	46,6 d
MSOY 5947 IPRO	71,86c	61,50e	52,3 c
MSOY 6410 IPRO	67,70c	93,10 ^a	69,4 a
MSOY 7198 IPRO	69,43c	90,26 ^a	-
MSOY 7739 IPRO	65,86d	88,96 ^a	68,7 a

NS 6700 IPRO	77,76a	92,00a	50,1 c
NS 6906 IPRO	71,20c	89,03 ^a	36,0 f
TMG 7062 IPRO	70,70 c	92,00a	57,2 c
TMG 7067 IPRO	79,70a	84,93b	51,8 c
Ftratamentos	27,72**<0,001	18,41**<0,0001	24,35** < 0,0001
F blocos	4,57*0,0144	0,53 ^{NS} 0,5901	2,90 ^{NS} 0,0636
CV%	3,6950409	3,2509437	7,2680971

Observa-se que houve diferença significativas nas medias de produtividade de soja entre as variedades avaliadas, nos 3 locais .

O ensaio conduzido em Mogi Mirim apresentou as maiores medias de produtividades de grãos das cultivares avaliadas, em relação aos outros locais, atingindo médias de 94,23 a e 88,96, sc.ha⁻¹ sendo agrupadas em apenas 4 grupos, já em Tatuí e Capão Bonito em 6 grupos.

Segundo Evans (1993), o potencial de rendimento de grãos é capaz de ser definido através do ambiente em que está adaptada, assim sem limitações edafoclimáticas e nutricionais, livre de doenças e pragas e com os outros estresses efetivamente controlados.

Observou-se que no município de Tatuí ocorreu menor índice de precipitação.

Entre as três cidades, cultivares diferentes se sobressaem, sendo: em Capão Bonito a cultivar MSOY 5917 IPRO, em Mogi Mirim se destaca a cultivar 64 I 61 (BMX FIBRA), e por fim em Tatuí a cultivar com maior relevância foi a MSOY 6410 IPRO. Nota se também que a cultivar 64 I 61 (BMX FIBRA), se destacou em duas cidades Capão Bonito e Mogi Mirim, porem em Tatuí esta cultivar apresentou a menor média de produtividade.

As variações de produtividade, entre diferentes cultivares ou até mesmo na mesma cultivar (como no caso relatado a cima), podem estar ligadas aos níveis de precipitação e temperaturas.

CONCLUSÕES

Diferentes cultivares se destacam entre os locais estudados neste trabalho demonstrando estreita adaptação.

Existem cultivares comerciais que revelam maior adaptabilidade às condições edafoclimáticas da região estudada. No entanto é necessária a continuação dos estudos para recomendação das cultivares mais adaptadas à Região Sudeste do estado de São Paulo.

AGRADECIMENTOS

Às empresas apoiadoras do projeto, aos funcionários e bolsistas envolvidos na condução dos experimentos.

REFERÊNCIAS

1. BÁRBARO-TORNELI, I. M., & FINOTO, E. (2018). Avaliação de cultivares de soja no estado de São Paulo em resposta à aplicação de inoculantes no sulco de semeadura. *Nucleus*, 1, 55-62.

2. CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Nono Levantamento da Safra de Grãos 2019/2020. 2020. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/20_06_08_09_02_48_boletim_graos_junho_2017.pdf
3. YUYAMA, K. Avaliação de algumas características agronômicas e morfofisiológicas de cinco cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivados em solo de várzea e de terra firme da Amazônia Central. Unesp de Jaboticabal/FCAV. Jaboticabal. 1991.
4. BÁRBARO-TORNELI, I. M.; FINOTO, E. L.; TOKUDA, F. S.; SANTOS, G. X.L.; MARTINS, M. H.; CORDEIRO-JUNIOR, P. S.; BORGES, W.L.B.; FREITAS, R. S.; MATEUS, G. P.; CAZENTINI-FILHO, G. Avaliação de cultivares de soja no estado de São Paulo em resposta à aplicação de inoculantes no sulco de semeadura. Nucleus. Ituverava, SP. 2018.
5. DO CARMO, E. L., BRAZ, G. B. P., SIMON, G. A., DA SILVA, A. G., & ROCHA, A. G. C. Desempenho agronômico da soja cultivada em diferentes épocas e distribuição de plantas. Revista de Ciências Agroveterinárias. 17. Rio Verde, GO. 2018.
6. EVANS, L. T. Crop evolution, adaptation and yield. Cambridge University, Cambridge, 1993. 500 p.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-5>

Capítulo 5

MICRONUTRIENTES PARA REDUÇÃO DO EFEITO ALELOPÁTICO DA CANOLA SOBRE A CULTURA DA SOJA

Ana Paula Werkhausen Witter¹; Ana Karoline Silva Sanches¹; Lucas Matheus Padovese¹; Daniel Nalin¹; Matheus Luiz de Oliveira Freitas¹; Daniela Ribeiro¹; Rita De Albernaz-Gonçalves³

¹Estudante de mestrado do Curso de Agronomia - PGA – UEM; E-mail: anapaulawerkhausenwitter@gmail.com, karol.sanches20@gmail.com, Impadovese@gmail.com, danielnalin97@gmail.com, mateusluiz_freitas@hotmail.com, danielaribeiro833@gmail.com, ³Docente do Curso de Engenharia Agrônômica – IFC; E-mail: rita.silva@ifc.edu.br

RESUMO: O sistema de rotação de culturas tem trazidos vários benefícios tanto para o produtor quanto para o solo. Entretanto o sistema de rotação de cultura da canola com a soja pode causar danos na germinação e no desenvolvimento de plantas de soja, devido à liberação de compostos alelopáticos liberados pela palhada da canola. Diante disso, esse trabalho tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica apresentado alguns resultados encontrados na literatura para diminuir os efeitos negativos causados pela alelopatia da cultura da canola sobre a cultura da soja. Essas informações serão de suma importância para os produtores, auxiliando na redução do efeito alelopático e na diversificação de renda do produtor. O trabalho teve como conclusão de que a mistura de inoculantes *Bradyrhizobium japonicum* associado ao cobalto e molibdênio tem maior capacidade de reduzir os efeitos alelopáticos. Além disso, algumas cultivares de soja são mais suscetíveis a esses compostos comparadas a outras.

Palavras-chave: alelopatia; *Brassica napus L.*; *Glycine max*; mistura; rotação de culturas.

INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max*) pertence à família Fabaceae e é um dos principais alimentos produzidos no mundo (1). O Brasil é o maior produtor de soja, apresentando na safra de 2020 uma área cultivada de 37 milhões de hectares (2). Seus grãos são usados para produção de óleo vegetal e rações para alimentação animal, indústria química e de alimentos e pode ser uma fonte alternativa de biocombustível (3).

Além disso, a demanda mundial pelo grão continua em crescimento. Entretanto, a margem para a abertura de novas áreas agrícolas no Brasil é muito pequena, o que acaba impulsionando o desenvolvimento de técnicas para melhorar a produtividade da cultura (4). Diante disso, o sistemas de rotação de culturas tem sido preconizado pelos produtores. O sistema auxilia nas melhorias na proteção do solo (evitando a erosão e a lixiviação de nutrientes, e atuando no controle de plantas daninhas), aumento de matéria orgânica ao

solo, proporcionando equilíbrio das características do solo e ainda diversifica a renda do produtor (5).

Diante desse cenário, uma alternativa para rotação de culturas é a canola (*Brassica napus*). A canola é uma cultura de inverno, que possui seu preço de venda equiparado à soja. Essa cultura, além de um alto valor agregado, tem outras vantagens no sistema de rotação de cultura, como promover a descompactação do solo e favorecer a fixação biológica de nitrogênio (6).

No entanto, a cultura apresenta inconveniências quando a cultura sucessora é a soja por conta do efeito alelopático. Esse efeito alelopático prejudica a germinação de sementes ou o desenvolvimento de plântulas de soja (7).

Pelo fato dessa influência negativa gerada pela alelopatia da canola sobre a soja, são necessários trabalhos de pesquisa que reduzam esse efeito (8). Alguns trabalhos relatam que, para evitar esses prejuízos causados pela cultura da canola, deve-se esperar um período de 20 dias entre a realização da colheita e a semeadura da soja. No entanto, nem sempre o produtor terá condições de esperar esse tempo, principalmente pelas condições meteorológicas ou pela janela de plantio. Dessa forma, acredita-se que o manejo nutricional das plantas, via sementes, pode auxiliar na redução ou na inibição do efeito alelopático da canola sobre a cultura da soja (4).

Diante disso, esse trabalho tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica apresentando alguns resultados encontrados na literatura para diminuir os efeitos negativos causados pela alelopatia da cultura da canola sobre a cultura da soja. Essas informações serão de suma importância para os produtores, para auxiliar na redução do efeito alelopático e na diversificação de renda do produtor.

O Brasil se consolida no cenário mundial como o maior produtor de soja. O cultivo da soja no Brasil, safra 2017/2018, apresentou incremento na área plantada de 3,2% comparados à safra 2016/2017 (9). Contudo, apesar do incremento em expansão das áreas, essa característica tende a reduzir gradativamente, uma vez que existem limites territoriais. A avaliação de possíveis alternativas para elevar a produtividade é fundamental, visando o suprimento das demandas provenientes da população.

Como opção de manejo para incremento de produtividade, cita-se a rotação de culturas, destacando-se o cultivo da canola como alternativa para o cultivo no inverno. Oriunda do melhoramento genético da *Brassica napus*, essa oleaginosa pertence à família Brassicaceae. Seus grãos têm elevado teor de óleo, em torno de 38%, com 24 a 27% de proteína em sua composição (10).

Contudo, apesar dos inúmeros benefícios, a cultura da canola pode apresentar efeito alelopático sobre a cultura subsequente, sendo esse causado por substâncias fitotóxicas liberadas pela raiz ou ainda pelos restos da cultura (palhada) (11). Esse efeito pode causar danos para as plantas cultivadas em sucessão, principalmente na fase inicial da próxima cultura.

O período de estabelecimento da soja, ou seja, semeadura-emergência é a fase mais sensível aos aleloquímicos. Esse fenômeno está relacionado ao modo de ação dos aleloquímicos, os quais atuam a partir da ligação nas membranas da planta ou penetração nas células, provocando interferência no metabolismo (12).

Em estudos desenvolvidos por (13), verificou-se que o cultivo da soja apresentou menores produtividades em sistema de semeadura direta sobre palhada de trigo e aveia, comparado ao cultivo convencional. Tal fato, associa-se à decomposição da palhada dessas

culturas, no qual há a liberação de ácido aconítico, que promove efeito alelopático, reduzindo o crescimento da cultura subsequente.

No campo, os efeitos alelopáticos negativos sobre a germinação levam à desuniformidade da cultura, uma vez que os aleloquímicos podem proporcionar estresse oxidativo formando espécies reativas de oxigênio, como o H_2O_2 . Dessa forma, eles atuam de forma direta ou como sinalizador nos processos de degradação celular, causando danos em processos fisiológicos e alterando o desenvolvimento inicial das plântulas (14).

Estudo desenvolvido por (15), com o objetivo de avaliar o potencial alelopático da canola no rendimento da soja, demonstra que o intervalo adequado na sucessão de canola e soja para que a cultura de verão não seja prejudicada pelos aleloquímicos provenientes da canola é de, no mínimo, vinte dias. Além disso, também reforça que a palhada dessa cultura de inverno influencia negativamente a porcentagem de germinação e velocidade de emergência de plantas de soja (16).

Devido ao efeito alelopático causado pelos compostos aleloquímicos, o manejo nutricional, principalmente no início do ciclo da cultura é de grande importância. No manejo nutricional, a inoculação com bactérias é uma prática muito realizada no cultivo da soja, principalmente no suprimento de nitrogênio através da fixação biológica. Do ponto de vista econômico, o sucesso da cultura da soja é dependente da eficiência do processo de fixação biológica do N_2 (17).

Para auxiliar na fixação biológica de nitrogênio é importante a aplicação de cobalto e molibdênio. O cobalto atua na síntese de cobamida e leghemoglobina nos nódulos. Já o molibdênio é o elemento que constitui a enzima nitrogenase. Essa enzima é fundamental para a fixação biológica e para o fornecimento de N para a soja (18). Por isso, o fornecimento desses micronutrientes está diretamente ligado ao êxito da fixação biológica de nitrogênio.

Outra opção de inoculante utilizado na agricultura são as bactérias do gênero *Azospirillum*. Esse manejo visa aumentar a produção de pelos radiculares e crescimento radicular, beneficiando as plantas com melhor absorção de água e nutrientes (19). Como a nodulação da soja inicia nos pelos radiculares, a inoculação de bactérias do gênero *Azospirillum* pode acelerar o desenvolvimento radicular e garantir melhor suprimento de elementos essenciais tais como fósforo que é suprido por difusão e interceptação radicular, e aumentam a produção de hormônios de crescimento (20).

Além de melhorar a nutrição, incrementar na absorção de água e nutrientes, estudos mostram que, devido ao maior crescimento radicular e melhor nutrição das plantas, essas terão maior tolerância a agentes patogênicos de plantas (21). Diante disso, espera-se que devido aos inúmeros benefícios gerados pela inoculação com bactérias de diferentes gêneros, associadas a micronutrientes que potencializam o processo, seja possível atenuar os efeitos alelopáticos gerados pela cultura da canola.

CONCLUSÕES

A revisão apresentada sobre as diferentes descrições para diminuir o efeito negativos causados da alelopatia da cultura da canola sobre a cultura da soja dá suporte as seguintes considerações:

Que os inoculantes a base de *Bradyrhizobium japonicum* associado ao cobalto e molibdênio apresentaram melhor capacidade de atenuar o efeito alelopático causado pela canola. Que algumas cultivares (BMX Força) são mais suscetíveis ao efeito alelopático

que influenciam a germinação, por outro lado a cultivar Coodetec 219 teve pouca influência na utilização do extrato, sendo um cultivar promissora a ser utilizada na sucessão.

A diversidade de respostas pode estar relacionada a ser uma prática pouco realizada pelos produtores, ainda.

REFERÊNCIAS

1. Oliveira G D, Sabundjian M T. Principais pragas na cultura da soja na região de Itapeva-SP. Revista científica eletrônica de ciências aplicadas da fait. 2020;2:1-12.
2. IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2020 [acesso em 10 de ago de 2020]. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>.
3. Costa Neto P R, Rossi L F S, Zagonel G F, Ramos L P. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura. Química Nova. 2000;23:531-537.
4. Witter A P W, Nohatto M A, Rosa E F F de, Kaseker J F, Bereta S F. Uso de inoculantes para redução do efeito alelopático da canola sobre a cultura da soja. Acta Iguazu. 2021;10:113-121.
5. Franco Junior K S, Florentino L A, Dias, M S, Franco, T C. In the physical-biological characteristics of soil cultivated with coffee. Coffee Science. 2019; 14:116-122.
6. Estevez R L, Chambo A P S, Barbosa J D, da Cruz M I F. A cultura da canola (*Brassica napus* var. oleifera). Scientia Agraria Paranaensis, 2014;13: 1-9.
7. Borella J, Leschewitz R, Trautenmüller J W, Silva D R O, Schmidt, D. Efeito alelopático de extrato de canola (*Brassica napus*) sobre a fase de germinação da cultura da soja/alelopatic effect of canola extract (*Brassica napus*) on the soybean culture twinning phase. Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas. 2017;11:18-25.
8. Silva J A G, Motta M B, Bianchi C A M.; Crestani, M.; Gaviragui, J.; Fontaniva, C.; Gewber, E. Alelopatia da canola sobre o desenvolvimento e produtividade da soja. Current Agricultural Science and Technology. 2011; 17: 428-437.
9. CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. 2020 [acesso em 09 de ago de 2020]. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra-graos/boletim-da-safra-de-graos>.

10. Embrapa. Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul. 2007 [acesso em 09 de ago de 2021]. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/p_sp03_2007.pdf.
11. Formagio A S N, Masetto T E, Vieira M C, Zárate N A H, Matos A I N, Volobuff C R F et al. Potencial alelopático e antioxidante de extratos vegetais. *Bioscience Journal*. 2014;30: 629-638.
12. Ferreira A G, Borghetti F. Germinação: do básico ao aplicado. Artmed Editora 2004.
13. Voll E, Garcia A, Gazziero D L P, Adegas F S. Allelopathy of aconitic acid on soybeans. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2009;44: 645-648.
14. Almeida G D, Zucoloto M, Zetun M C, Coelho I, Sobreir F M. Estresse oxidativo em células vegetais mediante aleloquímicos. *Revista Facultad Nacional de Agronomia*. 2008;61: 4237-4247.
15. Silva J A G, Motta M B, Bianchi C A M, Crestani M, Gaviraghi J, Fontaniva C, Gewber E. Alelopatia da canola sobre o desenvolvimento e produtividade da soja. *Revista Brasileira Agrociência*. 2011;17: 428-437.
16. Rizzardi M A, Neves R, Lamb T D, Johann L B. Potencial alelopático da cultura da canola (*Brassica napus* L. var. oleifera) na supressão de picão-preto (*Bidens* sp.) e soja. *Revista Brasileira Agrociência*. 2008;14: 239-248.
17. Embrapa. Inoculação com *Azospirillum* brasileiro: inovação em rendimento a baixo custo. 2011 [acesso em 15 de jul de 2021]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/879471/inoculacao-com-azospirillum-brasilense-inovacao-em-rendimento-a-baixo-custo>.
18. Embrapa. Soja: molibdênio e cobalto. 2010 [acesso em 15 de jul de 2021]. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/859439/1/Doc322online1.pdf>.
19. Embrapa. Inoculação com *Azospirillum* brasileiro: inovação em rendimento a baixo custo. 2011 [acesso em 15 de jul de 2021]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/879471/inoculacao>.
20. Chibeba A M, Guimarães M F, Brito O R, Araujo R S, Nogueira M A, Hungria M. Co-inoculation of soybean with *Bradyrhizobium* and *Azospirillum* promotes early nodulation. *American Journal of Plant Sciences*. 2015; 6: 1641-1649.

21. Cassán F, Vanderleyden J, Spaepen S. Physiological and agronomical aspects of phytohormone production by model plant-growth-promoting rhizobacteria (PGPR) belonging to the genus *Azospirillum*. *Journal of Plant Growth Regulation*. 2014; 33: 440-459.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-6>

Capítulo 6

EFEITO DE DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO, DENSIDADES DE PLANTIO E PODA DO CACHO PARA CULTURA DA BANANA (*MUSA SPP.* L).

Marcelo Mota Magalhães¹

¹Graduando em Agronomia - ICA/UFMG, Montes Claros, MG, Brasil; E-mail:
marcelocna17@gmail.com

RESUMO: A irrigação pode ser dita como uma prática imprescindível principalmente nas regiões as quais as precipitações são abaixo da evapotranspiração, onde deve ser realizada tanto de forma a atender as necessidades da cultura como também a aplicação de lâminas precisas evitando o desperdício. Dessa forma, esse trabalho tem o objetivo de fazer uma revisão de literatura sob o Efeito de diferentes lâminas de irrigação associadas com densidades de plantio e poda do cacho na cultura da banana. Por meio desse trabalho, pode-se concluir que as práticas de manejo descritas quanto associadas com a retirada de duas mãos podem causar o aumento peso total da mão; crescimento do diâmetro do fruto; melhora das características vegetativas como por exemplo o número de folhas, índice de área foliar área foliar e peso do fruto.

Palavras-chave: *Musa spp*; irrigação; produtividade

INTRODUÇÃO

A banana (*Musa spp.*) pertencente à família Musaceae é uma das frutas mais apreciadas no mundo, se destacando como um alimento necessário para a dieta humana. Atualmente no Brasil a cultura tem importância ímpar no que diz respeito a grande cadeia a qual é movimentada pela fruta, principalmente sob o papel social e econômico no país. O Brasil ocupa a terceira colocação no ranking da produção mundial de frutas, sendo responsável por 4,6% do volume colhido, todavia, 98% de da produção é voltada a demanda de banana do país, a maior do mundo (LIMA et al., 2012). Embora seja uma das frutas mais consumidas no país e também lucrativa apresenta necessidades básicas relacionadas as exigências para produção, levando em conta principalmente as condições edafoclimáticas do Brasil diferentes em cada região (DONATO et al.,2020).

Essa revisão tem o propósito avaliar práticas relacionadas ao manejo da irrigação, densidades de plantio e poda do cacho, e, visando quais seriam os impactos gerados com a adoção das práticas descritas na produtividade e qualidade das frutas para o mercado. Usualmente, durante o manejo do cacho da banana as pencas centradas na parte inferior do cacho apresentam frutos menores, sendo estes retirados. Estudos feitos com a variedade Cavendish (LICHTEMBERG et al., 1991; JULIEN et al., 2001; BUGAUD et al., 2015) mostram que com o decorrer do desenvolvimento do cacho e das pencas esses pequenos frutos tendem a competir com os demais por nutrientes e sua remoção provocam o tamanho

dos frutos das mãos deixadas no cacho e também por encurtar o período entre a floração e a colheita.

Ao passo que o desenvolvimento da cultura da banana tem crescido muito principalmente por efeitos dos investimentos em tecnologias e adoção de manejos por outro lado existem os custos de produção, os quais estão sempre sob atenção da gestão das propriedades agrícolas. Uma das estratégias que tem sido adotadas para mitigar os custos é o aumento da densidade de plantio, sendo uma prática comum com intuito de elevar a produtividade de alguns cultivares de banana. As consequências dessa estratégia são diversas como por exemplo controle de plantas daninhas, impedir danos do vento e excesso de radiação, melhora no resfriamento do bananal, redução da evaporação da água do solo.

Analisando panorama atual no que diz respeito do uso racional da água e sua disponibilidade, segundo (DONATO et al., 2015) aumentar a eficiência do uso da água (WUE) é importante para evitar desperdícios em áreas irrigadas. Dessa forma, a melhora dos sistemas de irrigação proporcional, adoção de poda do cacho e densidades maiores de plantio são práticas que potencializam o uso da água e produtividade.

Efeitos de diferentes lâminas de irrigação

Este trabalho tem como objetivo fazer uma revisão de literatura sobre manejos fundamentais para produção de Banana, sendo estes manejos irrigação, densidades de plantio e poda dos cachos, destacando os principais efeitos da interação das práticas supracitadas. A irrigação, prática necessária principalmente nas regiões as quais as precipitações são abaixo da evapotranspiração deve ser realizada tanto de forma a atender as necessidades da cultura como também a aplicação de lâminas precisas evitando o desperdício, nesse contexto, definir as lâminas de irrigação é de grande importância para produtividade (ARANTES et al., 2018). Segundo (FIGUEIREDO et al., 2006) em estudo realizado no norte de Minas Gerais no projeto Jaíba a quantidade de água aplicada com plantas irrigadas a 100 e 120% da ETo não influenciaram na qualidade do fruto quando foi feita a colheita, porém quanto se trata de produtividade durante a fase de floração, promoveu a antecipação da floração e, por conseguinte, da colheita. Outro experimento desenvolvido por (AZEVEDO et al., 2008) no estado do Ceará revela que a cultura da banana quando submetida a taxa evaporativa entre 75% e 100% durante o período analisado pode-se perceber que a produtividade foi aceitável. O resultado desse estudo também se aproxima dos resultados obtidos por (DONATO et al., 2020) quando analisando três níveis de irrigação (IL), 50, 75 e 100% de evapotranspiração da cultura (ETc) no município de Guanambi no sudoeste da Bahia, onde sobre o efeito da irrigação as plantas que foram irrigadas com 100% da ETc e tiveram uma mão removida do cacho apresentou menor número de folhas na colheita. As plantas que foram irrigadas com 75% ETc (2.323 mm) produziram frutos mais pesados do que aquelas irrigadas com 100% ETc (2.941 mm), apresentando valores de peso de 143 g e 123 g, respectivamente conforme ilustrado na (figura 1) presente no trabalho (DONATO et al., 2020).

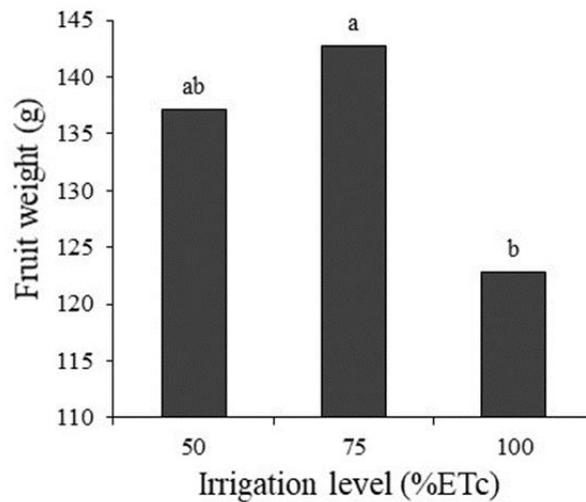


Figura 1 – Peso do fruto da bananeira 'Prata-Anã' em função do nível de irrigação. Guanambi, BA, Brasil, 2018.

Manejo do cacho

Atualmente são poucas pesquisas desenvolvidas com propósito de examinar o impacto da poda dos cachos sobre o crescimento do peso do fruto e a classificação. Porém segundo (RODRIGUES et al., 2002) em experimento feito no perímetro irrigado de Jaíba no Norte de Minas Gerais, expuseram que a remoção das pencas inferiores dos cachos de banana 'Prata-Anã' não ocasionou mudanças na produtividade nos dois primeiros ciclos produtivos; contudo, no terceiro ciclo, acréscimos foram observados para o peso médio da mão, diâmetro interno do fruto, porém não ao peso total do fruto. Todavia, essas pencas que são removidas mesmo sendo menores apresentam grande aceitação no mercado, devendo ser retiradas somente as mãos falsas. Quando se faz uma análise sobre a interação entre poda dos cachos e nível de irrigação, os resultados obtidos por (DONATO et al., 2020) mostram que o número de frutos foi inferior quando as plantas foram irrigadas com 50 e 75% de ETc (1.705 mm e 2.323 mm) e tiveram duas mãos retiradas. Entretanto, o peso do fruto foi maior nesses dois níveis de irrigação, quando apenas uma mão é removida do cacho. Em relação ao impacto das densidades de plantio e níveis de irrigação na banana 'BRS Platina', o trabalho mostrou que um crescimento linear no número de frutos, de 89,46 para 98,08, tendo em vista o aumento do nível de irrigação de 55% para 100% da ETc.

Efeito das densidades de plantio na produtividade

Em análise à densidade de plantio, a diminuição do espaçamento entre plantas revelou-se satisfatória para a banana 'Prata-Anã', haja vista os frutos permanecerem na classificação de primeiro grau, além de aumentar a produtividade à medida que mais plantas eram colhidas por unidade de área. Porém, o aumento da densidade de plantio de 1.666 para 3.333 plantas ha⁻¹ provocou redução linear do diâmetro lateral do fruto, sendo ainda classificados como de primeiro grau (DONATO et al., 2020). Esse resultado se assemelha bastante com experimento conduzido por (MOREIRA et al., 2007) avaliando densidades bananeira cv. Thap Maeo (AAB) cultivada em Manaus (AM), mostrando que a

densidade de 3.333 plantas ha⁻¹ proporcionou maior produtividade por área, enquanto que a densidade de 1.111 plantas ha⁻¹ ofereceu maior peso dos cachos. Dessa forma, a ampliação da densidade de plantio provocou em um acréscimo linear no rendimento médio superior a 43 t ha⁻¹, mesmo que o número e o peso das mãos tenham diminuído. Bananeiras cultivadas em 3.333 plantas ha⁻¹ com duas mãos removidas apresentaram maior IAF, com média de 4,33, o que representa mais de 90% da radiação absorvida na copa, índices de área foliar acima de 4,5 são de pouco benefício para o pomar, haja vista, o fato de que a maior parte da radiação que entra é imediatamente interceptada, prejudicando o crescimento das plantas sombreadas, levando a quedas na produtividade (TURNER et al., 2007). Em aprofundamento sobre as pesquisas que descrevem os efeitos de diferentes densidades de plantio na produtividade o experimento conduzido por (MOTA et al., 2015) na Embrapa Meio-Norte revelaram que o peso médio dos frutos da variedade Paconvan atingiram o valor máximo de 173, 10 g quanto a densidade foi de 4450 plantas por hectare, já quando o plantio foi realizado em densidades superiores, pode-se perceber redução do peso do fruto chegando aos valores de peso médio de 122,50 g em área com 10000 plantas ha⁻¹.

Os resultados dos trabalhos descritos revelam aumento das características vegetativas, sendo por exemplo crescimento no número de folhas vivas durante a colheita, índice de área foliar e área foliar. A área foliar total alterou conforme os fatores nível de irrigação, densidade de plantio e poda dos cachos. A conclusão que se pode ter sobre essa evolução no número de folhas vivas na colheita está relacionado com a interação entre nível de irrigação com a poda dos cachos, assim também pela densidade de plantio de forma independente. Dessa forma, o índice de área foliar foi influenciado pela interação densidade de plantio x poda dos cachos e variou independentemente com a poda dos cachos.

CONCLUSÕES

Dessa forma, lâminas de irrigação próximas à 100% de evapotranspiração da cultura (ETc) mostram bons resultados de produtividade, onde houve a antecipação da fase de floração após ter sido feita a colheita. Enquanto as demais práticas de manejo descritas no trabalho, quando associadas com a retirada de duas mãos podem causar o aumento em características vegetativas como o número de folhas, índice de área foliar área foliar, peso do fruto, peso total da mão diâmetro do fruto, e peso médio da mão de bananeiras.

REFERÊNCIAS

1. LIMA, M.B., SILVA, S.O., FERREIRA, C.F. (ed.). O produtor pergunta, a EMBRAPA responde. Brasília, DF: Embrapa, 2012.
2. DONATO, Sergio Luiz Rodrigues et al. 'Prata-Anã'banana under irrigation levels, planting densities and bunch trimming. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 42, 2020.
3. LICHTENBERG, L.A.; LICHTENBERG P.S.F. Avanços na bananicultura brasileira. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.33, n.esp. 1, p.29-36, 2011.

4. RODRIGUES, M.G.V.; SOUTO, R.F.; MENEGUCCI, J.L.P. Efeito da poda da última penca do cacho da bananeira Prata-Anã (AAB) irrigada na produção de frutos no Norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.24, n.1, p.108-110, 2002.
5. MOREIRA, Adônis; HEINRICHS, Reges; PEREIRA, José Clério Rezende. Densidade de plantio na produtividade e nos teores de nutrientes nas folhas e frutos da bananeira cv. Thap Maeo. *Revista brasileira de fruticultura*, v. 29, p. 626-631, 2007.
6. DONATO, S.L.R.; COLEHO, E.F.; SANTOS, M.R.; ARANTES, A.M.; RODRIGUES, M.G.V. Eficiência de uso da água em bananeira. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.36, n.288. p. 46-59, 2015.
7. DE AZEVEDO, José Humberto Oliveira; BEZERRA, Francisco Marcus Lima. Resposta de dois cultivares de bananeira a diferentes lâminas de irrigação. *Revista Ciência Agronômica*, v. 39, n. 1, p. 28-33, 2008.
8. ARANTES, A.M.; DONATO, S.L.R.; SIQUEIRA, D.L.; COELHO, E.F. Gas exchange in 'Pome' banana plants grown under different irrigation systems. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.38, n.2, p.197-207, 2018
9. FIGUEIREDO, Flávio P. de et al. Produtividade e qualidade da banana prata anã, influenciada por lâminas de água, cultivada no Norte de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 10, p. 798-803, 2006.
10. TURNER, DW; FORTESCUE, JA; THOMAS, DS Fisiologia ambiental da banana (*Musa spp.*). *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Campos dos Goytacazes, v.19, n.4, p.463-484, 2007.
11. MOTA, PR D.'A. et al. Efeitos de diferentes densidades de plantio sobre a qualidade de fruto da bananeira " Pacovan". In: Embrapa Meio-Norte-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. Os novos desafios da fruticultura brasileira: anais. Belém: SBF, 2002., 2002.
12. DONATO, S.L.R.; COLEHO, E.F.; SANTOS, M.R.; ARANTES, A.M.; RODRIGUES, M.G.V. Eficiência de uso da água em bananeira. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.36, n.288. p. 46-59, 2015.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-7>

Capítulo 7

EFEITO DE ESTIMULANTES COMERCIAIS NA ACLIMATIZAÇÃO DE ORQUÍDEAS *Cattleya caulescens* (Lindl.) Van den Berg (ORCHIDACEAE)”

Jusciléia Isabel Vieira da Paz¹; Marília Maia de Souza²; Carlos Henrique Milagres Ribeiro³; Roni Peterson Carlos⁴; Thatyelle Cristina Bonifácio⁵; Glauco Santos Franca⁶; Queila Gouveia Tavares⁷

¹Estudante do Curso de Agronomia – IFSEMG. E-mail: juscileia23@gmail.com ²Docente do Departamento de Agricultura – IFSEMG. E-mail: marilia.maia@ifsudestemg.edu.br. ³

Mestrando em Agronomia/ Fitotecnia – UFLA. E-mail:

carlos.ribeiro3@estudante.ufla.br. ⁴ Engenheiro Agrônomo – IFSEMG. E-mail:

ronipeterson95@outlook.com. ⁵ Engenheira Agrônoma – IFSEMG. E-mail:

thaty.cris2013@yahoo.com.br. ⁶Docente do departamento de Agricultura. E-mail:

glauco.franca@ifsudestemg.edu.br. ⁷Mestre em Zootecnia – UFPR. E-

mail:queila.tavares13@hotmail.com.

RESUMO: As orquídeas são vegetais pertencentes à família Orchidaceae, que por apresentarem características marcantes, como o seu formato, tamanho e diferentes colorações das flores. Atualmente nota-se uma expansão em sua comercialização principalmente do gênero *Cattleya caulescens*, devido o interesse desde colecionadores até população em geral. Entretanto, é necessário métodos de propagação eficientes para a propagação da espécie, em larga escala, como por exemplo o método de micropropagação (cultivo *in vitro*). Porém, estudos com relação ao cultivo *ex vitro*, e utilização de fitoestimulantes comerciais é incipiente. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi analisar o desenvolvimento das plântulas, sob o efeito de produtos bioestimulantes, composto por 4 tratamentos e 9 blocos, sendo: (T1) – extrato de algas marinhas de *Kappaphycus alvarezii* a 1,5% 150 mL de extrato para 850 mL de água; (T2) – Forth[®] 5 ml L⁻¹; (T3) – Seacrop[®] a 1 ml L⁻¹ e (T4) - cloridrato de Tiamina a 500 mg L⁻¹. As plântulas selecionadas foram lavadas em água corrente e colocadas para secar em jornal por dois dias. Logo após colocadas em imersão por cinco minutos em cada solução nutritiva correspondente e plantadas em potes de polietileno. O Delineamento utilizado foi de Blocos Casualizados (DBC) e submetido ao teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação de médias. Sendo observado o Tratamento T3 (Seacrop[®]) foi o que proporcionou melhor enraizamento em comparação aos demais como também melhor resultado de altura de plantas, número de folhas e de tamanho de raízes sendo o mais indicado para aclimatização de plântulas de orquídeas.

Palavras-chave: cultivo *ex vitro*; micropropagação; produtos enraizadores.

INTRODUÇÃO

O gênero *Cattleya* é muito comercializado devido sua versatilidade genética de flores, além de diversas colorações, tamanhos, boa durabilidade (1).

Este gênero distribui-se em Minas Gerais nos campos rupestres do Sul e Sudeste, inclusive na região dos Campos das Vertentes, em altitudes entre 600 e 1.200 metros sobre o nível do mar (2). A espécie *Cattleya caulescens* (Lindl.) é comumente encontrada na Serra do Rola Moça e campos ferruginosos (3) e habita também na Serra do Ibitipoca (4). Sendo considerada peculiar de campos rupícolas de Minas Gerais, mais comumente da região do Cerrado podendo ser localizada em regiões atlânticas (5).

Entretanto, com a crescente demanda de orquídeas para comercialização, a utilização de tecnologias como o cultivo *in vitro*, permitiram a produção massal com alto padrão de qualidade em pequenos espaços físicos de espécies de orquídeas raras e de difícil propagação (6;7). Esta técnica pode ser utilizada também para produzir plantas com finalidade em reintrodução em área de preservação ambiental (8), permitindo a conservação e resguardo de espécies em extinção ou em risco de endemismo.

Portanto, o sucesso da técnica de cultivo *in vitro* é dependente da aclimatização de plântulas. Onde a aclimatização consiste na retirada de plântulas do cultivo *in vitro* para condições *ex vitro*, situação em que o controle luminosidade, temperatura, umidade e nutrientes são diferentes (9). Nesta fase, o enraizamento das plântulas obtidas pelo processo *in vitro* é de grande importância, pois permitirá uma maior taxa de sobrevivência dos explantes na fase *ex vitro* (10). Sendo o sistema radicular de extrema importância para a planta em relação à sustentação, arquitetura, absorção de água e nutrientes.

Diante do exposto, é sabido que produtores estão em constante busca por inovações tecnológicas de modo a favorecer a produção com qualidade em curto espaço de tempo, com menores custos e fácil acesso a insumos, sendo estes, disponibilizados na maioria das vezes por comerciantes locais. Como exemplo, pode-se citar a utilização de produtos bioestimulantes, buscando desde o enraizamento, desenvolvimento de partes vegetativas em orquídeas, o que influenciará diretamente na produção de belas florações. Porém são poucos os estudos sobre a influência de algumas substâncias comerciais comumente utilizadas para o favorecimento do crescimento e desenvolvimento de plântulas oriunda de cultivo *in vitro*.

Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar, estudar e comparar o efeito de bioestimulantes comerciais como o Seacrop[®], cloridrato de Tiamina, Forth[®] e extrato de Algas Marinhas *Kappaphicus alvarez*, na taxa de sobrevivência e no desenvolvimento de parte aérea e raízes na aclimatização de seedlings de *Cattleya caulescens*.

MATERIAL E MÉTODOS

A aquisição do material utilizado foi cedida pela Polícia de Meio Ambiente (13^o Cia Ind Mat-MG) da região de Barbacena ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – *Campus* Barbacena, fruto de material apreendido.

O experimento foi conduzido no município de Ouro Branco, Minas Gerais, contendo as seguintes coordenadas 20° 21' 3'' S e 43° 41' 47'' W, altitude 1.072 m (11). O clima, segundo a classificação de Köppen do tipo Cwb, clima subtropical de altitude, com inverno seco e verão ameno, temperatura média anual de 18.6°C e precipitação em torno de 1623 milímetros.

A espécie utilizada foi *Cattleya caulescens* Lindl, tendo as plântulas provenientes da propagação *in vitro*, com tamanho entre $4 \pm 1,0$ cm. Antes da execução do experimento, os vidros contendo as plântulas permaneceram fechados por um mês na estufa de aclimatização, para uma pré-aclimatização. Após esse período, as plântulas foram retiradas do interior dos frascos. Em seguida, foram lavadas em água corrente, para eliminar o meio de cultura aderido às raízes, e colocadas para secar em jornal por 2 dias. Após os 2 dias e as plantas já secas, foram preparados os respectivos tratamentos (Figura 1) contendo as respectivas soluções de bioestimulante (Tabela 1), sendo preparadas de acordo com a recomendação contida no rótulo nos frascos de cada produto.

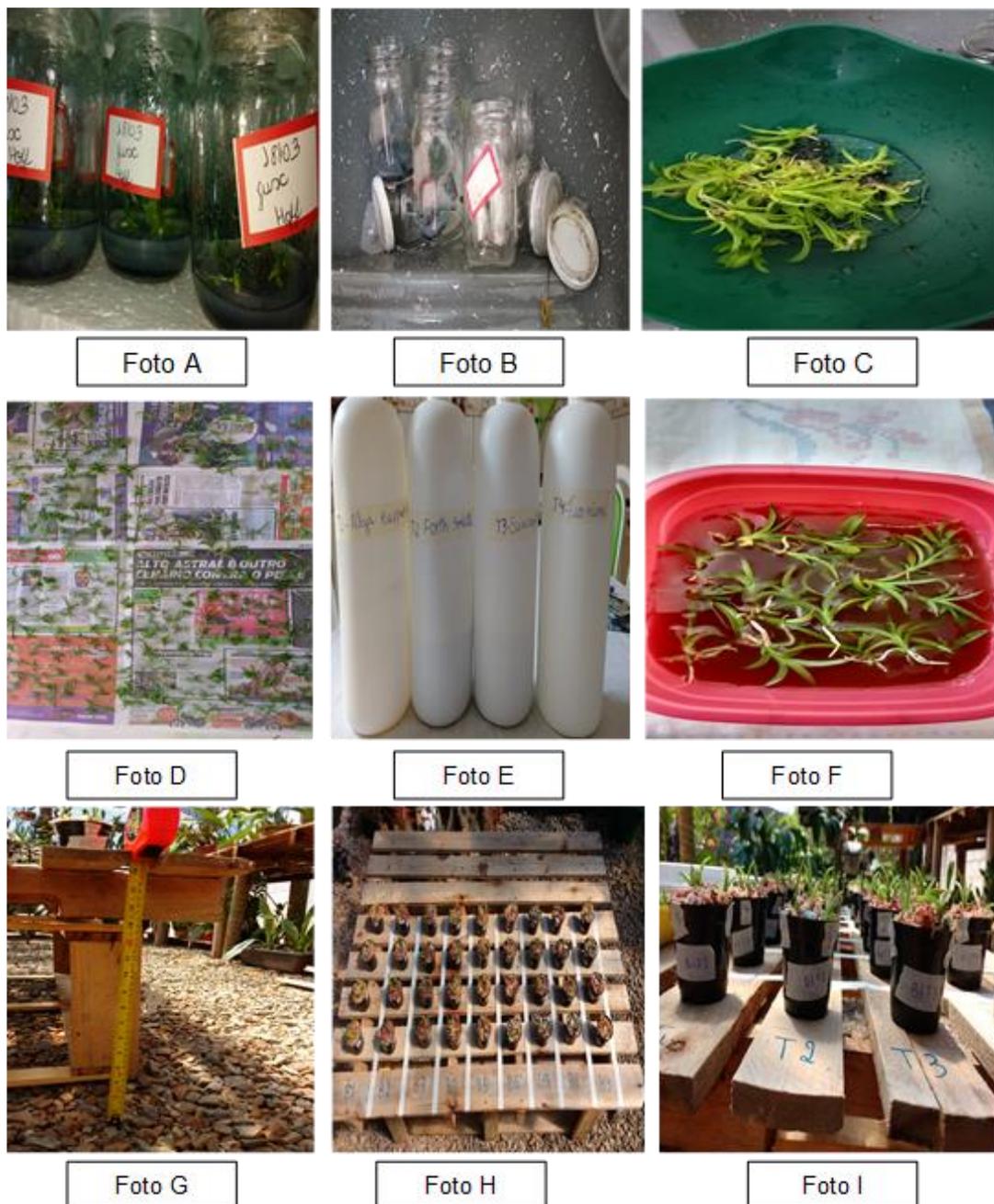


Figura 2 – Montagem do experimento.

Legenda: A: Plântulas no cultivo *in vitro*. B: Retirada das plântulas do cultivo *in vitro*. C: Lavagem das plântulas para retirada de restos de meio de cultura. D: Plântulas dispostas sob jornal por 2 dias. E: Embalagens com soluções preparadas a partir dos produtos comerciais utilizados. F: Plântulas em imersão por 5 minutos em solução. G: Altura da bancada em relação ao solo de 40 cm. H: Experimento montado e disposto sob bancada em casa de vegetação. I: Separação dos vasos em tratamentos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 1 – Descrição dos Bioestimulantes comerciais testados, com a respectivas dosagens para aclimatização de plântulas de *Cattleya caulescens*.

Tratamentos	Bioestimulantes comerciais testados	Dosagens utilizadas
T1	Extrato de algas marinhas de <i>Kappaphicus alvarez</i> a 1,5%	150 mL para 850 mL de água
T2	Forth [®]	5 mL ⁻¹ para 1000 ml de água
T3	Seacrop [®]	1 mL ⁻¹ para 1000 ml de água
T4	Cloridrato de Tiamina	500 mg L ⁻¹ para 1000 mL de água

Fonte: elaborado pelos autores.

Para a medição das dosagens de volume do Seacrop[®], Extrato de algas marinhas, Forth[®], foram utilizadas seringas descartáveis. Já para o cloridrato de Tiamina, a quantidade a ser utilizada foi medida em balança de precisão modelo Gehaka.

Antes do plantio as plântulas foram imersas nas soluções correspondentes aos tratamentos por aproximadamente cinco minutos. Em seguida, foi realizado o plantio em vasos pretos de polietileno, com diâmetro de 5,5 cm x 5,0 cm de altura e o fundo com diâmetro de 4,0 cm, preenchidos com substrato composto por um mix de esfagno e brita na proporção (2:1), respectivamente que apresentou melhor resultado no trabalho comparando 10 tipos de substratos na aclimatização desta espécie (12).

Os componentes dos substratos foram previamente lavados e desinfetados em solução de hipoclorito a 2%. No fundo do vaso foi colocado uma camada de 1 cm de altura de brita 0 para permitir a drenagem.

Após o plantio, foi realizado o sorteio dos vasos sendo numerados os blocos e tratamentos, alocados na casa de vegetação, dispostos sobre uma mesa de tamanho 1m x 1m de largura e com altura de 40 cm em relação ao solo. A irrigação foi realizada de maneira a manter as plantas hidratadas, sendo utilizados 10 mL de água para molhamento em cada vaso, conforme o secamento do substrato.

A adubação com os respectivos tratamentos, foi realizada de 15 em 15 dias, através da diluição dos produtos, aplicados com ajuda de uma seringa graduada, na proporção de 10 mL de solução para cada recipiente, molhando todo o substrato e a planta.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC) com 9 blocos e 4 tratamentos, cada parcela continha 3 plântulas totalizando 36 recipientes e 108 plântulas. Cada tratamento comporta o total de 27 plantas.

Para avaliação dos resultados foi realizada uma análise de variância (ANAVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do programa SISVAR[®] versão 5.6 (13).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização de bioestimulantes em diferentes espécies, tem por objetivo desde um rápido desenvolvimento da planta (estimular divisão, diferenciação e alongamento celular), até uma melhor absorção de água e nutrientes para a planta (14;15).

Por meio da interpretação dos resultados através da análise de variância (Tabela 2), constata-se que não houve diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos para os parâmetros avaliados: altura de plantas; número de folhas; tamanho da maior raiz e taxa de sobrevivência, sendo os valores encontrados de $Pr > Fc$ maiores que 0,05, como pode ser observado na tabela 2.

Tabela 2 - Valores da análise de variância (teste F) a 5% de probabilidade dos parâmetros avaliados, para aclimatização de plântulas de *Cattleya caulescens*.

Parâmetros avaliados	Pr > Fc
Altura de plantas	0,0978
Número de folhas	0,4750
Tamanho da maior raiz	0,5629
Taxa de sobrevivência	0,3877

Fonte: Elaborado pelos autores.

Entretanto, os valores ilustrados na tabela 3 indica as médias das variáveis altura de plantas, número de folhas, tamanho da maior raiz, embora não houve diferença significativa entre os tratamentos testados, observa-se uma diferença de valores nos parâmetros avaliados, sendo o T3 (Seacrop[®]) apresentou maiores médias.

Tabela 3. Valores médios da altura de plantas (cm), número de folhas, tamanho da maior raiz (cm) e taxa de sobrevivência dos diferentes tratamentos utilizados para aclimatização de plântulas de *Cattleya caulescens*.

Tratamentos	Altura de plantas (cm)	Número de folhas	Tamanho da maior raiz (cm)
T1 – Extrato de algas marinhas <i>Kappaphicus alvarez</i> a 1,5%	2,8	3,9	1,6
T2 – Forth [®]	2,3	3,4	1,3
T3 – Seacrop [®]	3,1	4,2	1,8
T4 – Cloridrato de Tiamina	2,9	4,1	1,7

Fonte: Elaborado pelos autores.

Resultados semelhantes foram encontrados na cultura do milho (*Zea mays*), através da aplicação de Extrato de Algas marinhas não sendo observado diferença significativa no parâmetro altura de plantas (16). Porém, na cultura do feijoeiro a adição de extrato de algas marinhas obteve bons resultados na altura da planta, e tamanho da maior raiz (17). Entretendo, quando aplicados em mudas de maracujá foi observado um melhor incremento no número de folhas, massa seca de raiz e tamanho de maior raiz, como também um rápido crescimento das mudas (18).

Já no experimento realizado com diferentes doses de cloridrato de Tiamina em três espécies de orquídeas do gênero *Cattleya*, *Cattleya labiata* (0,025 mg L⁻¹), *Cattleya walkeriana* (0,025 mg L⁻¹), e *Cattleya brevicaulis* (0,0 mg L⁻¹), objetivando uma maior altura

de plantas, número de folhas e tamanho da maior raiz, ocorreu variação de doses conforme as espécies (19).

Uma das justificativas devido esta variação nos resultados tanto no presente estudo, quanto das diferentes espécies e culturas citadas, está relacionada desde o balanço nutricional das plantas que em excesso, ou na falta dos nutrientes, irá influenciar em seu processo fisiológico, podendo favorecer o crescimento da planta, como também inibir e limitar o crescimento de raízes, folhas (20;21).

Na fase de aclimatização, requer inúmeros cuidados para se obter uma alta taxa de sobrevivência das plantas, desde a manutenção das taxas de umidade relativa do ar no ambiente de cultivo, temperatura e luminosidade (6; 22;23). Pois como é realizada a transferência de plântulas do cultivo *in vitro* (com ambiente totalmente controlado e de fácil disponibilidade de nutrientes, vitaminas e luminosidade controlada) para *ex vitro*, a planta tem a necessidade de converter seu mecanismo de nutrição de heterotrófico para autotrófico, esta troca de mecanismo pode resultar na sobrevivência dela, porém, as baixas intensidades luminosas, alto teores de açúcar e idade das folhas são fatores que reduzem a fotossíntese, dificultando o desenvolvimento da autotrofia (24).

No presente estudo, quando comparado aos respectivos tratamentos, foi observado que o tratamento T2, apresentou uma melhor média de sobrevivência (Figura 2), já o T4 obteve uma média inferior.

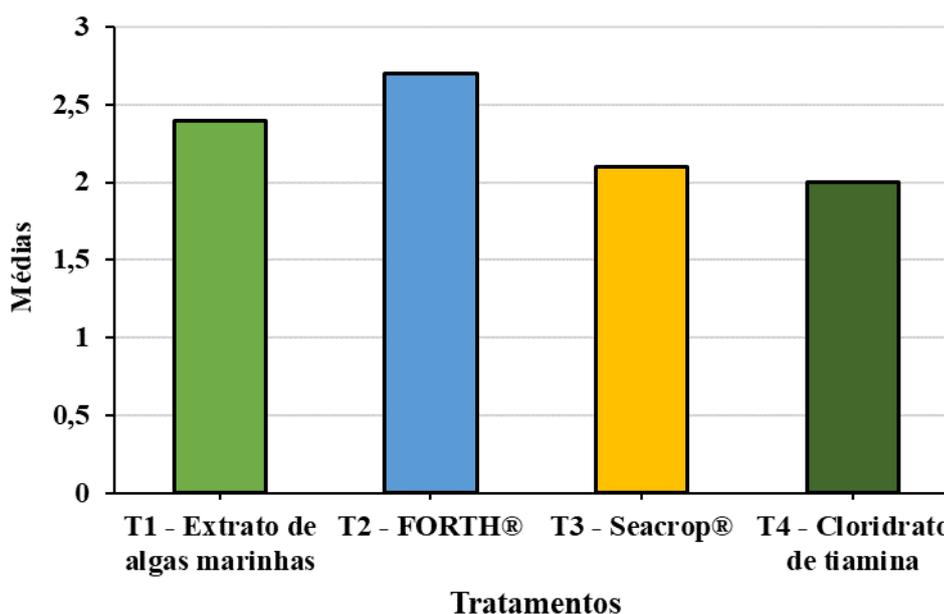


Figura 2 – Comparação dos diferentes tratamentos em relação a taxa de sobrevivência de plântulas de *Cattleya caulescens*.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Resultados semelhantes com relação a uma maior taxa de sobrevivência, foram encontrados no plantio de mudas em substrato comercial de *Cattleya walkeriana*, com utilização do produto Forth® (24).

Este fato, pode estar relacionado devido este produto conter uma formulação balanceada desde macro e micronutrientes, que influenciou em resultados positivos nos

processos fisiológicos da planta, auxiliando na absorção de nutrientes e atividades fotossintéticas (25).

Todavia mesmo a adição externa do cloridrato de tiamina ocasionar em algumas espécies a tolerância e resistência a doenças e pragas na planta (26), em alguns casos, como no presente estudo, pode interferir desde o crescimento até a sobrevivência da espécie (21).

Para que ocorra uma melhor absorção de nutrientes e água em plantas, é de suma importância um maior número de raízes, para proporcionar uma arquitetura radicular ideal que favorece a nutrição e aderência da planta no solo, bem como a resistência a seca (27;28). Os bioestimulantes no estágio inicial das plantas, podem desencadear um papel importante no número de raízes, devido nos diversos produtos conter variáveis formulações como vitaminas, proteínas, carboidratos, lipídeos, e algas marinhas (29; 30;31).

Com relação ao número de raízes (Tabela 4), pela interpretação dos resultados através da análise de variância, constata-se que houve diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, sendo o valor encontrado de $Pr > Fc$ menor que 0,05.

Tabela 4 – Valor da análise de variância (teste F) a 5% de probabilidade com relação ao número de raízes, para aclimatização de plântulas de *Cattleya caulescens*.

Parâmetro avaliado	Pr > Fc
Número de raízes	0,0240

Fonte: Elaborado pelos autores.

Podendo ser observado através da Tabela 5, os tratamentos T2 e T3, diferiram significativamente entre si, porém não diferiram em comparação com os T1 e T4. Ao comparar as médias, pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade, o tratamento T3 apresentou melhor desempenho, enquanto o T2 obteve resultado inferior aos outros tratamentos.

Tabela 5 – Média do número de raiz, dos diferentes tratamentos utilizados para aclimatização de plântulas de *Cattleya caulescens*.

Tratamentos	Número de raiz
T2 - Forth [®]	2,00 a1
T1 - Extrato de algas marinhas de <i>Kappaphicus alvarez</i> a 1,5%	2,90 a1 a2
T4 - Cloridrato de Tiamina	3,53 a1 a2
T3 - Seacrop [®]	3,89 a2

Médias seguidas pela mesma letra na coluna são iguais entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Mesmo o bioestimulante Forth[®], conforme a sua formulação apresentar em sua composição diferentes compostos desde nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), enxofre (S), boro (B), molibdênio (Mo), zinco (Zn), carbono orgânico, 15% de extrato de algas marinhas, *Ascophyllum nodosum*, e elementos derivados de nitratos, fosfatos, sulfatos e micro elementos, segundo o fabricante, objetivando o aumento do número de raiz, no presente estudo este resultado foi contrário.

Já o bioestimulante Seacrop[®], conforme sua formulação está presente diversos minerais como Cloro (Cl), magnésio (Mg), Sódio (Na), cálcio (Ca), enxofre (S), bromo (Br), potássio (K), iodo (I), boro (B), silício (Si), como também carbono inorgânico e

orgânico, com 55% de carboidrato, 86% líquida e 42% sólida de alga marinha *Ascophyllum nodosum* (32).

Diversas pesquisas demonstram efeito benéfico de produtos com *Ascophyllum nodosum*, favorecendo o crescimento e número de raízes (33;34). Este fato pode ser observado no presente estudo onde o produto com a maior concentração em sua formulação de alga marinha favoreceu no número de raízes, além de uma melhor adaptação das plantas após seu plantio em condição *ex vitro* (35;36). Ocasionalmente assim um equilíbrio hormonal dos diferentes órgãos vegetais, estimulando o desenvolvimento de raízes (37).

CONCLUSÕES

Para a aclimatização de orquídea *Cattleya caulesces*, o bioestimulante Seacrop[®] (*Ascophyllum nodosum*) apresentou o melhor resultado no enraizamento, altura de plantas, número de folhas, tamanho de raízes. Para o parâmetro sobrevivência, o bioestimulante Forth[®] proporcionou uma melhor taxa.

REFERÊNCIAS

1. Cardoso JC, Martinelli AP, Silva, JAT. Novel approach for the selection of *Cattleya* hybrids for precocious and seasonin dependent flowering. *Euphytica*, 2016;210:143-150.
2. Villanova DFQ, França GS. Morfoanatomia na identificação de espécies de orquídeas da região do Campo das Vertentes. Congresso Nacional de Botânica, n .66, Santos São Paulo. p. 309,2015.
3. Messias MCTB, Leite MGP, Neto JAA, Kozovts AR. Fitossociologia de Campos Rupestres Quartzíticos e Ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. *Acta Botanica Brasilica*, 2012; 26: 230-242.
4. Neto LM, Alves, RJV, Barros F, Forzza RC. Orchidaceae do Parque Estadual de Ibitipoca, MG, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*,2007; 21: 687-696.
5. Nardy C, Furtado SG, Salimena FRG, Neto LM. As subtribos laeliinae e Ponerinae (Epidendroidae e Orchidaceae) no Parque estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. *Boletim de Botânica*,2016;34:27- 47.
6. Grattapaglia D, Machado MA. Micropropagação. In: TORRES, A.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A. Cultura de tecidos e transformação genética de plantas. Brasília, Embrapa-SPI/ Embrapa CNPH 1, 1998. p. 183-260.
7. Costa MAPC et al. Micropropagação de Orquídeas. In: JUNGHANS, Tatiana. Góes; ALBERTO, A.; OLIVEIRA, R. Aspectos práticos da micropropagação de plantas. 2ª ed. revista e ampliada – Brasília, DF: Embrapa, 2013. p.407.
8. Schneiders D, Pescador R, Booz MR, Suzuki RM. Germinação, crescimento e desenvolvimento in vitro de orquídeas (*Cattleya* spp., Orchidaceae). *Revista Ceres*, 2012; 59:185-191.

9. Neves MIRS. Propagação *in vitro* de orquídeas nativas de Alagoas *Prosthechea fragrans* e *Maxillaria splendens*. (Trabalho de conclusão de curso). Alagoas: Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo. 2010.
10. Ori SS. Influência das auxinas no desenvolvimento e no teor de carboidratos solúveis, amido e proteína total solúvel em *Phalaenopsis amabilis* (Lineu) Blume (Orchidaceae) cultivada *in vitro*. (Tese de Mestrado). São Paulo: Instituto Botânica.2006.
11. Costa RVF. Desenvolvimento do índice de salubridade ambiental (ISA) para comunidades rurais e sua aplicação e análise nas comunidades de Ouro Branco – MG. (Dissertação de Mestrado). Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.2010.
12. Paz JI, Ribeiro CHM, Souza MM, França GS, Lima LA, Oliveira SC, Leite AMFD. Aclimatização de orquídea ameaçada de extinção da região do campo das vertentes, Barbacena, Minas Gerais – Brasil. Agricultura em foco Tópicos em Manejo, Fertilidade do Solo e Impactos Ambientais, 2020;3:8-16.
13. Ferreira DF. Sisvar: a computer statistical analysis system. Revista Ciência e Agrotecnologia (UFLA), 2011; 35:1039-1042.
14. Pasala, RK et al. Os bio-reguladores de plantas podem minimizar as perdas de produtividade da cultura causadas por seca, calor e estresse salino?: uma revisão integrada. Revista Jornal de Botânica Aplicada e Qualidade Alimentar, 2016; 89: 113-125.
15. Yakhin OI., Lubyaynov AA., Yakhin IA., Brown P. Bioestimulantes em ciência de plantas: uma perspectiva global. Revista Frontiers in Plant Science, 2017; 7:1-32
16. Galindo FS., Filho MCMT., Buzett S., Alves CJ., Garcia CMP., Nogueira L M. Extrato de algas como bioestimulante na nutrição e produtividade do trigo irrigado na região de Cerrado. Revista Colloquium Agrariae, 2019;15:130-140.
17. Pavezi A., Favarão SCM., Korte KP. Efeito de diferentes bioestimulantes na cultura do feijoeiro-comum. Revista Campo Digital, 2017;12:30-35.
18. Echer MM., Guimarães VF., Krieser CR., Abucarma VM., Klein J., Santos L., Dallabrida, WR. Uso de bioestimulante na formação de mudas de maracujazeiro amarelo. Seminário Ciências Agrárias. Londrina-PR, 2016:27;351- 360.
19. Sawamura LH., Influência de vitaminas no desenvolvimento de Cattleys. 42 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2016.
20. Taiz L., Zeiger E. Fisiologia vegetal. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

21. Abrahamian P., Kantharajah A. Effect of vitamins on in vitro organogenesis of plant. *American Journal of Planta Sciences*, 2011;2; 699.
22. Silva A., Melo NF., Yano-Melo AM. Acclimatization of micropropagated plants of *Etlingera elatior* (Jack) R. M. Sm. inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi. *South African Journal of Botany*, 2017;113:164–169.
23. Silva JAT., Hossain MM., Sharma M., Dobránszki J., Cardoso JC., Songjun Z. Acclimatization of in vitro-derived *Dendrobium*. *Horticultural Plant Journal*, 2017;3; 110-124.
24. Lone AB. Aclimação de *Cattleya* (Orchidaceae), em substratos alternativos ao xaxim e ao esfagno. *Acta Scientiarum*, 2008;30:465-469.
25. Navarro QR., Propagação in vitro de *Cattleya warneri* T. MOORE: efeito da microalga *Desmodesmus subspicatus* (CHODAT) E. HEGEWALD & A.W.F. SCHIDT, das poliaminas e dos reguladores de crescimento vegetal. 132 f. Tese de Dissertação (Mestre em Botânica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.
26. Santos JLC., Brito EL., Souza AVAR., Saraiva JFCS., Diniz FO. Avaliação de enraizador comercial em diferentes tipos de estacas de rosa do deserto. *Tópicos em Ciências Agrárias*, 2020;5;45.
27. Boubakri H., Wahab MA., Chong J., Bertsch C., Mliki A., Soustre-Gacougnolle, I. Thiamine induced resistance to *Plasmopara viticola* in grapevine and elicited host–defense responses, including HR like-cell death. *Revista Plant Physiol Biochem*, 2012; 57;120-133.
28. Sineoni ACG., Junior LAZ., Canton DD., Andrade EA., Miola V. Efeito de enraizadores em sementes de milho. *Revista Cultivando o Saber*, 2018;4; 119-126.
29. Ronga D., Biazzini E., Parati K., Carminati D., Carminati E., Tava A. Microalgal biostimulants and biofertilisers in crop productions. *Agronomy*, 2019; 9; 6- 22.
30. Lana RMQ., Lana AMQ., Gozuen CF., Bonotto I., Trevisan LR. Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. *Revista Bioscience Journal*, 2009;25;13-20.
31. Han X., Zeng H., Bartocci P., Fantozzi F., Yan Y. Phytohormones and effects on growth and metabolites of microalgae: a review. *Fermentation*, 2018;4;1- 15.
32. Vieira EL., Santos CMG. Estimulante vegetal no crescimento e desenvolvimento inicial do sistema radicular do algodoeiro em rizotrons. “V” CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2005.
33. Jannin L., Arkoun M., Etienne P., Philippe L., Goux D., Garnica M., et al. *Brassica napus* Growth is Promoted by *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. Seaweed Extract:

- Microarray Analysis and Physiological Characterization of N, C, and S Metabolisms. *Revista Journal of Plant Growth Regulation*, 2013:32;31-52.
34. Battacharyya D., Babgohari MZ., Rathor P., Prithviraj B. Extratos de algas marinhas como bioestimulantes na horticultura. *Scientia Horticulturae*, 2015:196; 39-48.
 35. Yakhin OI., Lubyaynov AA., Yakhin IA., Brown PH. Bioestimulantes em ciência de plantas: uma perspectiva global. *Revista Plant Science*, 2017: 7;2049.
 36. Parađiković N., Teklić T., Zeljković S., Lisjak M., Špoljarević M. Biostimulants research in some horticultural plant species-A review. *Revista Food Energy Secur*, 2018:162;1-17.
 37. Taiz L., Zeiger E. *Fisiologia Vegetal*. Trad. Eliane Romano Santarém. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.719 p.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-8>

Capítulo 8

EFEITO DE SUBSTRATOS ISOLADOS E EM COMBINAÇÃO NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE MORANGUEIRO

Bruno Pirolli¹, Juliana Martins de Lima², Bruna da Rosa Dutra³, Euvaldo de Sousa Costa Junior⁴, Carolina Müller Zimmermann⁵, Sabrina Baldissera⁶, Tatiane Chassot⁷

¹Estudante do Curso de Mestrado em Produção Vegetal – CAV – UDESC; E-mail: bpirolli@hotmail.com; ²Estudante do Curso de Doutorado em Produção Vegetal – CAV – UDESC; E-mail: juumartinsslima@gmail.com; ³Estudante do Curso de Mestrado em Agroecossistemas – CCA – UFSC; E-mail: bbrunadutra@gmail.com; ⁴Estudante do Curso de Doutorado em Produção Vegetal – CAV – UDESC; E-mail: euvaldodesousacosta@hotmail.com; ⁵Graduada em Agronomia – Universidade Federal da Fronteira Sul; E-mail: carolzimmermann16@gmail.com; ⁶Estudante do Curso de Mestrado em Produção Vegetal – CAV – UDESC; E-mail: sabrina.baldissera@edu.udesc.br; ⁷ Docente do Curso de Agronomia – UFFS; E-mail: tatianechassot@uffs.edu.br.

RESUMO: No cultivo do morangueiro o uso de mudas de qualidade representa a obtenção de plantas mais responsivas as práticas de manejo adotados ao longo do cultivo, mais produtivas e de melhor estado fitossanitário. A produção de mudas ocorre a partir do enraizamento de estolões, podendo ser produzidas mudas de raiz nua ou de torrão. Neste último caso, o substrato é fundamental para o bom desenvolvimento das plantas, gerando mudas com adequado enraizamento e elevado acúmulo de reservas na coroa e na raiz. Este trabalho teve o objetivo de analisar o crescimento de mudas de morangueiro cultivar Pircinque cultivados nos substratos de casca de arroz e Pindstrup[®], isolados ou combinados em diferentes proporções. Para tanto, foi conduzido um experimento em casa de vegetação com os seguintes tratamentos: T1) 100% casca de arroz; T2) 75% casca de arroz e 25 % Pindstrup[®]; T3) 50% casca de arroz e 50% Pindstrup[®]; T4) 25% casca de arroz e 75% Pindstrup[®] e T5) 100% Pindstrup[®]. Foram avaliados os atributos de diâmetro de coroa (mm), número (und), comprimento (cm) e massa fresca de raiz (g) aos 14, 21 e 28 dias após a implantação do experimento. Os resultados obtidos demonstraram que a combinação de 25% de casca de arroz e 75% de Pindstrup[®] possibilitou uma proporção mais adequada entre os substratos, pois, de modo geral, a mistura apresentou os melhores resultados considerando as variáveis analisadas, não diferindo estatisticamente, no entanto, do substrato com 75% casca de arroz e 25 % Pindstrup[®] para o atributo de comprimento de raiz.

Palavras-chave: casca de arroz; *Fragaria x ananassa*; Pindstrup[®]; mudas de torrão;

INTRODUÇÃO

A produção de mudas caracteriza-se como uma das fases mais importantes do cultivo, a qual maximiza os resultados positivos da atividade. O cultivo de mudas de qualidade representa a obtenção de plantas mais produtivas, com bom desenvolvimento inicial e adequado estado fisiológico e fitossanitário (1).

No Brasil, é comum a importação de mudas do exterior, sobretudo do Chile e Argentina. No entanto, essa prática representa elevação nos custos de produção aos produtores brasileiros, do mesmo modo que acarreta atrasos na implantação ou renovação de plantios (2).

Para a propagação comercial do morangueiro são utilizados estolões, os quais são enraizados diretamente no solo, gerando a chamada muda de raiz nua, ou em diferentes substratos que formam as mudas de torrão (3).

As mudas de torrão são produzidas a partir de matrizes suspensas, das quais são obtidos os estolões que são enraizados em bandejas com substratos, sendo a nutrição realizada por meio de fertirrigação. Este sistema de produção possibilita a geração de mudas de melhor qualidade e precocidade, de maior vigor e com elevada sanidade (4, 5, 6).

A adoção de um substrato adequado para o crescimento e desenvolvimento das mudas é de grande importância, pois otimiza o processo de produção, reduz custos e maximiza a qualidade das mesmas. Entre as matérias primas utilizadas destaca-se, considerando os materiais de origem mineral, a vermiculita, areia e perlita, e os orgânicos, entre os quais a turfa, casca de arroz carbonizada ou ainda os produzidos com resíduos vegetais. Além disso, podem ser utilizadas misturas entre os substratos para melhor equilíbrio entre as propriedades apresentadas por cada material (7).

Neste sentido, este trabalho teve o objetivo de avaliar o crescimento de mudas de morangueiro cultivar Pircinque cultivados em substratos casca de arroz e Pindstrup[®] isolados ou combinados em diferentes proporções.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Lages, Santa Catarina (SC), no Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC) com a cultivar de morangueiro Pircinque. O experimento foi implantado em 2021 em bandeja celulada e conduzido em casa de vegetação com irrigação por aspersão intermitente. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro blocos por tratamento, sendo cada parcela constituída por cinco plantas. Os tratamentos consistiram em diferentes concentrações de substratos, sendo: T1) 100% casca de arroz; T2) 75% casca de arroz e 25 % Pindstrup[®]; T3) 50% casca de arroz e 50% Pindstrup[®]; T4) 25% casca de arroz e 75% Pindstrup[®] e T5) 100% Pindstrup[®]. As avaliações se deram em função dos dias após a implantação do experimento, sendo a primeira, segunda e terceira avaliação aos 14, 21 e 28 dias após a implantação, respectivamente. Foram analisados os atributos de diâmetro de coroa (mm), número de raiz (und), comprimento de raiz (cm) e massa fresca de raiz (g).

As plantas foram coletadas e submetidas a lavagem do sistema radicular em água corrente para a remoção do substrato. Posteriormente foi realizada a contagem do número de raízes primárias de cada planta. O diâmetro de coroa foi determinado com auxílio de paquímetro digital, sendo mensuradas individualmente as plantas da parcela. Por fim, a massa fresca de raiz foi avaliada por meio do montante de raízes oriundos de cada parcela, sendo o valor obtido por meio de balança digital de precisão.

Os dados foram submetidos à análise de variância (Teste F) para diagnóstico de efeito significativo. Os períodos de avaliação foram comparados entre si pelo teste de Tukey, enquanto que as proporções de substratos foram submetidas à análise quantitativa de regressão simples conforme recomendações de Ferreira (8), sendo utilizados, para tanto, os programas computacionais ASSISTAT versão 7.7 (9) e Sigmaplot 12.0 (SPSS, 2011), respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao diâmetro de coroa não houve interação deste atributo com os períodos de avaliação, não sendo constatado variações significativas entre as datas consideradas (Tabela 1), sendo o mesmo comportamento observado para o comprimento de raiz. Já para as variáveis de número de raízes e massa fresca de raiz foi observado interação, sendo o maior número de raízes alcançado aos 14 dias após a implantação do experimento. Nesta data de avaliação também se obteve o maior valor de massa fresca da raiz se comparado aos 28 dias, não diferindo estatisticamente, a 5% de probabilidade de erro, da avaliação realizada aos 21 dias.

Segundo Pereira (10) para a qualidade da muda é fundamental o acúmulo de reservas na coroa e na raiz. Os melhores resultados alcançados aos 14 dias podem ser decorrentes do maior acúmulo de carboidratos na estrutura das mudas o que proporciona, por consequência, maior fornecimento de energia para a atividade metabólica. No decorrer do desenvolvimento das mudas ocorre o consumo de carboidratos pela atividade celular, o que pode justificar o menor resultado obtido para número e massa fresca de raízes aos 28 dias.

Tabela 1 – Resultado da análise de variância para diâmetro de coroa (DC, mm), número de raiz (NR, und), comprimento de raiz (CR, cm) e massa fresca de raiz (MFR, g) de mudas de morango submetidas a diferentes períodos de avaliação e substratos.

Fonte de variação	DC	NR	CR	MFR
Períodos de avaliação	1.40 ns	31.85**	0.34 ns	4.67 *
14 dias	9.21 a	24.39a	7.16a	2.94a
21 dias	10.04a	16.26 b	6.94 a	2.48ab
28 dias	9.16 a	13.50 b	7.17 a	2.25 b
Substratos	1.70 ns	7.28 **	4.93 **	19.12 **
T1 - 100% casca de arroz	8.98 a	15.33 bc	6.60 b	1.97 cdj
T2 - 75% casca de arroz +25% Pindstrup®	10.24 a	13.95 c	8.04 a	1.34 d
T3 - 50% Casca de arroz + 50% Pindstrup®	9.45 a	18.35 ab	6.54 b	2.74 bc
T4 - 25% casca de arroz + 75% Pindstrup®	8.59 a	22.60 a	7.47ab	3.67 a
T5- 100% Pindstrup®	10.08 a	20.01 ab	6.81 b	3.07 ab
PA x SUBS	1.86 ns	2.25 *	6.85 **	2.76 *
CV (%)	19,70	24,85	14,17	28,38

PA – Períodos de Avaliação; SUBS – Substratos; CV (%) - coeficiente de variação; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns não significativo.

Fonte: Os próprios autores (2021).

Considerando os substratos compostos por casca de arroz, Pindstrup[®] e as diferentes combinações de ambos, notou-se que para diâmetro de coroa não houve diferenças significativas entre os tratamentos. Para o número de raízes a combinação de 25% de casca de arroz com 75% de Pindstrup[®] (T4) foi superior aos tratamentos com 100% de casca de arroz (T1) e 75% de casca de arroz e 25% de Pindstrup[®] (T2).

Foi observado, para o comprimento de raiz, melhores resultados com a combinação de 75% de casca de arroz e 25% Pindstrup[®] (T2) em comparação aos demais tratamentos, exceto para o tratamento 4, com 25% de casca de arroz e 75% Pindstrup[®], onde não foi constatado diferenças significativas a 1% de probabilidade de erro. Este comportamento pode ser explicado pela maior granulometria proporcionada pela casca de arroz, a qual permite a formação de espaços porosos maiores. Por consequência, as raízes, por seu hábito de crescimento pivotante, encontram menor resistência à penetração, possibilitando maior crescimento em profundidade.

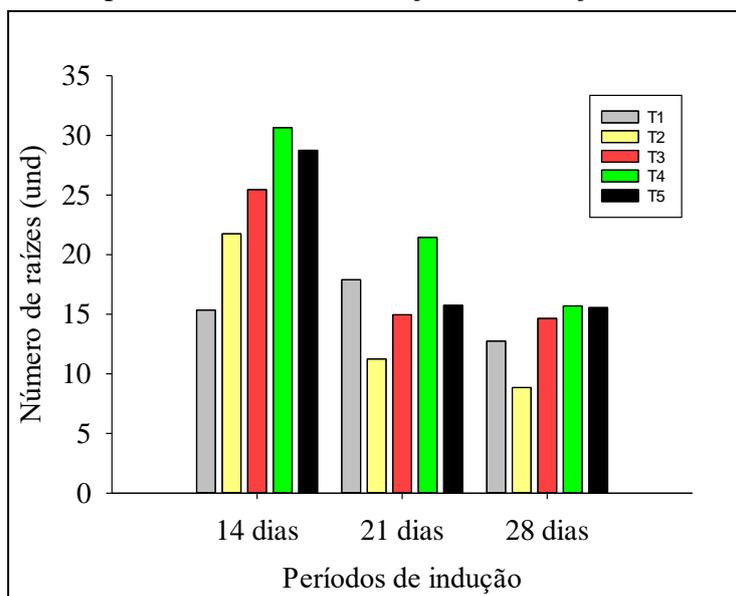
Segundo Valero (11), substratos que apresentem um bom espaço de aeração, representado pela fração preenchida pelo ar, maximizam o crescimento da raiz em profundidade, sendo uma condição conferida especialmente por substratos de menor densidade, como a casca de arroz. Neste sentido, a combinação entre os substratos do tratamento 2 pode ter fornecido a condição apontada pelo autor, justificando o resultado alcançado.

Para a variável de massa fresca de raiz, os melhores resultados foram alcançados com o substrato 4, o qual não diferiu do substrato 5, mas foi estatisticamente superior aos demais tratamentos. A combinação de 25% de casca de arroz e 75% de Pindstrup[®] (T4), possibilitou uma proporção mais adequada entre os substratos, pois, de modo geral, a mistura apresentou os melhores resultados considerando as variáveis analisadas em conjunto.

Este resultado pode ser decorrente do equilíbrio gerado com a combinação dos matérias em relação a retenção de água e aeração do substrato, uma vez que a casca de arroz apresenta granulometria grossa com menor capacidade de retenção de água e o Pindstrup[®], por sua vez, granulometria fina com capacidade de retenção de água mais elevada. A capacidade de retenção de água aliada a adequada drenagem da mesma permite uma boa relação entre a disponibilidade de água e oxigênio às raízes, contribuindo para a atividade metabólica e celular das mesmas. Conforme apontado por Carvalho e colaboradores (7) o adequado fornecimento de oxigênio as raízes está intimamente associado com o desenvolvimento radicular, condição fornecida por substratos de menor densidade e maior porosidade.

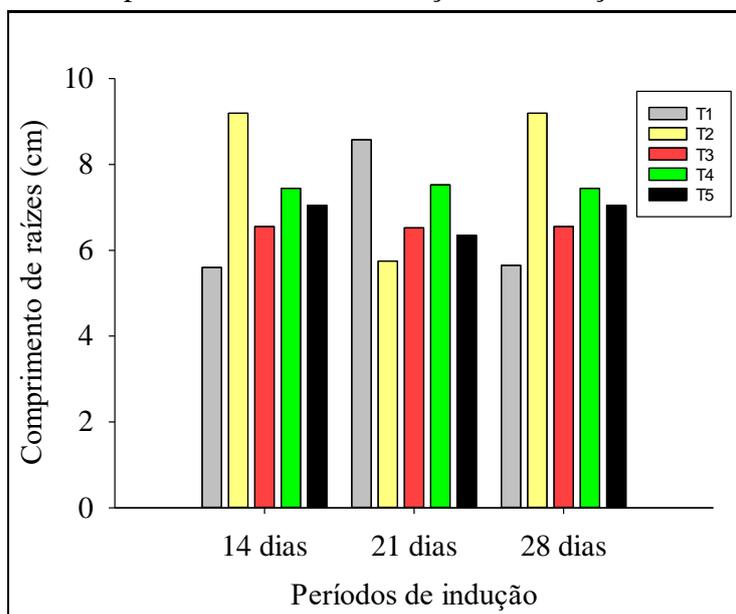
Considerando os diferentes substratos e períodos de avaliação foi observado interação entre os fatores para número e comprimento de raízes bem como para massa fresca das mesmas. A Figura 1 ilustra os dados do número de raízes para cada período de avaliação, onde pode-se visualizar o desempenho superior do tratamento 4 em relação a este atributo, sendo visualmente superior ao uso isolado de casca de arroz, Pindstrup[®] e demais combinações empregadas.

Figura 1 - Número de raízes (und) de mudas de morangueiro conduzidos em substratos de casca de arroz, Pindstrup® e diferentes combinações, em função das datas de avaliação.



Fonte: Os próprios autores (2021).

Figura 2 - Comprimento de raízes de mudas de morangueiro conduzidos em substratos de casca de arroz, Pindstrup® e diferentes combinações, em função das datas de avaliação.

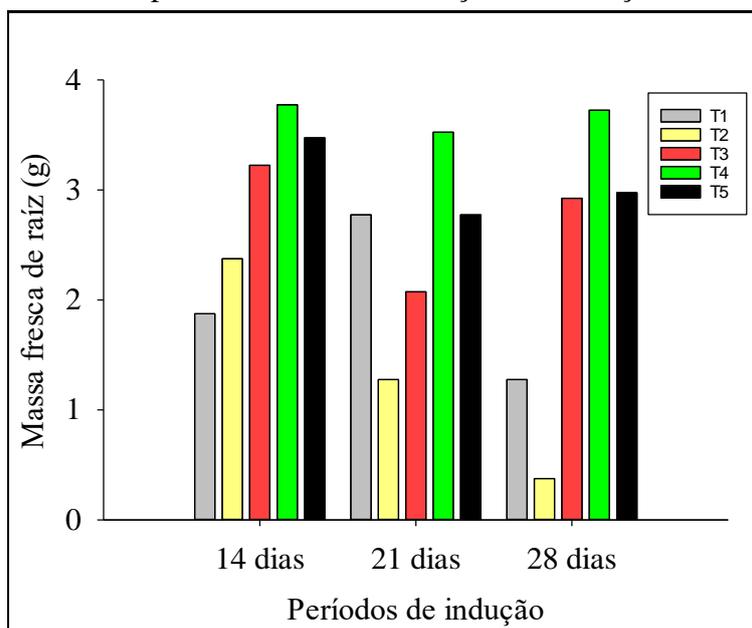


Fonte: Os próprios autores (2021).

Considerando o comprimento de raiz (Figura 2), visualmente é possível observar o desempenho dos diferentes substratos ao longo das avaliações, sendo que o substrato com 75% de casca de arroz e 25% de Pindstrup® (tratamento 2), foi visualmente superior aos 14 e 28 dias após a implantação.

Em relação a massa fresca da raiz novamente foi observado desempenho superior do tratamento 4 para as três avaliações realizadas (Figura 3). Como citado anteriormente, o substrato com características adequadas de aeração e densidade permitem melhor desenvolvimento para as raízes, possibilitando maior emissão e crescimento das mesmas, o que acarreta, por conseguinte, maior massa fresca.

Figura 3 - Massa fresca de raiz (g) de mudas de morangueiro conduzidos em substratos de casca de arroz, Pindstrup® e diferentes combinações, em função das datas de avaliação.



Fonte: Os próprios autores (2021).

CONCLUSÕES

A combinação dos substratos de casca de arroz e Pindstrup® possibilita melhores resultados se comparado ao uso isolado dos mesmos. A proporção de 25% de casca de arroz e 75% de Pindstrup® (T4) gerou, considerando todos os atributos analisados em conjunto, o melhor desempenho. Para a variável de comprimento de raiz o substrato com 75% de casca de arroz e 25% de Pindstrup® apresentou resultado superior aos demais substratos, não diferindo do tratamento 4.

REFERÊNCIAS

1. GONÇALVES, M.A.; ANTUNES, L.E.C. Mudanças Sadias: o início do sucesso no cultivo de morango. *Campo&Negócio-Hortifruti*. 2016; 128: 48-51.
2. SCHMITT, O. J.; ANDRIOLO, J.L.; SCHULTZ, E.; LERNER, M.A. SOUZA, J.M.; DAL PICIO, M. Produção de estolhos de cultivares de morangueiro em função da condutividade elétrica da solução nutritiva. *Horticultura Brasileira*. 2016;34: 294-301.
3. ALVES, M. C. Produção de mudas orgânicas de morangueiro em substratos [tese]. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas; 2019.
4. GIMÉNEZ, G.; ANDRIOLO, J.; GODOI, R. Cultivo sem solo do morangueiro. *Ciência Rural*. 2008; 38: 273-279.
5. TONIN, J.; GONÇALVES, M. A.; BECKER, T. B.; GOMES, S. R.; VIGNOLO, G.; MACHADO, J. T. M.; HÖHN, D.; SILVA, M. F.; ANTUNES, L. E. C. Diferentes volumes de substrato na produção de mudas de morangueiro. *In: XX SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO*. Unicruz, Cruz Alta – Rio Grande do Sul, 2015.
6. ANTUNES, L. E. C.; JÚNIOR, C. R.; SCWENGBER, J. E. Morangueiro. Brasília: Embrapa, 2016.
7. CARVALHO, G. L.; ERPEN, L.; COCCO, C.; VIGNOLO, G.; ANTUNES, L.E.C. Influência de diferentes substratos no crescimento e desenvolvimento de mudas de morangueiro. Pelotas, Rio Grande do Sul; 2012 (Comunicado técnico, 285).
8. FERREIRA, P. V. Estatística experimental aplicada à Agronomia. Maceió: EDUFAL 2000.
9. SILVA, F. A. S. Assistat Versão 7.7 beta. DEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande, Paraíba, Brasil. 2016. (Registro INPI 0004051-2). SPSS. Inc. Sigma Plot. Version 12.0. CD Rom. 2011.
10. PEREIRA, I.S.; GONÇALVES, M. A.; PICOLOTTO, L.; VIGNOLO, G. K.; ANTUNES, L.E.C. Controle do crescimento de mudas de morangueiro ‘Camarosa’ cultivadas em substrato pela aplicação de proexadione cálcio. *Ciências Agrárias*. 2016; 59: 93-98.
11. VALERO, R. M. M. Uso da técnica da ‘TDR’ na estimativa da umidade e condutividade elétrica em substratos orgânicos [dissertação]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2006.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-9>

Capítulo 9

ESTIMATIVA DA RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL EM FUNÇÃO DE FAIXAS DE AMPLITUDE TÉRMICA E PRECIPITAÇÃO PELO MODELO DE HARGREAVES E SAMANI

Bruno Marcos Nunes Cosmo¹; Glauber José de Castro Gava²; Tatiani Mayara Galeriani³; Adolfo Bergamo Arlanch⁴; Willian Aparecido Leoti Zanetti⁵

¹Doutorando em Agronomia (Agricultura) - FCA - UNESP. E-mail: brunomcosmo@gmail.com; ²Pesquisador Científico do IAC e Docente da FCA - UNESP. E-mail: ggava@iac.sp.gov.br;

³Mestra em Agronomia (Agricultura) - FCA - UNESP. E-mail: tatianigaleriani@gmail.com;

⁴Doutorando em Agronomia (Irrigação e Drenagem) - FCA - UNESP. E-mail: adolfoarlanch@gmail.com; ⁵Doutorando em Agronegócio e Desenvolvimento - UNESP. E-mail: willianleoti@gmail.com

RESUMO: Considerando a vulnerabilidade do setor agropecuário diante das variações climáticas e da necessidade de gerar estratégias de manejo, muitos estudos buscam meios eficientes de estimar variáveis climáticas em determinadas regiões. Neste sentido, esta pesquisa teve o objetivo de calibrar o modelo de Hargreaves e Samani para estimar a radiação solar em Jaú-SP, em função da precipitação e da amplitude térmica. Para tal, foram utilizados dados climáticos obtidos na estação meteorológica da Faculdade de Tecnologia de Jahu no período de 2009 a 2018. O modelo de estimativa da radiação solar global empregado foi o de Hargreaves e Samani, realizando-se a calibração de Kr em função da precipitação (dias com e sem precipitação) e da amplitude térmica diária (maior ou menor que 5°C). A validação de Kr foi realizada utilizando os coeficientes de determinação e correlação, além dos índices de concordância e confiança. Os resultados demonstraram que a utilização de Kr específicos para dias com (Kr=0,115) e sem precipitação (Kr=0,148 e 0,145) apresentaram classificação boa para o índice de confiança. Conclui-se que esta forma de tratamento de dados apresenta-se simples e viável para correção do modelo, permitindo sua utilização.

Palavras-chave: agrometeorologia; calibração; modelagem agrícola

INTRODUÇÃO

A agropecuária representa um dos setores mais importantes para a economia nacional e mundial. No Brasil o agronegócio movimenta aproximadamente 20% do Produto Interno Bruto – PIB, sendo separado em diversas cadeias de produção que envolvem desde a aquisição de insumos até a comercialização dos produtos finais pós-industrializados (1).

Inegavelmente o setor apresenta alto grau de importância socioeconômica, porém, a realização das atividades rurais em nível de campo torna-as suscetíveis à eventos de natureza ambiental e climática. Dentre estes eventos, estão o ataque de pragas e doenças, além de adversidades climáticas, como ventos, geadas, secas e similares (2).

Destacando-se o impacto que o clima gera nas atividades rurais, são comuns estudos que buscam gerar informações de previsão/ estimativa climática. O conhecimento das características do clima permite a realização de diversas estratégias de mitigação dos eventos climáticos, podendo-se citar o zoneamento e planejamento agrícola (3; 4).

O planejamento agrícola pauta-se na definição de um plano de ação considerando as características do clima regional, que podem envolver o momento de implantação da cultura, adoção de práticas complementares como a irrigação, antecipação de colheita, dentre outros manejos (5).

Outro aspecto importante sobre o conhecimento climático pauta-se na possibilidade de gerar informações que serão utilizadas em programas de modelagem agrícola. A modelagem agrícola baseia-se no conceito de prever o comportamento das culturas diante de condições ambientais e de manejo (6). Assim pode-se constatar que enquanto o planejamento busca estabelecer manejos com base nas variações futuras do clima, a modelagem busca descrever como estas variações irão afetar as culturas.

Neste contexto, a modelagem apresenta-se como uma ferramenta promissora do planejamento agrícola. Contudo, o emprego adequado da modelagem para tal finalidade depende da construção de bancos de dados consistentes, envolvendo clima, solo, culturas e afins. Destas informações, normalmente os dados climáticos apresentam a maior dificuldade de obtenção, devido ao tempo de informações confiáveis necessárias e a dificuldade de obtenção de algumas variáveis climáticas (7; 8).

A temperatura e a precipitação são variáveis de fácil mensuração, presentes em praticamente qualquer estação meteorológica. Entretanto, a radiação solar considerada fundamental para o emprego da modelagem agrícola, nem sempre é mensurada, ou apresenta um banco de informações muito menor em relação às demais variáveis (8).

Desta forma, como a modelagem agrícola exige a utilização da radiação solar, torna-se obrigatório realizar sua estimativa em regiões onde esta informação não está disponível. Existem diversas formas de estimar a radiação solar, contudo, quanto mais preciso for o método de estimativa, mais variáveis ele necessita. Existem métodos de mensuração mais simples, porém, devem-se adotar processos de calibração para correção de erros (9). Dentre os métodos de calibração simples, pode-se destacar o método de Hargreaves e Samani (10), que se baseia na amplitude térmica e na utilização de um coeficiente empírico (K_r) para ajuste dos dados em diferentes regiões.

Neste sentido, o presente estudo teve o objetivo de calibrar o modelo de Hargreaves e Samani (10) para estimar a radiação solar em Jaú-SP, em função da precipitação e da amplitude térmica.

MATERIAL E MÉTODOS

Para alcançar o objetivo proposto, foram utilizados dados diários de temperatura mínima e máxima, precipitação e radiação solar global obtidos em estação meteorológica da Faculdade de Tecnologia de Jahu (FATEC Jahu) (latitude 22°18'50" S, longitude 48°32'54" W e altitude de 583,4 m), referentes ao período de 01/01/2019 à 31/12/2018 (10 anos). O número total de observações diárias para cada variável foi de 3.652, contudo, após um processo de tratamento de dados, restaram 3.473 observações diárias viáveis. Foram

excluídas observações para dias em que uma ou mais variáveis estavam ausentes, além de observações com possíveis incoerências.

Para estimar a radiação solar, empregou-se o modelo de Hargreaves e Samani (10) (Equação 1), fundamentado na amplitude térmica e em um coeficiente empírico (K_r) que oscila entre 0,16 até 0,19, para regiões no interior do continente até o litoral, respectivamente. Porém, alguns estudos demonstram que o coeficiente K_r pode superestimar os valores de radiação solar global. Trabalhos realizados em São Paulo encontraram K_r ajustado para a região próximo de 0,13 a 0,15 (inferior ao indicado na faixa de utilização do coeficiente) (4; 11; 12).

$$Q_g = K_r * \sqrt{(T_{max} - T_{min})} * Q_o \quad (1)$$

Em que: Q_g : Radiação Solar Global ($MJ m^{-2} dia^{-1}$); K_r : Coeficiente Empírico oscilando entre 0,16 a 0,19; T_{max} : Temperatura Máxima ($^{\circ}C$); T_{min} : Temperatura Mínima ($^{\circ}C$); Q_o : Radiação Incidente no Topo da Atmosfera ou Extraterrestre ($MJ m^{-2} dia^{-1}$).

Realizou-se a calibração regional de K_r , utilizando as observações dos anos ímpares, enquanto as observações dos anos pares foram utilizadas na conferência/validação do modelo. Buscando elevar a eficiência da calibração, as informações ainda foram segmentadas em observações para dias com (P) e sem precipitação (SP) e em faixas de amplitude térmica diária (AT) superior e inferior a $5^{\circ}C$. Na determinação da radiação solar no topo da atmosfera, foram utilizadas as equações 2, 3, 4 e 5.

$$Q_o = \frac{J_o}{\pi} * \left(\frac{d}{D}\right)^2 * \left[\left(\frac{\pi}{180}\right) * hn * \text{sen}\varnothing * \text{sen}\sigma + \text{Cos}\varnothing * \text{Cos}\sigma * \text{sen} hn \right] \quad (2)$$

$$\left(\frac{d}{D}\right) = 1 + 0,033 * \cos\left(\frac{NDA*360}{365}\right) \quad (3)$$

$$hn = \text{Arccos}(-\text{Tg}\varnothing * \text{Tg}\sigma) \quad (4)$$

$$\sigma = 23,45 * \text{sen}\left[\frac{360*(NDA-80)}{365}\right] \quad (5)$$

Em que: Q_o : Radiação Incidente no Topo da Atmosfera ou Extraterrestre ($MJ m^{-2} dia^{-1}$); J_o : Constante Solar ($118,11 MJ m^{-2} dia^{-1}$); $\left(\frac{d}{D}\right)$: Razão entre a Distância Terra-Sol; hn : Ângulo Horário do Nascer do Sol; \varnothing : Latitude (Radianos); σ : Declinação Solar (Radianos); NDA: Número do Dia Juliano do Ano.

Para realizar a validação dos resultados obtidos, ou seja, comparar os resultados reais dos anos pares com os valores estimados, por meio das calibrações realizadas com os anos ímpares, foram utilizados 4 indicadores estatísticos, sendo eles o Coeficiente de Determinação (R^2), o Coeficiente de Correção (r), o Índice de Concordância (d) (13) e o Índice de Confiança (c) (14), sendo determinados conforme as equações 6, 7, 8 e 9.

$$R^2 = r * r \quad (6)$$

$$r = \frac{\sum_1^n (O_i - O) * (P_i - P)}{\sqrt{[\sum_1^n (O_i - O)^2] * [\sum_1^n (P_i - P)^2]}} \quad (7)$$

$$d = 1 - \left[\frac{\sum_1^n (O_i - P_i)^2}{\sum_1^n (|O_i - P| + |P_i - P|)^2} \right] \quad (8)$$

$$c = r * d \quad (9)$$

Em que: R²: Coeficiente de Determinação (adimensional); r: Coeficiente de Correlação (adimensional); O_i: Valores Medidos (MJ m⁻² dia⁻¹); O: Média dos Valores Medidos (MJ m⁻² dia⁻¹); P_i: Valores Estimados (MJ m⁻² dia⁻¹); P: Média dos Valores Estimados (MJ m⁻² dia⁻¹); d: Índice de Concordância (adimensional); c: Índice de Confiança (adimensional).

Embora, todos os indicadores estáticos sejam importantes para o processo de validação dos resultados, é o valor de “c” que normalmente emprega-se para classificar o grau de ajustamento do modelo. A interpretação deste índice emprega a seguinte ordem de classificação: <0,40 (muito baixo); 0,41-0,50 (baixo); 0,51-0,60 (tolerável); 0,61-65 (mediano); 0,66-0,75 (bom); 0,76-0,85 (muito bom); e >0,85 (ótimo) (14).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo de estimativa da radiação solar global de Hargreaves e Samani (10), é considerado um dos modelos mais simples por depender apenas da amplitude térmica e do valor de Kr. Contudo, o valor de Kr pode empregar diferentes métodos de calibração (Tabela 1). Considera-se que a calibração para condições específicas possibilita a obtenção de estimativas mais representativas, confirmadas por meio da validação dos resultados (Tabela 2).

Tabela 1 - Resultados para calibração de Kr em função da precipitação e faixas de temperatura em Jaú-SP utilizando anos ímpares entre 2009 a 2018.

Dados		Nº de Observações (Calibração)	Radiação Solar Global Média ± DP (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	Kr
Precipitação	Temperatura			
Reais Total (RT)		1.784	15,12 ± 5,34	0,138
Reais Sem Precipitação (RSP)	-----	1.212	16,17 ± 4,68	0,148
Reais Precipitação (RP)	-----	572	12,21 ± 5,66	0,115
RT	Amplitude (AT) <5°C	96	8,66 ± 6,42	0,171
RT	AT > 5°C	1.688	15,26 ± 5,05	0,136
RSP	AT < 5°C	21	15,17 ± 7,33	0,328
RSP	AT > 5°C	1.191	16,19 ± 4,62	0,145
RP	AT < 5°C	75	6,83 ± 4,80	0,126
RP	AT > 5°C	497	13,02 ± 5,34	0,113

Tabela 2 - Resultados de validação de Kr em função da precipitação e faixas de temperatura em Jaú-SP utilizando anos pares entre 2009-2018, radiação solar global média, Desvio Padrão (DP), Coeficiente de Determinação (R²), Coeficiente de Correlação (r), Índice de Concordância (d), Índice de Confiança (c) e Classificação de “c”. (Continua...)

Dados	R ²	r	d	c
-------	----------------	---	---	---

Precip.	Temp.	Kr	Nº de Observações (Validação)	Radiação Solar Global Média ± DP (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	R ²	r	d	c	Classific. "c"
RT	Reais		1.689	15,35 ± 5,11	---	---	---	---	---
RT	Todos	0,138	1.689	15,78 ± 3,78	0,58	0,76	0,84	0,64	Mediano
RT	AT>5°C	0,136	1.634	15,77 ± 3,55	0,55	0,74	0,83	0,61	Mediano
RT	AT<5°C	0,171	55	11,36 ± 3,24	0,06	0,24	0,16	0,04	M. Baixo
RSP	Reais		1.202	16,34 ± 4,65	---	---	---	---	---
RSP	Todos	0,148	1.202	16,99 ± 3,99	0,62	0,79	0,87	0,69	Bom
RSP	AT>5°C	0,145	1.197	16,68 ± 3,88	0,62	0,79	0,87	0,69	Bom
RSP	AT<5°C	0,328	5	11,58 ± 3,20	0,34	0,58	0,29	0,17	M. Baixo

Tabela 2 - Resultados de validação de Kr em função da precipitação e faixas de temperatura em Jaú-SP utilizando anos pares entre 2009-2018, radiação solar global média, Desvio Padrão (DP), Coeficiente de Determinação (R²), Coeficiente de Correlação (r), Índice de Concordância (d), Índice de Confiança (c) e Classificação de "c". (Final)

Precip.	Dados	Kr	Nº de Observações (Validação)	Radiação Solar Global Média ± DP (MJ m ⁻² dia ⁻¹)	R ²	r	d	c	Classific. "c"
RP	Reais		487	12,93 ± 5,40	---	---	---	---	---
RP	Todos	0,115	487	13,02 ± 3,27	0,64	0,80	0,83	0,66	Bom
RP	AT>5°C	0,113	437	13,39 ± 2,73	0,59	0,77	0,78	0,60	Tolerável
RP	AT<5°C	0,126	50	8,41 ± 2,40	0,06	0,23	0,26	0,06	M. Baixo

Conforme os resultados de validação apresentados da Tabela 2, obtidos em função da calibração apresentada na Tabela 1, constata-se que as separações das estimativas entre dias com precipitação e dias sem precipitação permite a obtenção de valores de "c" considerados bons (acima de 0,66). Estes resultados são superiores aos obtidos por Cosmo et al. (4) utilizando os dados do mesmo período na região, porém, com valores de Kr fixos e sem separar as observações em função da precipitação e/ ou faixas de temperatura (valores de "c" entre ruim e tolerável).

Embora, tenha-se adotado a separação dos dados por faixa de amplitude térmica diária (dias com amplitude superior ou inferior a 5°C, constatou-se os melhores resultados separando as observações apenas entre dias onde ocorreram precipitações e dias onde elas não ocorreram. Os valores de Kr para os resultados "bons" oscilaram entre 0,115 a 0,148, sendo os valores mais baixos empregados para dias com precipitação e os valores mais altos empregados em dias sem precipitação.

No estudo realizado por Ramos et al. (12) calibrando o valor de Kr para diferentes regiões do Brasil, foram obtidos valores médios de Kr de 0,147 entre as cidades do estado de São Paulo e de 0,157 para a região Sudeste. Enquanto Paes et al. (15), utilizando o modelo para Botucatu-SP, obteve valores de Kr de 0,17, com valor de "c" estimado como bom. No trabalho realizado por Baratto et al. (16) também calibrando Kr para diferentes regiões, foram obtidos valores próximos de 0,15 para o estado de São Paulo.

Em outras regiões do país, Ramos et al. (12), obtiveram valores de Kr entre 0,126 a 0,220. Enquanto Mazzarella et al. (11) para o estado do Rio de Janeiro encontraram valores de Kr oscilando entre 0,153 a 0,200. No estudo de Mazzarella et al. (11) apontou-se que os valores iniciais de Kr presente na literatura (0,16 a 0,19) apresentam melhor

ajustamento em regiões próximas de corpos de água. Fator que favorece os resultados deste trabalho, ao encontrar diferença entre dias com precipitação e dias sem precipitação.

Conforme observado os valores de Kr podem oscilar de forma expressiva em função das características climáticas locais de cada região. Porém, a separação destes dados em categorias em função da precipitação, permitiu a obtenção de respostas mais eficientes do que a utilização de um valor de Kr único para todos os dados, indicando viabilidade nesta forma de tratamento de dados.

Portanto, a realização de estudos que permitam identificar meios simples de melhorar os métodos de estimativa de variáveis climáticas disponíveis, sem a necessidade de inserir novos parâmetros configura uma possibilidade útil e viável para o preenchimento de bancos de dados com falhas ou de estimativas para regiões que não disponham de dados por um longo período, podendo, dentre outras vantagens favorecer a modelagem agroclimática nestas regiões.

CONCLUSÕES

O processo de fragmentação das observações diárias entre dias com e sem precipitação permitiu a calibração de valores de Kr mais eficientes em estimar a radiação solar global do que a utilização de um valor único de Kr. Para os dias com precipitação o melhor ajuste de Kr foi de 0,115, enquanto para dias sem precipitação os melhores ajustes foram de 0,148 e 0,145, sendo todos classificados como bons ($c \geq 0,66$).

Portanto, a estimativa da radiação solar global em Jaú-SP, por meio do método de Hargreaves e Samani, com correção simples por meio da fragmentação de observações diárias apresentou-se viável e de fácil utilização, destacando a importância em determinar formas alternativas de tratamento de dados.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Prof. Dr. José Carlos Toledo Veniziani Junior, professor da Fatec de Jahu, responsável por disponibilizar os dados climáticos da estação meteorológica.

REFERÊNCIAS

1. Santos FF, Brochine L, Santos PF, Gameiro AH. Enquadramento como “Pessoa física” traz vantagens tributárias aos pequenos agricultores. PUBVET. 2019;13:1-10.
2. Soglio FD, Kubo RR. Desenvolvimento, agricultura e sustentabilidade. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2016.
3. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Visão 2030: O futuro da agricultura brasileira. Brasília: Embrapa, 2018.
4. Cosmo BMN, Galeriani TM, Arlanch AB, Gava GJC. Estimativas de radiação solar global por Hargreaves e Samani no município de Jaú-SP. In: 9º Jornacitec da Faculdade de Tecnologia de Botucatu; 2020; Botucatu, SP, Brasil. Botucatu: FATEC; 2020. p.1-8.

5. Vianna MS, Sentelhas PC. Simulação do risco de déficit hídrico em regiões de expansão do cultivo de cana-de-açúcar no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2014;49:237-246.
6. Cosmo BMN, Galeriani TM, Arlanch AB, Scarpari MS, Gava GJC. Modelagem de sistemas agrícolas. In: 10º Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável; 2020; Viçosa, MG, Brasil. Viçosa: SIMBRAS; 2020. p.198-201.
7. Scarpare FV, Lier QJV, Corrêa STR, Barros AHC, Marin FR, Nassif D.S.P. Modelos de crescimento da cana-de-açúcar e sua parametrização – Revisão. *Revista de Agricultura*. 2012;87:66-80.
8. Silva CR, Silva VJ, Alves Júnior J, Carvalho HP. Radiação solar estimada com base na temperatura do ar para três regiões de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2012;16:281-288.
9. Beruski GC, Pereira AB, Sentelhas PC. Desempenho de diferentes modelos de estimativa da radiação solar global em Ponta Grossa, PR. *Revista Brasileira de Meteorologia*. 2015;30:205-213.
10. Hargreaves GH, Samani ZA. Estimating potential evapotranspiration. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. 1982;108:225-230.
11. Mazzarella DS, Wanderley HS, Oliveira Júnior JF, Gois G, Lyra GB. Métodos baseados em temperatura do ar para estimativa de radiação solar incidente diária no Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Geografia Física*. 2019;12:2325-2338.
12. Ramos JPA, Vianna MS, Marin FR. Estimativa da radiação solar global baseada na amplitude térmica para o Brasil. *Revista da Sociedade Brasileira de Agrometeorologia*. 2018;26:37-51.
13. Willmott CJ, Ackleson SG, Davis RE, Feddema JJ, Klink KM, Legates DR, O'donnell J, Rowe CM. Statistics for the evaluation and comparison of models. *Journal of Geophysical Research*. 1985;90:8995-9005.
14. Camargo AP, Sentelhas PC. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativas da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. 1997;5:89-97.
15. Paes AC, Silva MBP, Gomes EN, Escobedo JF, Santos CM. Estimativa da irradiação solar global pelos modelos de Hargreaves-Samani e aprendizado de máquina SVM e ANN em Botucatu/SP/Brasil. In: 7º Congresso Brasileiro de Energia Solar; 2018; Gramado, RS, Brasil. Gramado: CBENS; 2018. p.1-10.
16. Baratto RL, Souza JLM, Xavier AC, Jerszurki D. Coeficiente de proporcionalidade K_{Rs} da equação de Hargreaves e Samani para o Brasil. In: 14º Congresso Online de

Gestão, Educação e Promoção da Saúde; 2017; Brasil. Brasil: CONVIBRA;
2017.p.1-13.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-10>

Capítulo 10

INOCULAÇÃO DE SEMENTE DE MILHO COM *Azospirillum brasilense* ALTERA A RESPOSTA DA CULTURA A ADUBAÇÃO FOSFATADA?

Felipe Grisard Penteado¹; Igor Kieling Severo²; Cleverson Augusto Legramante³; Rafael Peter Tomassoni³

¹Docente/ Prof. Me. do curso de Agronomia – Faculdade Mater Dei; E-mail: felipenteado@gmail.com, ²Doutorando no programa de pós-graduação em agronomia – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Pato Branco; E-mail: agro.severo@gmail.com, ³Discente do curso de agronomia – Faculdade Mater Dei.

RESUMO: A inoculação de milho com *Azospirillum brasilense* é uma prática que visa a promoção de crescimento radicular e, conseqüentemente, melhor aproveitamento dos recursos do solo. Com isso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* em diferentes doses de fósforo na cultura do milho. O experimento foi conduzido na safra 20/21 no município de Vitorino/PR. O delineamento utilizado foi blocos casualizados em um fatorial 3x2, quatro repetições. Foram testadas doses de P₂O₅ (0, 75 e 150 kg de ha⁻¹), na presença e ausência de inoculação. As variáveis analisadas foram, matéria seca de raiz, altura de planta, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, número de grãos por espiga, peso de mil grãos e produtividade. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e teste de comparação de médias de Tukey, ambos com P ≤ 0,05. As variáveis diâmetro de colmo, altura de planta, matéria seca de raiz e número de grãos por fileira, não diferiram com o aumento das doses e a presença ou ausência do inoculante. A adoção de inoculante aumentou o número de fileiras por espiga, número de grãos por espiga e peso de mil grãos. Houve interação para a variável produtividade, em que as médias para doses não diferiram na presença de inoculante. Entretanto, houve resposta crescente de produtividade na ausência da bactéria. Concluiu-se que a presença de inoculante aumenta a produtividade da cultura e diminui a resposta à adubação fosfatada.

Palavras-chave: bactérias diazotróficas; produtividade; *Zea mays*

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) apresenta-se como uma cultura de grande importância pela sua diversidade de usos, desde consumo humano, ração para animais, matéria-prima para indústria, até para produção de biocombustível. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial do grão, apresentando uma produção de 106.413,5 mil toneladas (safra 2020/2021), um aumento de 3,7% comparada à safra anterior (1). As altas produções nacionais estão atreladas ao desenvolvimento de novas tecnologias e altos níveis de investimentos pelo produtor, principalmente em adubação. Os fertilizantes fosfatados apresentam-se como fator importante para manutenção de altas produtividades, visto que

os solos brasileiros são naturalmente pobres em fósforo (2). A absorção desse nutriente pelas plantas está atrelada ao desenvolvimento radicular, visto que a sua interceptação pelas raízes é fator determinante para o aproveitamento do nutriente. Com isso, a aplicação de fertilizantes fosfatados incorporados ao solo reflete em incrementos na produtividade, devido ao maior contato das raízes com esse nutriente de baixa mobilidade no solo (3).

O baixo enraizamento da planta do milho no perfil do solo pode causar menor absorção de água e minerais, principalmente de fósforo, podendo acarretar em baixas produtividades. Por se tratar de um manejo fosfatado na base, e pela baixa mobilidade do fósforo nos solos e alta adsorção do nutriente aos colóides (4), produtos promotores de crescimento radicular podem promover melhoria na resposta à adubação fosfatada e alteração na curva de resposta ao nutriente. A adoção de inoculante a base de *A. brasilense* tem apresentado maior crescimento e desenvolvimento de plantas de milho (5). Tais bactérias, classificadas como promotoras de crescimento, podem fixar nitrogênio para a cultura e, também, sintetizar fitormônios que estimulam o desenvolvimento vegetal. Sendo assim, promovem melhorias nutricionais e de sanidade das plantas (6). A promoção de crescimento ocorre tanto em parte aérea como no sistema radicular, com o desenvolvimento de mais raízes laterais (7). Observa-se, por fim, incrementos de produtividade da cultura do milho através da inoculação com *A. brasilense* (8). Além disso, a presença de *A. brasilense* na rizosfera aumenta o aproveitamento do fósforo presente no solo (9).

Com isso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* em diferentes doses de fósforo na cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante a safra 20/21 em propriedade localizada no município de Vitorino/PR. O clima da região é classificado, de acordo com a classificação de Koppen-Geiger, como Cfa (clima subtropical úmido). A safra 20/21 se caracterizou como atípica, em que ocorreram baixas precipitações de chuva nos meses de agosto, setembro e outubro de 2020. O local do experimento está situado a 780 metros de altitude em relação ao nível do mar e, nas coordenadas geográficas 26° 13' 07,6" de latitude sul e 52° 51' 21,1" de longitude oeste. O solo no local é classificado como um Latossolo Vermelho distrófico e o relevo suave ondulado (10). Os dados climáticos durante o período experimental são apresentados na Figura 1.

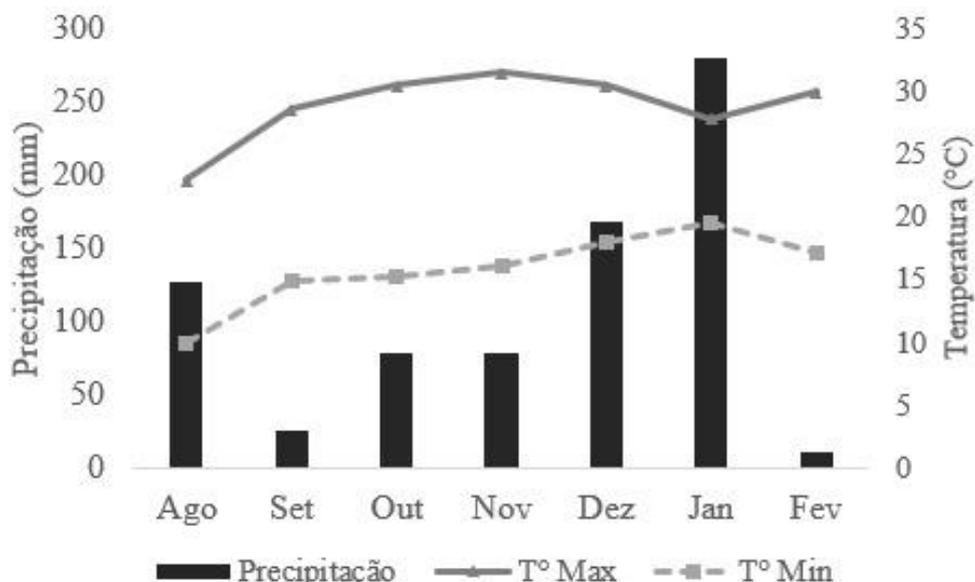


Figura 1 – Condições climatológicas durante o período do experimento.
Fonte: Nasa/Power (11).

Antecedendo à semeadura do milho, foi realizada a amostragem de solo (0-20 cm) da área experimental para determinação da análise química do solo (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultados da análise de solo no local do experimento. Pato Branco/PR.

M.O.	Teor de argila	Teor de P	pH	CTC	SB	Saturação por Al
g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³	-	cmol _c dm ⁻¹	%	%
56,3	570	26,8	5,18	13,54	55,8	0

M.O. – Matéria orgânica. SB – saturação de bases.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, disposto em um fatorial 3x2, contendo quatro repetições. Correlacionou-se a presença e ausência de inoculação com *Azospirillum brasilense* e com três doses de fósforo (0, 75 e 150 kg de P₂O₅ ha⁻¹). Cada repetição foi composta por uma parcela experimental de (6 x 4,5 metros), totalizando 27 m², espaçadas entre si por 2 metros. O adubo utilizado foi o MAP, contendo 11% de nitrogênio e 52% de P₂O₅, o qual foi incorporado durante o plantio. Em função da presença de nitrogênio na formulação, compensou-se com ureia (45% de N) as demais parcelas do experimento. O inoculante utilizado foi o VITAIZ Gramíneas, composto pelas estirpes AbV5 e AbV6, em que sua concentração de bactérias é de 2,0 x 10⁹ UFC ml⁻¹. A inoculação foi realizada nas sementes seguindo dose recomendada 200 ml ha⁻¹. Após aplicação, as sementes foram homogêneas manualmente para garantir maior uniformidade de cobertura dos microrganismos nas sementes. Esse procedimento foi realizado no momento da semeadura, à sombra, para evitar perdas por morte microbiana ocasionada pelos raios solares.

A semeadura foi realizada no dia 29 de agosto de 2020 em sistema de plantio direto. O espaçamento utilizado foi de 0,45 m entre linhas, sendo distribuídas 73.000 sementes por hectare. O híbrido utilizado foi AG 9025 PRO3, cujas sementes apresentavam tratamento industrial, Poncho (Clotianidina 600 g l⁻¹) e Demarcor (Clorantranilprole 625 g l⁻¹). Realizou-se a aplicação de 140 kg ha⁻¹ de KCl (00-00-58) em pré-plantio. A adubação

nitrogenada foi realizada a lanço com o milho no estádio V4, aplicando-se 170 kg de N ha⁻¹ (45-0-0). O manejo fitossanitário da cultura seguiu as recomendações para a região.

As variáveis analisadas no experimento foram matéria seca de raiz, altura de planta, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, obtendo assim o número total de grãos por espiga, peso de mil grãos e produtividade. A matéria seca de raiz foi avaliada no estádio R1, em que foram coletadas cinco plantas por parcela e posteriormente retiradas as raízes das mesmas. O material coletado foi lavado em água corrente para retirar o solo aderido. Após a limpeza, as raízes foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e colocadas em estufa (55 ± 2°C) por 72 horas. O material seco foi pesado para determinação da matéria seca de raiz, descontando assim o peso do saco de papel. No estádio R6, foram avaliados a altura da planta com trena de 5 metros, do solo até a inserção da última folha, e o diâmetro do colmo entre o segundo e terceiro nó da planta com uso de paquímetro. Mediu-se o diâmetro em dois pontos do colmo formando ângulo de 90° entre as medições.

Os componentes de rendimento foram avaliados no momento da colheita. Em cada parcela foram coletadas cinco espigas para contagem do número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, e o produto desses dois valores gerou o número de grãos por espiga. Em seguida, as espigas foram debulhadas manualmente e o material foi acondicionado em sacos de papel Kraft para pesagem e determinação da produtividade com ajuda de uma balança de precisão com capacidade até 5 kg. Avaliou-se também nesse momento, o peso de mil grãos na mesma balança. A produtividade foi obtida pela extrapolação da massa obtida nas cinco espigas por hectare, considerando área colhida de 0,776 m². A produtividade obtida foi corrigida para umidade de 14%.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e teste de comparação de médias de Tukey, ambos com P ≤ 0,05. Também se realizou teste de Shapiro-Wilk para avaliação da normalidade dos resíduos, com mesma probabilidade. Todas as análises foram realizadas com o programa R versão 4.0.3 (12).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste de Shapiro-Wilk, realizado para todas as variáveis, demonstrou em todos os casos normalidade nos resíduos a nível de probabilidade de 5%, resultando em variáveis com distribuição normal. Para as variáveis diâmetro de colmo, altura de planta e matéria seca de raiz, não houve diferença significativa pelo teste de comparação de médias para presença ou ausência de inoculante e para adubação fosfatada. O diâmetro de colmo apresentou valores de médias que variaram de 19,50 a 20,75 mm. A altura de planta variou entre 175 e 200 cm. A variável matéria seca de raiz apresentou variações das médias de 65 a 71 g por raiz (Tabela 2).

Tabela 2 – Teste de comparação de médias de Tukey (P ≤ 0,05) para as variáveis diâmetro de colmo, altura de planta e matéria seca de raiz submetidas a diferentes doses de fósforo e, com ou sem inoculação de *A. brasilense*. Pato Branco/PR.

Inoculante	Doses de fósforo (kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹)			Média
	0	75	150	
	Diâmetro de colmo (mm)			
Sem inoculante	20,50	20,75	20,25	20,5 ^{ns}

Com inoculante	19,75	19,00	19,75	19,5 ^{ns}
Média	20,12 ^{ns}	19,87 ^{ns}	20,00 ^{ns}	
Altura de planta (cm)				
Sem inoculante	200	183	175	186 ^{ns}
Com inoculante	190	185	183	186 ^{ns}
Média	195 ^{ns}	184 ^{ns}	179 ^{ns}	
Matéria seca de raiz (g)				
Sem inoculante	70	69	71	70 ^{ns}
Com inoculante	68	60	69	66 ^{ns}
Média	69 ^{ns}	65 ^{ns}	70 ^{ns}	

^{ns} - Médias não diferem entre si na linha pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A análise de altura de planta é importante na avaliação da qualidade e desenvolvimento de plantas, uma vez que fornece um bom indicador de evolução da cultura (13). A ocorrência de estiagem nos primeiros 60 dias de cultivo como visto (Figura 1) e a alta incidência de *Dalbulus maidis* (cigarrinha-do-milho) durante o desenvolvimento da cultura pode ter contribuído com a não diferença dos resultados, visto que a adubação fosfatada e a inoculação com *A. brasilense* tendem a aumentar o desenvolvimento do milho (3,5). Pela observação da análise de solo (Tabela 1), verifica-se que o teor de P no solo é de 26,8 mg dm⁻³ e, segundo Manual de Adubação e Calagem do Estado do Paraná (14), é considerado como muito alto. Com isso, pode ter diminuído a resposta do diâmetro do colmo e da altura de planta, e, principalmente, do desenvolvimento radicular, visto que as médias de matéria seca de raiz não apresentaram diferença com aplicação dos tratamentos.

Tanto a adubação fosfatada (3), como a bactéria inoculada (6), tendem a aumentar o desenvolvimento de raízes, o que não foi observado. Entretanto, por avaliação visual notou-se desenvolvimento de raízes mais finas e compridas quando inoculado, o que pode refletir em maior superfície de contato solo-raiz (7). Tal fato pode não ter alterado a matéria seca, mas sim a superfície radicular.

A variável número de grãos por fileira não difere entre os tratamentos, com variação entre 30 e 33 grãos. Contudo, o número de fileiras por espiga aumentou uma unidade em média quando na presença do inoculante. Isso, conseqüentemente, refletiu em maior número de grãos por espiga, com aumento de aproximadamente 12% no número de grãos. Quando se observam as médias para as doses de fósforo, nota-se diferença significativa no número de grãos por espiga, com uma tendência crescente nas médias da dose zero até 150 kg de P₂O₅ ha⁻¹. O peso de mil grãos apresentou média significativamente superior para milho inoculado com a bactéria, 11 g a mais em relação ao material não inoculado (Tabela 3).

A produtividade do milho apresentou interação entre os fatores estudados. A partir da comparação de médias observa-se que a presença de inoculante aumenta a produtividade da cultura em todas as doses de fósforo, entretanto inibe a resposta ao nutriente. Comparando-se as três doses dentro quando o milho foi inoculado, não há diferença

significativa entre as médias. Na ausência de inoculante, nota-se resposta crescente da variável à medida que a dose de fósforo aumenta. Com isso, houve diferença significativa entre as doses 0 e 150 kg de P₂O₅ ha⁻¹, enquanto a dose 75 kg de P₂O₅ ha⁻¹ não diferiu das demais (Tabela 3).

A produtividade de milho inoculado com *A. brasilense* apresentou-se aproximadamente 12% superior ao não inoculado. Situações semelhantes foram reportadas em outros trabalhos, com incrementos de 25% no rendimento de grãos (15), e de 26% com aumentos na absorção de fósforo e potássio (16). O estímulo ao desenvolvimento radicular favorece a formação dos primórdios das partes reprodutivas, assim como proporciona às plantas maior resistência às adversidades, o que possibilita condições para o milho produzir maior quantidade de grãos (17), fato relacionado à ação da bactéria pela produção de fitormônios que afeta o desenvolvimento radicular. Entretanto, não se observa resposta à inoculação em todos os trabalhos (18), visto que o sucesso da inoculação de plantas com *A. brasilense* depende de diversos fatores, ambientais, nutricionais e da compatibilidade entre os pares envolvidos na interação (19).

Mesmo não sendo avaliado no presente trabalho, a inoculação com *A. brasilense* pode fixar nitrogênio e promover respostas produtivas da cultura. Tal fato ocorre ou pela excreção direta da bactéria ou pela mineralização de bactérias mortas. Com isso, a adoção da bactéria é uma tecnologia de baixo custo e impacto ambiental, por meio da qual o N₂ fixado por estas bactérias torna-se disponível para a planta e reduz a necessidade de adubação nitrogenada (16,20). Sendo assim, a maior resposta do milho inoculado no presente experimento também pode estar relacionada com o fornecimento de nitrogênio por parte das bactérias. Em estudo realizado com *Azospirillum* demonstrou que com a fixação biológica de nitrogênio houve aumento do desenvolvimento radicular, o que promoveu melhoria na absorção de fósforo, nutriente de menor mobilidade (21). Com isso, o crescimento vegetal não está apenas associado à solubilização e maior aproveitamento do fósforo, mas também com a fixação biológica de nitrogênio (22).

Tabela 3 – Teste de comparação de médias de Tukey ($P \leq 0,05$) para as variáveis número de fileiras, grãos por fileira, número de grãos por espiga, peso de mil grão e produtividade submetidas a diferentes doses de fósforo e, com ou sem inoculação de *A. brasilense*. Pato Branco/PR.

Inoculante	Doses de fósforo (kg de P ₂ O ₅ ha ⁻¹)			Média
	0	75	150	
Nº de fileiras por espiga				
Sem inoculante	14,50	14,50	14,50	14,50 b
Com inoculante	15,00	15,50	16,00	15,50 a
Média	14,75 A	15,00 A	15,00 A	
Grãos por fileira				
Sem inoculante	30,45	32,40	30,25	31,03 a
Com inoculante	32,60	32,20	31,35	32,05 a
Média	31,52 A	32,30 A	30,80 A	
Número de grãos por espiga				

Sem inoculante	406	443	458	435 b
Com inoculante	456	499	501	485 a
Média	431 B	471 AB	480 A	
Peso de mil grãos (g)				
Sem inoculante	387	399	405	397b
Com inoculante	409	405	409	408a
Média	398A	402A	407A	
Produtividade (kg ha ⁻¹)				
Sem inoculante	9.629,7 Bb	10.330,3 ABb	10.897,8 Ab	10.285,9
Com inoculante	11.702,0 Aa	11.072,0 Aa	11.688,6 Aa	11.487,6
Média	10.665,9	10.701,2	11.293,2	

Médias seguidas por letra maiúscula diferente na linha e letra minúscula diferente na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a $P \leq 0,05$.

A produtividade do milho está relacionada com a resposta dos componentes de rendimento da cultura. Tais componentes estão vinculados ao bom desenvolvimento da planta, cujo reflexo é dado pela disponibilidade hídrica e nutricional (23). A diferença de produtividade da cultura com o aumento dos componentes de rendimento observado quando na presença do inoculante, pode estar relacionado com o desenvolvimento radicular em área específica, como já mencionado anteriormente. A maior resiliência da cultura ao estresse hídrico, também pode ter refletido no maior potencial da planta inoculada (5). Associado ao bom desenvolvimento radicular, a interceptação do fósforo garante maior aproveitamento do nutriente e, conseqüentemente, reflete em maior desempenho produtivo (3,7,8). Além do maior desenvolvimento radicular, as bactérias presentes na rizosfera aumentam a solubilidade do fósforo (16,24) adsorvido aos colóides (4), deste modo, garantindo maior aproveitamento do nutriente que reflete no potencial produtivo da cultura (9), reflexo do alto teor de P presente no solo como já citado.

O solo no local do experimento apresenta alto teor de argila, o que reflete na alta adsorção dos adubos fosfatados. Estima-se uma adsorção de mais 90% do fósforo aplicado ainda nas primeiras horas, inicialmente na fração lábil do fósforo e em seguida não-lábil (25). Com isso, a alta capacidade do solo de reter fósforo aumenta a necessidade de aplicação de P (26) em que mesmo a cultura necessitando de maiores doses de nitrogênio e potássio, o baixo aproveitamento de fósforo, entre 20 e 30%, devido a adsorção e precipitação acarreta em altas doses do nutriente. A partir do exposto, o maior aproveitamento do fósforo já presente no solo é importante estratégia de manejo, visto que algumas bactérias apresentam capacidade de solubilizar esse fósforo. Alguns desses microrganismos edáficos, através da síntese de ácidos orgânicos, solubilizam fosfatos e os tornam disponíveis às plantas leguminosas e não-leguminosas (27). O solo do presente estudo contava com teor muito alto de fósforo (Tabela 1), cuja solubilização poderia acarretar em melhor desenvolvimento da cultura. Tal fato pode, também, estar relacionado à maior produtividade de grãos e redução na resposta à adubação fosfatada, devido à solubilização do fósforo já presente em altas concentrações no solo. Com isso, o fósforo adicionado via adubação teria menor influência no desenvolvimento vegetal. Associado a

isso, o desenvolvimento de maior superfície radicular aumentaria a exploração do fósforo presente no solo, o que reduziria a resposta à adubação fosfatada.

O fósforo na forma orgânica pode atuar como importante fonte do nutriente para as plantas, tendo em vista que aproximadamente 30% do fósforo total nos solos tropicais apresentam-se dessa forma (24). Sendo assim, a matéria orgânica no solo pode contribuir fortemente na disponibilidade de fósforo através da decomposição de restos vegetais, células e resíduos oriundos de decomposição microbiana, e liberação do nutriente. Em situação de baixos teores de matéria orgânica no solo a contribuição é baixa, contudo, em solo orgânicos, a contribuição pode chegar a 90% de fósforo (28). No presente estudo, o elevado teor de matéria orgânica no solo (Tabela 1), contribuiu com a liberação de fósforo para o sistema, associado à liberação proveniente da cultura antecessora.

Por fim, verifica-se necessidade de estudar o real impacto no desenvolvimento radicular promovido pela bactéria, e a real capacidade de solubilização de fósforo por esses microrganismos. A resposta à adubação fosfatada na presença e ausência de inoculante em outros sistemas pode apresentar-se diferente à encontrada no presente trabalho, como em solos arenosos e/ou com teor menor de fósforo. Tais características podem alterar a resposta do inoculante, como uma amplificação na resposta à adubação fosfatada em situações de menor teor de fósforo no solo, e não ausência de resposta. Solos arenosos, com menor CTC e menor capacidade de reter nutrientes podem, também, apresentar amplificação na resposta do inoculante à adubação fosfatada. Com isso, nota-se a necessidade de estudar a interação entre milho, inoculante e adubação fosfatada em situações diferentes das do presente trabalho.

CONCLUSÕES

A presença de inoculante aumenta a produtividade da cultura do milho e diminui a resposta da adubação fosfatada. Com isso, a inoculação de milho com *A. brasilense* pode diminuir a necessidade de adubação fosfatada para a cultura. Sugerem-se trabalhos semelhantes em diferentes sistemas de produção e diferentes solos, pois são fatores que influenciam diretamente no manejo de fósforo e no desenvolvimento bacteriano.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade Mater Dei por ceder laboratórios e equipamentos para as avaliações.
À família Tomassoni por ceder a área e insumos para o experimento.

REFERÊNCIAS

1. CONAB. Acompanhamento da safra brasileira – grãos. Safra 2021/2021. Maio de 2021. [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Ago 2]. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos/boletim-da-safra-de-graos>.
2. Santos DRD, Gatiboni LC, Kaminski J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. *Cienc. Rural* 2008;38:586-576.
3. Barreto AC, Fernandes MF. Produtividade e absorção de fósforo por plantas de milho em função de doses e modos de aplicação de adubo fosfatado em solo de tabuleiro costeiro. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*. 2002;26:151-156.

4. Dickmann L, Andreotti M, Souza MFP, Nakao, AH, Catalani, G. Residual phosphate fertilization and *Azospirillum brasilense* in the common bean in succession to maize intercropped with Marandu grass. *Rev. Ciênc. Agron.* 2017;48:404-412.
5. Marques DM, Magalhães PC, Marriel IE, CC GJ, Silva A, Melo, I. G, et al. *Azospirillum brasilense* favors morphophysiological characteristics and nutrient accumulation in maize cultivated under two water regimes. *Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)*, 2020.
6. Hartmann A, Baldam JI. The genus *Azospirillum*. In: Dworkin M, Falkow, S, Rosenberg E, Schleifer KH, Stackebrandt E.. (Ed.). *The Prokaryotes*. New York: Springer; 2006.
7. Tien TM, Gaskins MH, Hubbell D. Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.). *Appl. Environ. Microbiol.* 1979;37:1016-1024.
8. Coelho SP, Galvão JCC, Giehl J, Jesus ÉV, Mendonça BF, Almeida Campos, S, et al. *Azospirillum brasilense* increases corn growth and yield in conventional low input cropping systems. *Renew. Agric. Food Syst.* 2021;36:225-233.
9. Pereira NCM, Galindo FS, Gazola RPD, Dupas E, Rosa PAL, Mortinho ES. Corn yield and phosphorus use efficiency response to phosphorus rates associated with plant growth promoting bacteria. *Front. Environ. Sci.* 2020;8:40.
10. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. 2006.
11. NasaPower. Power Data Access Viewer. [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Ago 14]. Disponível em: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>.
12. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Mai 6]. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.
13. Souto JS, Oliveira FT, Gomes MMS, Nascimento JP, Souto PC. Efeito da aplicação de fósforo no desenvolvimento de planta de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L) Millsp). *Rev. Verde.* 2009;4:135-140.
14. Sociedade brasileira de ciência do solo- SBCS. Núcleo Estadual Paraná. Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná. 2019.
15. Kennedy IR, Choudhury ATMA, KECSKÉS, ML. Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better explored. *Soil Biol. Biochem.* 2004;36:1229-1244.
16. Hungria M, Campo RJ, Souza EM, Pedrosa FO. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. *Plant and soil.* 2010;331:413-425.

17. Grant CA, Flaten DN, Tomaszewicz DJ, Sheppard SC. The importance of early season phosphorus nutrition. *Can. J. Plant Sci.* 2001;81:211-224.
18. Brauna KCF. Residual da adubação fosfatada e inoculação com *Azospirillum brasilense* sobre a micorrização e a produtividade de culturas em sucessão. [dissertação]. São Paulo: Programa de Pós – Graduação em Agronomia. Universidade Estadual Paulista; 2016.
19. Kipe-nolt JA, Avalakki UK, Dart PJ. Root exudation of sorghum and utilization of exudates by nitrogen-fixing bacteria. *Soil Biol. Biochem.* Oxford. 1985;17:859-863.
20. Lana MC, Dartora J, Marini M, Hann JE. Inoculation with *Azospirillum*, associated with nitrogen fertilization in maize. *Rev. Ceres.* 2012;59:399-405.
21. Yang J, Kloepper JW, Ryu CM. Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. *Trends Plant Sci.* 2009;14:1-4.
22. Silva JT. *Azospirillum brasilense* e *Bacillus subtilis* solubilizadores de fósforo em mudas de eucalipto. [dissertação]. Jaboticabal-SP: Programa de Microbiologia Agropecuária. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.; 2017.
23. Cunha FN, Silva NF, Bastos FJDC, Carvalho JJ, Moura LMDF, Teixeira, MB, et al. Efeito da *Azospirillum brasilense* na produtividade de milho no sudoeste goiano. *Rev. Bras. Milho Sorgo.* 2014;13: 261-272.
24. Rodriguez H, Gonzalez T, Goire I, Bashan Y. Gluconic acid production and phosphate solubilization by the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* spp. *Naturwissenschaften.* 2004;91:552-555.
25. Gatiboni LC, Brunetto G, Rheinheimer DS, Kaminski L. Fracionamento químico das formas de fósforo do solo: usos e limitações. In: Araújo, A.P., Alves, B.J.R. (Ed.). *Tópicos em ciência do solo.* Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; 2013.
26. Coelho AM, Alves VMC. Adubação fosfatada na cultura do milho. In: Yamada T, Abdalla SRS. *Fósforo na agricultura brasileira.* Piracicaba, Potafos; 2004.
27. Neto CAJ. Microrganismos solubilizadores de fosfato e resíduos agroindustriais na cultura do milheto. [dissertação]. Rio Verde-GO: Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - agronomia; 2013.
28. Dantas RCB. Mudanças das formas de fósforo em uma cronosequência de cultivos em sistema plantio direto no sudeste paraense. [dissertação] Belém-PA: Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal Rural da Amazônia; 2018.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-11>

Capítulo 11

PRODUÇÃO DE SOJA NA REGIÃO NOROESTE E ALTA PAULISTA, SAFRA 2020/21

Everton Luis Finoto¹; Isadora de Azeredo Freitas²; Ivana Marino Bárbaro-Torneli³; Flávio Sueo Tokuda⁴; Fernando Takayuki Nakayama⁵; Monica Helena Martins⁶; Maria Beatriz Bernardes Soares⁷

¹Pesquisador Científico da APTA Regional Centro Norte E-mail: everton.finoto@sp.gov.br, ²Bolsista de Aperfeiçoamento Técnico FUNDAG/APTA Regional Centro Norte E-mail: isadoradeazeredo@outlook.com, ³ Pesquisador Científico da APTA Regional da Alta Mogiana E-mail: ivana.torneli@sp.gov.br, ⁴Eng. Agrônomo NPS/Fernandópolis/DSMM/CDRS E-mail: flavio.riolandia@gmail.com, ⁵Pesquisador Científico da APTA Regional da Alta Paulista E-mail: ftnakayama@sp.gov.br, ⁶Bolsista de Aperfeiçoamento Técnico FAPESP/APTA Regional Centro Norte E-mail: mo-martins@hotmail.com, ⁷Pesquisador Científico da APTA Regional Centro Norte E-mail: maria.soares@sp.gov.br

RESUMO: A definição da cultivar e da época de semeadura apropriadas para cada localidade de cultivo são de suma importância para se alcançar altas produtividades de soja. O presente estudo, teve como objetivo analisar a performance produtiva de variadas cultivares de soja nos municípios do Noroeste, na safra 20/21. Nos três locais os experimentos foram instalados no delineamento em blocos casualizados, e 3 repetições. As médias foram agrupadas através do teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Avaliou-se a produtividade de grãos. Conclui-se então que existem cultivares comerciais que revelam maior tolerância às condições desfavoráveis de cada região mostrando produtividades mais elevadas à média do estado de São Paulo.

Palavras-chave: avaliação de cultivares; *Glycine max*; produtividade de grãos

INTRODUÇÃO

A soja é um dos mais importantes produtos no ramo do agronegócio, sendo aproveitada como moeda na mão dos produtores rurais, podendo alavancar ganhos de quem alcançar entendimento do amplo mercado da oleaginosa, que colabora para elevação do PIB (produto interno bruto) brasileiro. (1).

Com ampliação de território em 3,4%, na safra 2020/21, a soja é a cultura predominante e representa aproximadamente 50% da captação de grãos no Brasil, podendo alcançar 264,8 milhões de toneladas, segundo o 4º Levantamento da Safra de Grãos (2).

Avaliações de concorrência de cultivares são de suma relevância para a indicação de denominada área de cultivo, sendo que, genótipos com maior capacidade de adaptação proporcionam níveis superiores relacionados a produtividade e, o êxito relacionado à produtividade é influenciado pelo genótipo da variedade e pela sua influência mútua com as modificações do ambiente. (3).

No Estado de São Paulo, a soja recebe ênfase por exercer um proeminente apoio no avanço dos sistemas de produção do estado, agindo especialmente na sucessão de culturas e renovação de áreas de cana de açúcar, já que além dos acréscimos econômicos

alcançados por meio da produção de grãos, proporciona uma excelente maneira de abastecimento de nitrogênio para o solo através da fixação biológica de nitrogênio. (4)

Cultivares de soja, em sua maioria, apresentam características de alta plasticidade, ou seja, capacidade de se adaptar às condições ambientais e de manejo, por meio de alterações na morfologia e nos elementos do rendimento. Tal característica tem correlação à adequação a altitude, latitude, fertilidade do solo, data de semeadura, população de plantas e espaçamentos entrelinhas distintos. Assim, é de suma importância ter conhecimento das interações entre esses quesitos para decidir práticas de manejo que beneficiem o acréscimo de rendimento de grãos da cultura, mesmo que os elementos de produtividade da soja se alterem, também, em função das cultivares escolhidas. (5).

MATERIAL E MÉTODOS

Na safra 2020/21 os ensaios para avaliação do desempenho agrônomo de cultivares de soja foram implantados em Unidades de Pesquisa e Desenvolvimento (UPD) do Instituto Agrônomo (IAC) pertencentes a Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), órgão estadual da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA) e em propriedades particulares, nos seguintes municípios: Capão Bonito (UPD - APTA/IAC), Mogi Mirim (propriedade particular), Taubaté (UPD - APTA/IAC).



Figura 1 – Localização do ensaio de avaliação de cultivares de soja, na região sudeste Paulista, safra 2020/21

Utilizou-se o delineamento estatístico de blocos casualizados com três repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de quatro linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,5 m, utilizando para as avaliações agrônomicas somente as duas linhas centrais.

A adubação e correção de solo foram realizadas, se necessário, mediante resultados de análises de solo. Imediatamente antes da semeadura, as sementes foram submetidas à inoculação com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* e coinoculadas com estirpes de *Azospirillum brasilense* nas doses recomendadas do produto comercial. O controle de plantas invasoras, pragas e doenças foi realizado conforme indicações técnicas aconselhadas para a cultura em determinada região.

Os dados meteorológicos de cada local ao longo da execução do experimento, no período 01/10/2020 a 30/04/2021, foram obtidos por meio do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO), estão representados a seguir (Figuras 2, 3 e 4).

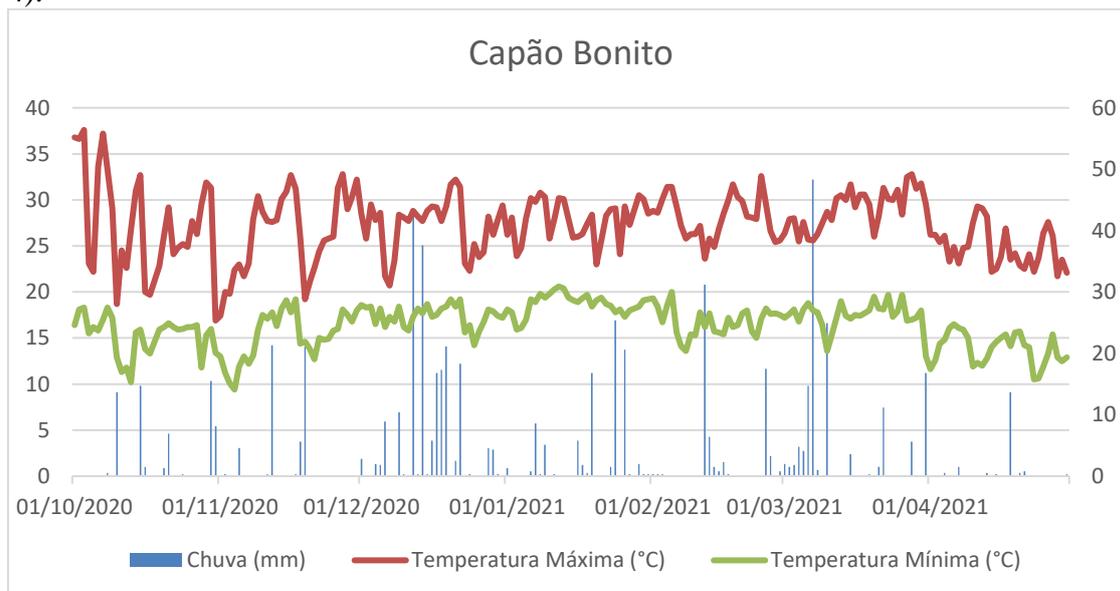


Figura 2 – Demonstração de precipitação- Município de Capão Bonito-SP
Fonte: CIIAGRO

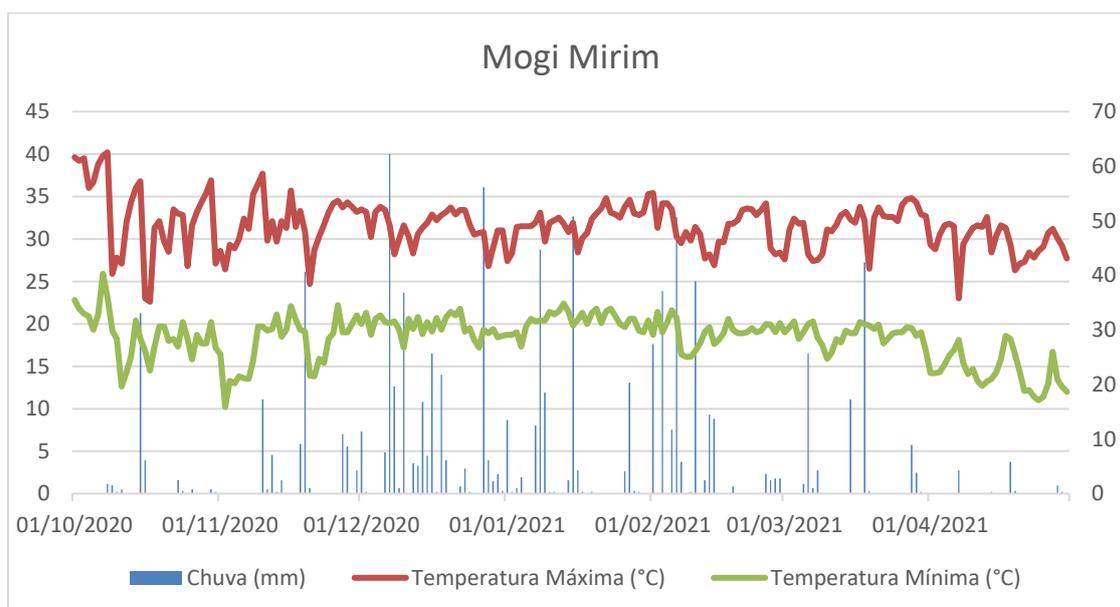


Figura 3 – Demonstração de precipitação- Município de Mogi Mirim-SP
Fonte: CIIAGRO

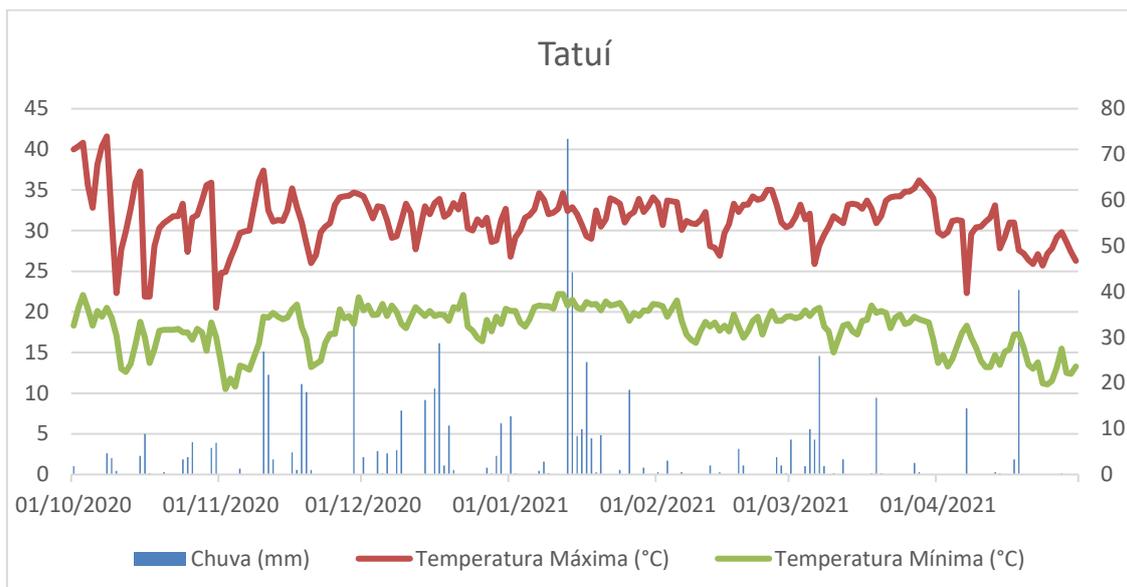


Figura 4 – Demonstração de precipitação - Município de Paulo de Faria-SP
 Fonte: CIIAGRO

No Quadro 1 estão apresentadas as características: altitude, região edafoclimática (para soja) e data de plantio de cada local, onde foram instalados os experimentos na safra 2020/21.

Quadro 1. Caracterização dos locais onde foram instalados os experimentos, safra 2020/21

Município	Altitude	Região edafoclimática	Data de semeadura
Capão Bonito		203	
Mogi Mirim		203	
Tatuí		203	

Em cada experimento, foram avaliadas 30 cultivares de soja. (Quadro 2).

Quadro 2. Relação de cultivares avaliadas nos municípios paulistas de Capão Bonito, Mogi Mirim e Tatuí, safra 2020/21.

Empresa	Cultivar
BRASMAX	64 I 61 (BMX FIBRA)
BRASMAX	74 I 77 (BMX FOCO)
AGROESTE	AS 3590 IPRO
AGROESTE	AS 3680 IPRO
AGROESTE	AS 3730 IPRO
EMBRAPA	BRS 1001 IPRO
EMBRAPA	BRS 1003 IPRO
EMBRAPA	BRS 1074 IPRO
EMBRAPA	BRS 388 RR

EMBRAPA	BRS 467 IPRO
EMBRAPA	BRS 544
EMBRAPA	BRS 7380
DONMARIO Sementes	DM 68 I 68 IPRO
SEEDCORP	HO APOREÍ IPRO
SEEDCORP	HO CORUMBA IPRO
SEEDCORP	HO IGUAÇU IPRO
SEEDCORP	HO MAMORE IPRO
SEEDCORP	HO MARACAI IPRO
SEEDCORP	HO PIRAPÓ IPRO
SEEDCORP	HO TERERÊ IPRO
MONSOY	M SOY 6210 IPRO
MONSOY	M SOY 5917 IPRO
MONSOY	M SOY 5947 IPRO
MONSOY	M SOY 6410 IPRO
MONSOY	M SOY 7198 IPRO
MONSOY	M SOY 7739 IPRO
NIDERA	NS 6700 IPRO
NIDERA	NS 6906 IPRO
Tropical Melhoramento & Genética	TMG 7062 IPRO
Tropical Melhoramento & Genética	TMG 7067 IPRO

Avaliou-se o fator, produtividade de grãos (PG), determinada através da colheita das duas linhas centrais de 5 metros, em cada parcela experimental. A umidade dos grãos foi determinada e os dados de produtividade foram corrigidos para 13% de umidade. Análises de variância individuais de cada local foram devidamente efetuadas e as médias foram agrupadas pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade pelo software Assistat.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de produção da cultura da soja, em Colina variaram de 31,5 a 93,9 sacas por hectare ($sc.ha^{-1}$), em Pindorama houve variação de 40,4 a 84,9 sc/ha ; em Riolândia demonstrou-se variação 41,14 a 64,1 sc/ha as mesmas estão demonstradas na Tabela 1.

Cultivares	Produtividade ($sc.ha^{-1}$)			
	Adamantina	Colina	Pindorama	Riolândia
64 I 61 (BMX FIBRA)	43,4a	48,0e	40,8g	61,4a
74 I 77 (BMX FOCO)	63,4a	85,1b	44,0g	52,7b
AS 3590 IPRO	66,2a	61,4d	78,8b	50,5b
AS 3680 IPRO	73,5a	80,1b	84,9 ^a	56,3a
AS 3730 IPRO	67,1a	86,3b	78,8b	55,9a

BRS 1001 IPRO	69,7a	41,8f	43,2g	53,8b
BRS 1003 IPRO	63,4a	42,7f	46,4g	54,5b
BRS 1074	57,5a	56,4e	49,9f	64,1a
BRS 388 RR	50,7a	33,4g	42,0g	50,5b
BRS 467 IPRO	57,3a	54,8e	41,1g	41,1b
BRS 544	59,5a	62,1d	43,0g	51,4b
BRS 7380	53,7a	45,5f	44,6g	60,1a
DM 68 I 68 IPRO	33,8a	82,3b	48,3f	58,4a
HO APORE IPRO	59,7a	93,9 a	47,1f	60,8a
HO CORUMBA IPRO	57,1a	72,5c	41,0g	61,3a
HO IGUAÇU IPRO	53,9a	31,5g	67,8c	55,7a
HO MAMORE IPRO	46,3a	37,8g	55,2e	46,8a
HO MARACAI IPRO	63,0a	45,1f	62,9d	50,9b
HO PIRAPÓ IPRO	59,0a	52,7e	49,8f	49,8b
HO TERERÊ IPRO	58,0a	62,6d	54,6e	59,2a
M SOY 6210 IPRO	60,4a	62,1d	69,5c	57,8a
M SOY 5917 IPRO	61,2a	64,1d	70,1c	62,9a
M SOY 5947 IPRO	49,2a	50,7e	42,1 g	53,3b
M SOY 6410 IPRO	64,6a	56,1e	74,8b	49,6b
M SOY 7198 IPRO	50,8a	57,4e	63,8d	54,0b
M SOY 7739 IPRO	60,5a	54,5e	77,0b	62,6a
NS 6700 IPRO	61,2a	72,2c	72,4c	61,1a
NS 6906 IPRO	56,1a	67,7c	43,1g	54,4b
TMG 7062 IPRO	59,0a	66,2d	75,1b	51,6b
TMG 7067 IPRO	39,4a	69,8c	40,4g	52,7b
Ftratamentos		51,12**	1,9934*	78,35** < 0,0001
F blocos		0,53NS	8,1313**	1,13NS 0,3292
CV%		6,4153472	11,93	5,1150909

Entre as três cidades, cultivares diferentes se sobressaem, sendo: em Colina a Aporé com 93,9sc/ha, em Riolândia se destaca a cultivar BRS 1074, com 64,1sc/ha, e por fim em Pindorama a cultivar com maior relevância foi a AS3680, apresentando um resultado de 84,9sc/ha.

Nota-se também, variações entre uma mesma cultivar, dentre as três cidades, referente a cultivar HO Aporé IPRO da empresa SEEDCORP, que na cidade de Colina-SP demonstrou o melhor resultado (93,8 sc/ha), tendo bom desempenho também em Riolândia (60,8 sc/ha), já no município de Pindorama-SP, apresenta um valor abaixo da média quando comparada as demais (47,1 sc/ha).

CONCLUSÕES

Existem cultivares comerciais que revelam maior tolerância às condições desfavoráveis de cada região mostrando produtividades mais elevadas à média do estado de São Paulo, tendo que dar continuação ao presente estudo para a obtenção de melhores recomendações a produtores da cadeia produtiva da soja.

AGRADECIMENTOS

Às empresas apoiadoras do projeto, aos funcionários e bolsistas envolvidos na condução dos experimentos.

REFERÊNCIAS

1. PICCOLI EVERTON. A Importância da Soja para o Agronegócio: FAT – Faculdade e Escola; 2018
2. CONAB. Colheita de soja tem início e produção deve atingir 133,7 milhões de toneladas. 2021. Available from: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3788-colheita-de-soja-tem-inicio-e-producao-deve-atingir-133-7-milhoes-de-toneladas>
3. YUYAMA, K. Avaliação de algumas características agronômicas e morfofisiológicas de cinco cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivados em solo de várzea e de terra firme da Amazônia Central. Unesp de Jaboticabal/FCAV. Jaboticabal. 1991.
4. BÁRBARO-TORNELI, IVANA MARINO; FINOTO, EVERTON LUIS; TOKUDA, FLÁVIO SUEO; SANTOS, GUILHERME XAVIER LÚCIO; MARTINS, MÔMICA HELENA; CORDEIRO-JUNIOR, PAULO SÉRGIO; PASQUETTO, JOÃO VITOR; GASPARINO, ADRIANO CUSTÓDIO; BORGES, WANDER LUIS BARBOSA; FREITAS, ROGÉRIO SOARES DE; MATEUS, GUSTAVO PAVAN; HIPOLITO, JORGE LUIZ; CAZENTINI-FILHO, GERSON; CASTELETI, MARCELO LUIZ. Avaliação de cultivares de soja no estado de São Paulo em resposta à aplicação de inoculantes no sulco de semeadura. Nucleus. Ituverava, SP. 2018.
5. DO CARMO, E. L., BRAZ, G. B. P., SIMON, G. A., DA SILVA, A. G., & ROCHA, A. G. C. Desempenho agronômico da soja cultivada em diferentes épocas e distribuição de plantas. Revista de Ciências Agroveterinárias. 17. Rio Verde, GO. 2018.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-12>

Capítulo 12

PRODUTIVIDADE DE PASTAGEM SOB DOSES E FONTES DE FERTILIZANTES NITROGENADOS COM EFICIÊNCIA AUMENTADA

Juliana Bonfim Cassimiro¹; Clayton Luís Baravelli de Oliveira²; Daniel da Silva Silveira³; Matheus Parra Belisario⁴; Ana Carolina Alves⁵

¹Estudante do Curso de Doutorado em Agronomia- SP – UNOESTE; E-mail: bonfimjuliana70@gmail.com, ²Estudante do Curso de Doutorado em Agronomia- SP – UNOESTE; E-mail: claytonbaravelli@gmail.com, ³Estudante do Curso de Doutorado em Agronomia- SP – UNOESTE; E-mail: dsilveira33@yahoo.com.br, ⁴Estudante do Curso de Mestrado em Agronomia- SP – UNOESTE; E-mail: matheus_belisario@hotmail.com, ⁵Docente – MS – UEMS. E-mail: anacarolina@uems.br

RESUMO: A espécie *Urochloa brizantha* cv. Marandu é uma das gramíneas mais utilizadas em todo país, para estas plantas persistirem em solos arenosos, a fertilização é necessária devido à sua menor fertilidade natural. A reposição periódica de nutrientes do solo é de grande importância. Para melhor eficiência da adubação nitrogenada, novas tecnologias surgiram no mercado. Objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de doses e fontes de N sobre a produtividade das pastagens de capim-marandu para verificar a eficiência de utilização da adubação nitrogenada pela planta; maximizando o uso do fertilizante a fim de reduzir as perdas; diminuir os custos com adubação nitrogenada, ocasionando melhorias na produção de pastagens no Estado do Mato Grosso do Sul. O experimento foi conduzido de fevereiro a março de 2016 numa área estabelecida de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial 4x3+1. Os tratamentos consistiram na combinação de quatro fontes de nitrogênio (nitrato de amônia, ureia, ureia com polímero e ureia NPBT) e três doses (50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N), acrescido um tratamento sem adubação nitrogenada (controle). Avaliaram-se produção de massa seca da parte aérea da pastagem, teor de proteína bruta e determinação da eficiência da adubação. Conclui-se que a aplicação de fontes nitrogenadas proporciona maior produtividade de MS, aumentam os tores de PB, respondendo de forma gradativa com o aumento das doses nitrogenadas na *Urochloa brizantha* cv. Marandu. As fontes ureia com polímero e NBPT obtiveram maiores respostas para produtividade em comparação a nitrato de amônio e ureia. Na primeira e segunda avaliação a fonte ureia com polímero e ureia com NBPT apresentaram maior eficiência agrônômica quando comparada com a ureia e nitrato de amônio.

Palavras-chave: adubação; massa seca; nitrogênio; *Urochloa brizantha*

INTRODUÇÃO

A espécie *Urochloa brizantha* cv. Marandu é uma das gramíneas mais utilizadas em todo país (1). Destacando-se por sua rusticidade e sua alta capacidade de produção (2,3). No entanto, para estas plantas persistirem em solos arenosos, a fertilização é necessária devido à sua menor fertilidade natural (4). A reposição periódica de nutrientes do solo é de grande importância, especialmente em sistemas intensificados (5).

O nitrogênio (N) é o nutriente mais limitante para o crescimento da pastagem, devido sua grande quantidade extraída desse nutriente por gramíneas (6), quando em disponibilidade adequada, eleva a formação de perfilhos e o perfilhamento influenciando no aumento da produção de matéria seca, além da importância na constituição de diversos componentes celulares associados com o processo fotossintético (7).

A exigência de N de pastagem é maior que o de outros nutrientes, deste modo, a adubação nitrogenada deve ser dada prioridade para manter a produtividade das pastagens(8). Entretanto o N é muito dinâmico no ambiente, e devido a isso o manejo da adubação nitrogenada é muito complexo (9). Logo, o conhecimento relacionado a fertilizantes e adubação nitrogenada é essencial para aumentar a eficiência dos fertilizantes e elevar ao máximo a produtividade das culturas (10). A adubação de pastagens é frequentemente negligenciada sob a expectativa de que os resíduos de fertilização das culturas serão suficientes para o desenvolvimento das pastagens. Contudo, esta estratégia não tem sido eficaz (11–13). Sendo assim, o manejo correto das pastagens é essencial na contribuição da redução dos índices de degradação das pastagens (14).

Para melhor eficiência da adubação nitrogenada, novas tecnologias surgiram no mercado, conhecidos como fertilizantes de eficiência aumentada, possuindo classificação de acordo com a tecnologia inserida, como é o caso de ureias com polímeros que possuem liberação controlada, obtendo o recobrimento do grânulo, servindo de barreira física, controlando a passagem do N por difusão. Já no caso da ureia com inibidor de urease N-(n-butil) triamida tiofosfórica (NBPT), a ureia é tratada com aditivos para estabilizar o nitrogênio (15).

Nesse contexto, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de doses e fontes de N sobre a produtividade das pastagens de *Urochloa brizantha* cv. Marandu para verificar a eficiência de utilização da adubação nitrogenada pela planta; maximizando o uso do fertilizante a fim de reduzir as perdas; diminuir os custos com adubação nitrogenada, ocasionando melhorias na produção de pastagens no município de Cassilândia, Mato Grosso do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de fevereiro a março de 2016, em uma área estabelecida de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, pertencente à Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul em Cassilândia-MS (19°05' S, 51°48' W e altitude de 510 m). O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico, apresentando textura areia ou areia franca em todos os horizontes (16).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial 4x3+1. Os tratamentos consistiram na combinação de quatro fontes de

nitrogênio (nitrato de amônia, ureia, ureia com polímero e ureia NPBT) e três doses (50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N), acrescido um tratamento sem adubação nitrogenada (controle), constituindo 13 tratamentos. As aplicações de nitrogênio foram distribuídas a lanço e sem incorporação ao solo, sendo uma após o corte de uniformização e outra após o corte subsequente. Foram avaliadas, a produtividade de massa seca da parte aérea (kg ha⁻¹) a eficiência do uso dos fertilizantes, teor de N e proteína bruta (PB).

Para avaliação da produção de massa seca da parte aérea da pastagem, a massa verde de forragem foi mensurada por meio do uso de um amostrador de ferro com 1m², sendo retirada uma amostra por unidade experimental. O amostrador foi posicionado em pontos representativos de cada parcela e a forragem contida no interior do quadro foi cortada a 10 cm de altura do solo e foi obtido o peso de massa verde de forragem, levados ao laboratório onde foi pesado, subamostrado e seco em estufa de ventilação forçada de ar, com temperatura entre 60 e 65° C por 72 h. As amostras foram moídas em moinho do tipo Wiley com peneira de 1 mm para análise do teor de PB, determinado pelo método micro-Kjeldahl (17).

Para determinação da eficiência da adubação com os dados de massa seca e acúmulo de N foram calculados os seguintes índices: Eficiência agrônômica do nitrogênio aplicado = (massa seca com adubação – massa seca sem adubação) / dose de N (18).

As análises estatísticas serão realizadas utilizando programa estatístico SISVAR (19), no qual os resultados foram submetidos a análise de variância e comparação de médias pelo teste Tukey (20)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adubação nitrogenada proporcionou acréscimo na massa seca de *Urochloa brizantha* na primeira e segunda avaliação. As fontes ureia com polímero e ureia com NBPT alcançaram as maiores produções de massa seca (kg ha⁻¹). O aumento da produção foi crescente em relação as doses, sendo assim, conforme houve aumento das doses de N houve acréscimo de massa seca, independente da fonte utilizada (Figura 1). Resultados semelhantes foram obtidos em estudo com a *Urochloa brizantha*, o qual a aplicação de nitrogênio foi determinante para a recuperação da pastagem. A maior produção de massa seca foi observada com as maiores doses de nitrogênio, promovendo acréscimos lineares na produção de massa seca e no teor de PB (21).

Em ambos os cortes houve interação entre os fatores, no primeiro ciclo (Figura 1.a) a ureia com NBPT apresentou maior massa seca em relação a ureia com polímero, no entanto no segundo corte (Figura 1.b) ocorreu o oposto. Em estudos com pastagens utilizando a ureia com NBPT houve incremento positivo no teor de proteína bruta e produtividade (22). Ureias polimerizadas também permitiram maior produção de massa para o capim Marandu (23). Foi possível notar que a ureia e nitrato de amônio proporcionaram valores inferiores a ureia com polímero e NBPT nas duas avaliações, as doses nitrogenadas promoveram aumento linear para todas as fontes.

Os teores de proteína bruta (PB) obtiveram interação significativa no primeiro corte, pôde-se verificar que o uso da ureia com polímero seguida da ureia com NBPT proporcionou teores de proteína bruta maiores, diferindo da ureia e nitrato de amônio (Figura 2.a). No segundo corte, as fontes nitrogenadas diferiram significativamente entre si. A ureia nos dois cortes apresentou o menor teor de proteína bruta, diferindo da fonte ureia com polímero. Com relação à interação entre doses e fontes de nitrogênio observa-se que os teores de proteína bruta foram influenciados pelo aumento das doses de nitrogênio

(Figura 2.b). À medida que as doses foram acrescidas, ocorreu aumento considerável no teor de proteína bruta, para ambos os cortes. As médias dos teores de proteína bruta no primeiro corte variaram de 7,07 %, e no segundo corte 8,19% para o tratamento controle, para as maiores doses de nitrogênio, no primeiro corte a variação foi de 13,69% e no segundo corte de 12,36%.

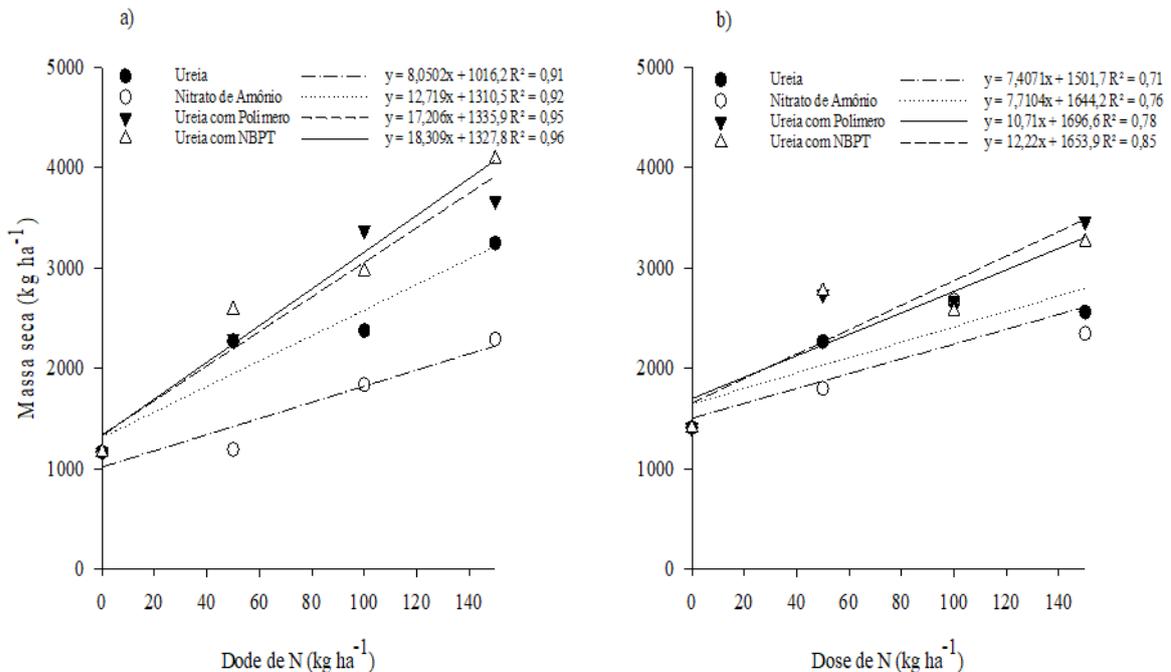


Figura 3 – Efeito de doses e fontes de nitrogênio sobre massa seca avaliada.
Fonte: autoria própria

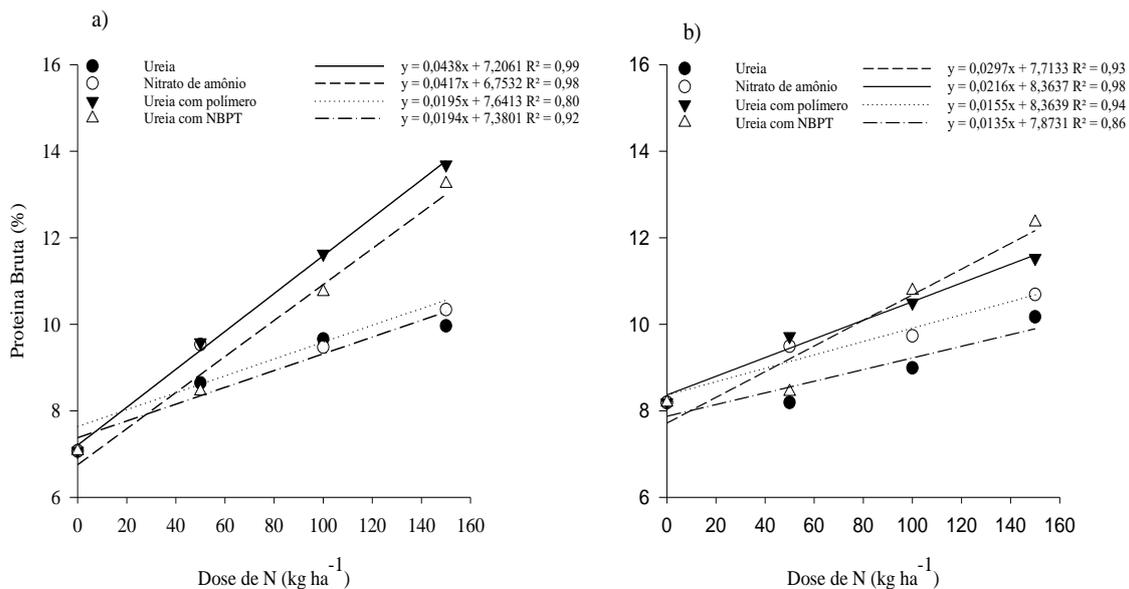


Figura 4 – Teores de proteína bruta (%) em função de doses e fontes de nitrogênio no capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu, referentes a dois cortes (a) fevereiro (b) março. Cassilândia-MS, 2016.

Fonte: autoria própria

Em relação a eficiência agrônômica dos fertilizantes nitrogenados no primeiro corte (Tabela 1), observa-se que houve diferença significativa para doses e fontes avaliadas, sendo que o nitrato de amônio nas doses de 100 e 150 kg ha⁻¹ de N apresentaram maior eficiência. A fonte ureia e ureia com NBPT na dose de 50 kg ha⁻¹ de N mostrou-se satisfatório. A ureia com polímero nas doses de 50 e 100 kg ha⁻¹ não diferiram entre si estatisticamente, obtendo maior eficiência agrônômica nessas doses.

No segundo corte o nitrato de amônio foi mais eficaz com a adubação na dose de 100 kg ha⁻¹ de N. Ureia, ureia com polímero e ureia com NBPT apresentou maior eficiência na dose de 50 kg ha⁻¹ de N. Em relação as melhores fontes a ureia com polímero e NBPT apresentaram a melhor eficiência agrônômica.

Estudos realizados com *megathyrus maximus*, apresentaram aumento da eficiência dos fertilizantes nitrogenados á medida em que doses mais baixas foram aplicadas (24), o que diferencia desse trabalho, já que as fontes e doses avaliadas tiveram correlações distintas para o fator analisado, demonstrando a importância de intensificar pesquisas relacionadas a adubação nitrogenada em pastagem sob condições de solo arenoso.

Tabela 1. Eficiência agrônômica do nitrogênio aplicado em cobertura, em função das doses e fontes de nitrogênio

Fontes de N	Eficiência de N (kg massa seca/kg N)					
	1º corte			2º corte		
	50	100	150	50	100	150
Nitrato de amônio	1,39 cB	6,65 dA	7,50 dA	7,82 cBC	12,73 aA	6,26 cC
Ureia	22,13 bA	12,12 cB	13,89 bcB	17,20 bA	12,51 aB	7,69 bcC
Ureia com polímero	22,62 bA	22,12 aA	16,71 abB	26,64 aA	12,66 aC	13,72 aBC
Ureia com NBPT	28,42 aA	18,05 bC	19,49 aBC	27,23 aA	11,62 aB	12,34 aB
Média	18,64	14,73	14,40	19,72	12,38	10,00
Pr>F	0,0001 [*]	0,0001 ^{***}				
C.V(%)	7,53	6,54	7,48	11,12	10,14	11,10

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *** significativo a 5% de probabilidade

CONCLUSÕES

Conclui-se que a aplicação de fontes nitrogenadas proporciona maior produtividade de MS, aumentam os tores de PB, respondendo de forma gradativa com o aumento das doses nitrogenadas na *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

As fontes ureia com polímero e NBPT obtiveram maiores respostas para produtividade em comparação a nitrato de amônio e ureia.

Na primeira e segunda avaliação a fonte ureia com polímero e ureia com NBPT apresentaram maior eficiência agrônômica quando comparada com a ureia e nitrato de amônio.

REFERÊNCIAS

1. Filho ASS, Mousquer CJ, Castro WJR de, Siqueira JVM de, Oliveira VJ de, Machado RJT. Desenvolvimento de *Brachiaria brizantha* cv. marandu submetido a diferentes doses de ureia. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*. 30 de março de 2014;8(1):172–88.
2. Calvano MPCA, Euclides VPB, Montagner DB, Lempp B, Difante G dos S, Flores RS, et al. Tilling and forage accumulation in Marandu grass under different grazing intensities. *Rev Ceres*. dezembro de 2011;58:781–9.
3. Euclides VPB, Montagner DB, Macedo MCM, Araújo AR de, Difante GS, Barbosa RA. Grazing intensity affects forage accumulation and persistence of Marandu palisadegrass in the Brazilian savannah. *Grass and Forage Science*. 2019;74(3):450–62.
4. Bezerra MGS, Silva GGC da, Difante G dos S, Emerenciano JV, Oliveira EMM, Oliveira LEC de. Cassava wastewater as organic fertilizer in ‘Marandu’ grass pasture. *Rev bras eng agríc ambient*. junho de 2017;21:404–9.
5. Bourscheidt MLB, Carneiro B, Pereira DH, Zanette MC, Devens J. Nitrogen input strategies in pastures: mineral fertilizer, bacterial inoculant and consortium with forage peanuts. *Scientific Electronic Archives*. 2019;12(3):137–47.
6. Costa N de L, Townsend CR, Fogaça FH dos S, Magalhães JA, Bendahan AB, Santos FJ de S. Produtividade de forragem e morfogênese de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob níveis de nitrogênio. *Pubvet [Internet]*. outubro de 2016 [citado 21 de julho de 2020];10(10). Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/artigo/3083/p-styletext-align-justifystrongprodutividade-de-forragem-e-morfogecircnese-de-embrachiaria-brizanthaem-cv-marandu-sob-niacuteveis-de-nitrogecircniostrongp>
7. Taiz L, Zeiger E, Moller IM, Murphy A. *Physiology and plant development*. Porto Alegre: Artmed. 2017;858.
8. Lopes Rosado T, Gontijo I, Ribeiro Passos R, Suzart de Almeida M. Nutrient extraction by mombaga grass submitted to sources and doses of nitrogen. *Idesia (Arica)*. março de 2017;35(1):63–72.
9. Schiavinatti AF, Andreotti M, Benett CGS, Pariz CM, Lodo BN, Buzetti S. Influência de fontes e modos de aplicação de nitrogênio nos componentes da produção e produtividade do milho irrigado no cerrado. *Bragantia*. 2011;70:925–30.

10. Prando AM, Zucareli C, Fronza V, Oliveira FÁ de, Oliveira Júnior A. Características produtivas do trigo em função de fontes e doses de nitrogênio. *Pesqui Agropecu Trop.* março de 2013;43:34–41.
11. Assmann TS, Martinichen D, Lima RC, LEVINSKI-HUF F, Zortea T, Assmann AL, et al. Adubação de sistemas e ciclagem de nutrientes em sistemas integrados de produção agropecuária. et al(eds) *Sistemas integrados de produção agropecuária no Brasil.* 2018;1.
12. Moraes A, Carvalho PCF, Pelissari A, Anghinomi I, Lustosa SBC, Lang CR, et al. Sistemas integrados de produção agropecuária: conceitos básico e histórico no Brasil. In: *Sistemas integrados de produção agropecuária no Brasil 1ed Tubarão: Copiart.* 2018. p. 13–28.
13. Bernardon A, Assmann TS, Soares AB, Franzluebbbers A, Maccari M, Bortolli MA de. Carryover of N-fertilization from corn to pasture in an integrated crop-livestock system. *Archives of Agronomy and Soil Science.* 16 de abril de 2021;67(5):687–702.
14. Carvalho WTV, Minighin DC, Gonçalves LC, Villanova DFQ, Mauricio RM, Pereira RVG. Pastagens degradadas e técnicas de recuperação: Revisão. *PUBVET.* 8 de junho de 2017;11:0947–1073.
15. Guelfi D. Fertilizantes nitrogenados estabilizados, de liberação lenta ou controlada. *Informações Agronômicas.* 2017;157:1–14.
16. Santos HG dos, Jacomine PKT, Anjos LHC dos, Oliveira VA de, Lumbreras JF, Coelho MR, et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. [Internet]. Brasília, DF: Embrapa, 2018.; 2018 [citado 30 de junho de 2020]. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1094003>
17. AOAC International. AOAC: Official Methods of Analysis, 1980 [Internet]. 1980 [citado 20 de outubro de 2020]. Disponível em: <http://archive.org/details/gov.law.aoac.methods.1980>
18. Fageria NK. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. 1998 [citado 30 de junho de 2020]; Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/205149>
19. Ferreira DF. Sistema de análises estatísticas-Sisvar 5.6. Lavras: Universidade Federal de Lavras. 2010;
20. Pimentel-Gomes F. Curso de estatística experimental. 15º ed. Piracicaba: ESALQ, 2009; 2009. 451 p.
21. Costa K a. P, Faquin V, Oliveira IP. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.* fevereiro de 2010;62(1):192–9.

22. Soares ER, Martínez EO, Leal FT, Barbosa MA, Coutinho ELM. Adubação nitrogenada em capim-tifton 85 com fertilizantes contendo inibidor de urease ou de nitrificação(1). :4.
23. Carvalho FJ, Elias RB, Silva ADA, Campos TS. Sources and dosages of Nitrogen applied with urea coated with polymers in Marandu Palisade Grass. R Agroeambiental [Internet]. 21 de novembro de 2018 [citado 30 de julho de 2021];10(3). Disponível em: <https://agroeambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agroeambiental/article/view/1189>
24. Martuscello JA, Ribeiro YN, Braz TGS, Ferreira MR, Assis JA, Jank L, et al. Produção de forragem, morfogênese e eficiência agronômica do adubo em capim BRS Quênia sob doses de nitrogênio. Bol Ind Anim. 2018;75:1–12.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-13>

Capítulo 13

PRODUTOS *PLANT BASED*: DEMANDA, DESAFIOS E TENDÊNCIAS

Flaviana Coelho Pacheco¹; Maria Clara Lima de Sousa Augusto²; Eliane de Fátima Teixeira³; Ana Flávia Coelho Pacheco⁴; Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior⁵

^{1,2,3}Estudantes do Curso de Engenharia de Alimentos - DTA – UFV; E-mail: flaviana.pacheco@ufv.br, ⁴Estudantes do Curso de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - PPGCTA – UFV; E-mail: ana.f.pacheco@ufv.br, ⁵Docente/pesquisador do Depto de Tecnologia de Alimentos – DTA – UFV. E-mail: bruno.leitejr@ufv.br.

RESUMO: Nos últimos anos, a indústria de alimentos vem sofrendo intensas modificações com o desenvolvimento de novos produtos, alterações de formulações, adaptações tecnológicas e criação de novas estratégias comerciais, sendo que grande parte dessas alterações se devem as mudanças nos hábitos alimentares dos consumidores norteados pelas tendências do mercado. Aliado a esses fatores, é notório o crescimento dos indivíduos que se autodeclaram vegetariano ou vegano, além das pessoas que apresentam restrições a produtos de origem animal. Neste contexto, a procura por alimentos alternativos como os produtos *plant based*, que se definem como os produtos de origem vegetal com semelhança em relação as características sensoriais e nutricionais aos produtos de origem animal, vem crescendo vertiginosamente. As indústrias de alimentos, bem como a comunidade científica, têm buscado o desenvolvimento de diversos produtos de forma a atender essa nova demanda, seja pela adaptação dos alimentos já consolidados no mercado ou pela introdução daqueles em fase de pesquisa e desenvolvimento. Diante deste contexto, esta revisão aborda o cenário de produtos *plant based*, destacando os principais produtos elaborados, bem como a demanda e os desafios na produção e as tendências para o futuro.

Palavras-chave: *plant based*; produtos de origem vegetal; vegano; vegetariano

INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos vem passando por grandes modificações com o desenvolvimento de novos produtos, adaptações tecnológicas e alterações de formulações tradicionais. Essas transformações são norteadas pelas tendências do mercado que influenciam nos hábitos alimentares da população. Parte dessas mudanças se deve ao público autodeclarado vegetariano e vegano, que vem se expandindo ao longo dos últimos anos. Pessoas que se declaram veganas, são conhecidas por terem um estilo de vida que busca eliminar todas as formas de exploração e crueldade animal, desta forma muitos veganos não consomem produtos de origem animal. Em virtude disso, diversas alternativas de produtos de origem vegetal vêm sendo criadas e denominadas como *plant-based* (1).

Plant-based é um termo em inglês que significa “à base de plantas”, referindo-se a classe de produtos compostos unicamente de matéria-prima de origem vegetal onde se assemelham com as características sensoriais e nutricionais dos produtos de origem animal (2). Em paralelo, outros conceitos também vêm se intensificando com a procura por

produtos com o mínimo de processo e aditivos (alimentos *clean label* e minimamente processados), a fim de uma alimentação mais saudável e natural.

A necessidade de desenvolver produtos alimentícios mais sustentáveis e nutritivos, é agravada também em virtude do rápido crescimento da população global que precisa ser nutrida de forma que o impacto ambiental não se estenda ainda mais, em decorrência dos respectivos sistemas de produção de alimentos de origem animal. Embora produtos alternativos à base de plantas tenham sido consumidos por séculos como uma parte tradicional de várias culturas como, por exemplo, o tofu e o sufu, existe grande interesse das indústrias em desenvolver novos produtos, em virtude da expansão rápida do mercado para esses alimentos (3).

A soja é muito utilizada no mundo para produzir vários produtos à base de plantas. Outras matérias-primas que passaram a ser utilizadas para a produção de alimentos de origem vegetal são as nozes, castanhas de caju, macadâmias e amêndoas, geralmente embebidas e moídas em água e fermentadas para a obtenção do produto final. Já o óleo de coco e o amido, como fontes não alergênicas, são ingredientes de grande importância para a formulação de novos produtos (4).

Os alimentos de origem vegetal buscam pelo conceito de alimentos frescos ou minimamente processados, sem adição de aditivos artificiais, como conservantes, corantes e aromatizantes. Pesquisas mostram que a introdução de alimentos *plant based* na dieta pode contribuir na prevenção de algumas doenças. Neste contexto, os grãos e os vegetais são alimentos ricos em fibras, compostos bioativos e micronutrientes que auxiliam no fortalecimento e saúde da microbiota intestinal, além de ter ação anti-inflamatória e antioxidante (5).

Em outro contexto, estimativas da FAO (6), indicam que cerca de 811 milhões de pessoas são afetadas pela fome e má nutrição em todo o mundo. A olhar para o futuro, as projeções são ainda mais críticas com aumento na demanda de alimentos até 2050 de aproximadamente 84% (7). Desta forma, diversas ações e políticas sociais têm surgido com o intuito de vencer o desafio de erradicar a fome no mundo. Assim, estratégias a fim de minimizar o déficit na disponibilidade de alimentos, vem sendo estudadas, uma delas é o uso e aproveitamento de resíduos agroindustriais, com alto valor agregado e nutricional, como as proteínas vegetais. Essa alternativa, não só minimiza o desperdício, mas também incentiva a utilização de alimentos potenciais, como forma de atender a demanda crescente por matéria-prima industrial (7).

Portanto, associando o aumento da oferta de produtos vegetais com a preocupação ambiental e o constante interesse em alternativas para a erradicação da fome, esta revisão tem como objetivo destacar a importância e os principais produtos *Plant Based*, bem como identificar a demanda, os desafios e as tendências dessa área para o futuro.

PRODUTOS COMERCIAIS DISPONÍVEIS NO MERCADO E DOS PRODUTOS ELABORADOS A NÍVEL ACADÊMICO

Apesar de ser um termo novo e sua adesão ainda ser mais restrita ao público com limitações alimentares, como os alérgicos ao leite de vaca ou os autodeclarados veganos, existem muitas empresas exclusivamente do segmento *plant based* como a Olivebra Industrial, além disso, empresas consolidadas no mercado também estão aderindo a essa nova tendência de mercado, como a Seara, Nestlé, Vigor, Pif Paf, dentre outras.

O ano de 2019, foi de grandes mudanças para o Brasil. Em maio a Fazenda Futuro[®] iniciou suas atividades. Pouco depois, foi a vez da startup *Behind The Foods* iniciar suas atividades no setor. A Superbom[®], mesmo já operando no mercado, aumentou seu portfólio de produtos e acrescentou mais uma linha de produtos vegetais análogos aos tradicionais. Pouco depois foi lançado o Incrível Burger[®] (de origem vegetal) da Seara Alimentos, no qual logo depois se tornou uma linha inteira de produtos. Nesse mesmo ano, foi lançado o hambúrguer vegetal pela Marfrig em parceria com a rede de fast food Burger King[®], que logo depois anunciou o aumento da sua oferta de produtos vegetais através da marca *Revolution*[®]. Com essa sequência de lançamentos disponíveis no mercado nacional, as empresas alimentícias provam seu potencial em oferecer soluções nesse setor de alimentos vegetais de forma diversificada e rápida (8)

Com essa diversidade de produtos sendo implementados no mercado, na Tabela 1 são apresentados alguns produtos comercializados no Brasil acompanhados de suas respectivas empresas.

Tabela 1 - Alimentos *plant based* comercializados

Produto	Empresa	Produto	Empresa
Manteiga Veg (9)	VidaVeg	Bala Vegana Frutiê (11)	Fini
Bebida Vegetal de Castanha de Caju (9)	VidaVeg	Mini Sem Frango (11)	Verdali
Bebida Vegetal de Amêndoas (9)	VidaVeg	Carne Moída Vegetal (11)	Verdali
Minas Padrão (9)	VidaVeg	Chevre (11)	Nomoo
Condensado de Soja (10)	Olvebra	Maionese (11)	Nomoo
Sabor Doce de Leite (10)	Olvebra	Queijo Ralado Vegetal (11)	Sora
Chocolate em barra (10)	Olvebra	Empanado de Ervilha (11)	100Foods
Bebida Vegetal de Soja (10)	Olvebra	Crispy Chicken (11)	100Foods
The New Fish Salmão (11)	The New Butchers	Alfajor Vegano (11)	Seu Divino
The New Chicken (11)	The New Butchers	Salsicha de Soja (11)	Goshen
Nuggets Vegetal de Quinoa (12)	Tensei	Soy Protein (11)	Rakkau
Salsicha Vegana (12)	Tensei	Requeisoy (11)	LifeCo
Bebida Vegetal Orgânica à	Adapa Bio	Molho Cremoso Tipo	Fugini

base de Arroz (11)		Maionese (11)	
Futuro Burguer (11)	Fazenda Futuro	Maionese Vegetal (11)	Superbom
Linguiça Vegetal (11)	Fazenda Futuro	Sorvete Mondo (11)	Viewganas
Tiras de Frango Vegetal (11)	Fazenda Futuro	Coxinha de Jaca (11)	Paixão Vegan
Carne Moída Vegetal (11)	Fazenda Futuro	Incrível burger (11)	Seara
Tempê de Grão de Bico (11)	Mun	Incrível Escondidinho (11)	Seara
Maionese (11)	Nomoo	Bebida Vegetal (11)	Danone

Fonte: Autores

Levando-se em conta o elevado crescimento populacional mundial e o agravamento do efeito estufa nos últimos anos, são necessárias maiores pesquisas para produtos voltados a este público que idealiza preservar o meio ambiente, assim como alergênicos, intolerantes e indivíduos que aderiram ao veganismo (13).

Em decorrência dos motivos já mencionados é evidente a necessidade de uma constante busca por alimentos alternativos que supram as exigências do público, o que demanda diversas pesquisas, sendo que muitas delas já vêm sendo realizadas pela comunidade acadêmica, como pode ser observado no Tabela 2.

Tabela 2 - Alimentos desenvolvidos a nível acadêmico

PRODUTO DESENVOLVIDO	REFERÊNCIA
Desenvolvimento de torta de sorvete vegana	(14)
Hambúrguer Vegano Congelado	(13)
Hambúrguer Vegano com farinha de semente de abóbora	(15)
Hambúrguer Vegano de grão-de-bico com resíduo agroindustrial de acerola	(16)
Desenvolvimento de alimentos veganos tipo “queijo” e “requeijão”	(17)
Alimentos tipo queijo à base de extrato vegetal de amendoim	(18)
Doce cremoso do tipo brigadeiro de colher vegano e funcional a base de extrato vegetal de coco e castanha	(19)
Cookie adicionado de farinha da semente de jaca e doce de leite vegano	(20)
Biscoitos enriquecidos com aveia e farinha de bagaço de uva	(21)
Biscoito de arroz e feijão	(22)

Fonte: Autores

Esses estudos buscam contribuir através de um experimento prático, para o desenvolvimento de produtos inovadores que podem propiciar um maior conhecimento sobre uma cultura que está crescendo mundialmente (9), sendo eles importantes trunfos para as indústrias de alimentos.

DEMANDA, DESAFIOS NA PRODUÇÃO E A TENDÊNCIA PARA O FUTURO

Com o crescimento da procura por alimentos mais saudáveis e o desenvolvimento de alimentos para indivíduos com restrições ou diferentes filosofias alimentares tem ocorrido um favorecimento na formação de um novo mercado competidor. Os consumidores estão ficando cada vez mais seletivos e preferindo empresas que apresentem posicionamentos de consciência ambiental e ética animal.

Em uma pesquisa realizada em 2019, os dados apresentados trouxeram informações importantes para o desenvolvimento de produtos *plant based* na indústria de alimentos. O estudo verificou quais os principais critérios de escolha na busca por um alimento à base de plantas (Tabela 3). Na visão dos consumidores, critérios como saudabilidade, controle de peso, questões éticas, inovação e conveniência são fundamentais que justificam o consumo por esses alimentos (Tabela 3) (23).

Tabela 3 - Motivos de escolha dos alimentos *plant based* utilizados na pesquisa

Critérios de escolha	Razões de consumo
Saúde	rico em vitaminas e sais minerais, alto teor de proteína, fibras e farelos, sem aditivos e saudabilidade.
Humor	auxilia no alívio do estresse, relaxamento/sentir-se bem, e mantém alerta/acordado.
Conveniência	de fácil preparo, pronto para o consumo, fácil de se encontrar
Apelo sensorial	odor e textura agradáveis, aparência bonita e saborosa
Preço	não seja caro
Controle de peso	baixo valor calórico, ajuda no controle do peso e pouco conteúdo de gordura
Familiaridade	seja o que consumo usualmente
Inovação	diferente do que estou habituado a comer
Questões éticas	embalagem ecológica

Fonte: 23

De acordo com a pesquisa apresentada na Tabela 3, considerando a saudabilidade como um dos principais critérios de escolha, além do veganismo, intolerância à lactose e alergenicidade, podemos ver que as pessoas também buscam alimentos de alto valor agregado, como, por exemplo, aqueles ricos em vitaminas e sais minerais, com alto teor de proteína, fibras e farelos. Outro fator importante, é a respeito do preço destes tipos de alimentos, sendo que, em geral, a população busca por preços mais acessíveis (23).

O estudo mostra também que uma alimentação diversificada é importante em diversos aspectos, tanto pelo apelo sensorial quanto por questões sociais e afetivas (23). Entretanto, se torna bastante desafiador para aqueles que sofrem de alergias ou intolerâncias alimentares. Desta forma, a consciência sobre o tema tem crescido cada vez mais, neste cenário, cresce também a demanda por mais opções de alimentos seguros, práticos e saborosos para pessoas com restrições alimentares ou pessoas que buscam uma alimentação mais saudável.

A falta de informação e o consumismo, são os principais desafios tecnológicos para a produção desses produtos. Em virtude disso o marketing é um bom aliado para aumentar a visibilidade e assim contribuir para o consumo desses alimentos de origem vegetal, levando a um aumento da procura, demanda e desenvolvimento na produção de alternativas à base de plantas. Em relação à produção, as características sensoriais, como exemplo a textura e sabor dos alimentos produzidos a partir de bases vegetais, não é uma tarefa fácil, principalmente quando o objetivo é a construção de um produto semelhante ao “tradicional” (24). O sabor, aroma e aparência são os principais fatores que afetam a aceitação e o consumo desses produtos (25).

No entanto, o aumento de consumo de produtos processados vegetais tem se tornado uma tendência mundial, e a escolha dos consumidores por esses tipos de produtos pode ser devido a diversos fatores, como: saúde (física e mental), preocupações ambientais, questões éticas, crenças religiosas e gosto pessoal (26).

Desta forma, como o processamento e a alta dependência de ingredientes e aditivos técnico-funcionais são fatores que devem ser levados em conta, este é um desafio para as indústrias, o que acaba interferindo no custo final, fazendo com que, geralmente, os preços de produtos alternativos sejam mais elevados quando comparados aos tradicionais.

CONCLUSÕES

Os produtos *plant based* não só permite atender aos grupos com restrições alimentares e vegetarianos/veganos, como também aumentar as opções de compras e agregar valor a diversos vegetais que são poucos consumidos ou descartados como resíduos. As indústrias de alimentos, bem como a comunidade científica, têm desenvolvido diversos produtos de forma a atender esse grupo cada vez mais crescente, seja os já consolidados no mercado ou aqueles em fase de pesquisa e desenvolvimento. No entanto, a falta de informação e as características sensoriais similares aos produtos tradicionais, são os principais desafios tecnológicos para a produção desses produtos.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo financiamento do projeto (n°429033/2018-4); pela bolsa de produtividade a B.R.C. Leite Júnior (n°306514/2020-6); a CAPES (Código-001) pela bolsa de doutorado a A.F.C. Pacheco e a UFV pela bolsa de extensão a E. F. Teixeira.

REFERÊNCIAS

1. Trigueiro, A. Consumo, ética e natureza: o veganismo e as interfaces de uma política de vida. *Revista Internacional Interdisciplinar INTERthesis*, 2013;10:237-260.
2. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, *Produtos Plant Based*.

- [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Ago 09]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/tomada-publica-de-subsídios/produtos-plant-based>
3. Jeske, S., Zannini, E., Arendt, EK. Passado, presente e futuro: a força dos substitutos do leite à base de plantas com base em matérias-primas sem glúten. *Food Res. Int.* 2018;110:42-51.
 4. Grasso, N. et al. Composition and physicochemical properties of commercial plant-based block-style products as alternatives to cheese. *Future Foods*, 2021; 4.
 5. SEGS. Dieta plant-based: Entenda o movimento saudável e veja o que o mercado oferece [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Ago 10]. Disponível em: <https://www.segs.com.br/saude/293514-dieta-plant-based-entenda-o-movimento-saudavel-e-veja-o-que-o-mercado-oferece>
 6. FAO. SOFI 2021: Relatório da ONU destaca impactos da pandemia no aumento da fome no mundo [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Ago 15]. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1415747/>
 7. Grande, SC., Cren, EC. Demanda de Proteínas Vegetais: Potencialidades e o Diferencial dos Farelos de Macaúba (Revisão). *J Eng Exact Sci.*, 2016;02:190-214.
 8. GFI Brasil. Industria de Proteínas Alternativas. [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Ago 12]. Disponível em: https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2020/06/GFI_2020_IndProtAlternativas.pdf
 9. Vida Veg. Conheça a nossa Linha de Produtos [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Ago 10]. Disponível em: <https://www.vidaveg.com.br/>
 10. Olvebra. Pioneirismo Olvebra [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Ago 10]. Disponível em: <https://olvebra.com.br/>
 11. Veg.In venha, sinta e seja [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Ago 10]. Disponível em: <https://www.vegin.com.br/>
 12. Tensei Comida Vegetal [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Ago 10]. Disponível em: <https://tensei.com.br/tensei-comida-vegetal/>.
 13. França, G. Proposta de um guia para Desenvolvimento de produto Vegano Alimentício, Case: Hambúrguer Vegano Congelado. [Monografia]. Ponta Grossa: a Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2017.
 14. Schein, MF. Desenvolvimento de torta de sorvete vegana. [Trabalho de conclusão].

- Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2016.
15. Junior, CL. Elaboração de um hambúrguer vegano com farinha de semente de abóbora para cardápios de meio de hospedagem. [Monografia]. Seropédica/RJ: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2017.
 16. Lima, ÉC. Produção de Hambúrguer Vegano de Grão-de-Bico com resíduo agroindustrial de acerola. [Trabalho de conclusão de curso]. Natal/RN: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2018.
 17. Taffarel, JAS. Desenvolvimento de alimentos veganos tipo “queijo” e tipo “requeijão”. [Monografia]; Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2012/2.
 18. Cruz, GNS et al. Alimentos tipo queijo à base de extrato vegetal de amendoim: Desenvolvimento de requeijão e ricota. *Ciência em Evidência, Rev Multidisciplinar*. 2020; 1:2.
 19. Freire, AC et al. Elaboração de doce cremoso do tipo brigadeiro de colher vegano e funcional a base de “leite” vegetal de coco e castanha: alternativa para intolerantes à lactose. [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Ago 10]. Disponível em: <https://doity.com.br/media/doity/submissoes/artigo28ddbacd90fd2ff607e1d610be47ca2610ee5392-arquivo.pdf>
 20. Silva, JCC, Matias, RSL, Oliveira, MJD, Araújo, JM, Vieira, VB. Elaboration and sensory evaluation of added cookie from jackfruit seed and vegan dulce de leche. 2020; 9:8.
 21. Piovesana, A, Bueno, MM, Klajn, VM. Elaboração e aceitabilidade de biscoitos enriquecidos com aveia e farinha de bagaço de uva. *Braz J Food Technol*. 2013;16(1):68-72.
 22. Silva, DW. Biscoito de feijão e arroz: produto alimentício para os públicos celíaco e vegano com avaliação de aceitação sensorial, submetida a estímulos musicais. 2018;1:11-13
 23. Neto, PM. Investigação dos Critérios de escolha para Alimentos Plant-based. [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Ago 09]. Disponível em: http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/50570/3/2019_tcc_pmacielneto.pdf
 24. Sha, L, Xiong, YL. Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: Science, technology, and challenges. *Trends Food Sci. Technol*. 2020;102:51-61.
 25. Graça, J, Godinho, CA, Truninger, M. Reducing meat consumption and following plant-based diets: Current evidence and future directions to inform integrated transitions. *Trends Food Sci. Technol*. 2019;91:380-390.

26. Giacomelli, F, Pinton, MB, Silva, SBS, Thiel, SR, Campagnol, PCB. Inovações em Proteínas Alternativas: Uma Revisão sobre Alimentos Plant-based. [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Ago 10]. Disponível em: <https://ciagro.institutoidv.org/ciagro/uploads/572.pdf>

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-14>

Capítulo 14

ROCHAGEM: PRINCÍPIOS E RESULTADOS DA TÉCNICA COMO CORRETIVO

Tatiani Mayara Galeriani¹; Bruno Marcos Nunes Cosmo²; Sirlene Lopes de Oliveira³; Adolfo Bergamo Arlanch⁴; Willian Aparecido Leoti Zanetti⁵

¹Mestra em Agronomia (Agricultura) - FCA - UNESP. E-mail: tatianigaleriani@gmail.com;

²Doutorando em Agronomia (Agricultura) - FCA - UNESP. E-mail: brunomcosmo@gmail.com;

³Mestra em Agronomia (Agricultura) - FCA - UNESP. E-mail: sirleneagronomia@gmail.com;

⁴Doutorando em Agronomia (Irrigação e Drenagem) - FCA - UNESP. E-mail: adolfoarlanch@gmail.com; ⁵Doutorando em Agronegócio e Desenvolvimento - UNESP. E-mail: willianleoti@gmail.com

RESUMO: A agricultura emprega grande volume de fertilizantes para atingir elevados patamares de produtividade. No Brasil os fertilizantes solúveis configuram a principal fonte nutricional empregada. Estes fertilizantes apresentam rápida disponibilização de nutrientes e alto custo. Tais características tornam o país dependente da importação de fertilizantes e elevam o custo de produção, representando uma vulnerabilidade para o setor. Tal fato impulsiona a realização de estudos para avaliar novas alternativas de fertilização, dentre às quais pode-se mencionar a rochagem. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi caracterizar a utilização da rochagem e descrever os potenciais usos da técnica. Para tal são apresentados alguns conceitos elucidando o que são fertilizantes, corretivos, condicionadores de solo e remineralizadores, em seguida, descreve-se de forma breve a história da rochagem e os princípios que norteiam a técnica. Por fim são apresentados resultados de pesquisa que descrevem às características do solo afetadas pela técnica, bem como os resultados em culturas e/ ou em comparativo com outras fontes fertilizantes. Destaca-se que a rochagem ainda apresenta resultados divergentes, contudo o potencial da técnica em reduzir custos e o impacto da produção agrícola é inegável.

Palavras-chave: pó de rocha; fertilidade do solo; remineralizadores

INTRODUÇÃO

A forma mais comum de adubação no Brasil é por meio das fontes convencionais de nutrientes que são os fertilizantes solúveis como as formulações de NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio, respectivamente) e outras fontes de nutrientes. Essas fontes são requeridas devido a rápida disponibilidade de nutrientes para as plantas, porém, estes adubos por terem alta solubilidade podem ser rapidamente lixiviados, sendo necessária sua aplicação em cada ciclo de produção (1; 2; 3).

O Brasil é considerado uma grande potência mundial na produção de grãos, sendo extremamente dependente da importação de fertilizantes, o País é considerado o maior importador de fertilizantes do mundo, cerca de 80% dos fertilizantes utilizados são importados, encarecendo o custo de produção agrícola, uma vez que os fertilizantes podem representar até 30% do custo total de produção (4).

Em 2018, o Brasil importou cerca de 35,5 milhões de toneladas de fertilizantes, valor que subiu para 36,2 milhões de toneladas em 2019 (5). Visto a grande demanda do Brasil por fertilizantes minerais e/ou solúveis, é fundamental que o País busque por novas alternativas e formas de manejo para suprir o consumo nacional, uma vez que o país não é autossuficiente na produção de fertilizantes. Uma das alternativas estudadas é a implantação do pó de rocha no sistema agrícola, motivada pela necessidade de reduzir a dependência externa de fertilizantes e o custo de produção, além de destinar os resíduos provindos da mineração (6).

Diferindo de fertilizantes solúveis, o pó de rocha ou rochagem é considerada uma técnica de fertilização, pois tem o potencial para alterar as características físico-químicas e incrementar as reservas nutritivas do solo, estimula a atividade biológica do solo, além de permitir a ação corretiva, através da alteração da acidez e aumento da capacidade de troca catiônica (CTC). Essa técnica ainda permite que a adição do pó de rocha no solo promova o rejuvenescimento do mesmo, sem interferir na estabilidade do ambiente (7).

Neste sentido, este trabalho, teve como objetivo caracterizar a utilização da rochagem e os resultados de estudos que descrevem os potenciais de uso da técnica na agricultura brasileira.

CONCEITOS BÁSICOS DE FERTILIDADE

Para iniciar os estudos sobre a utilização da técnica de rochagem seja com finalidade de fertilizante e/ ou corretivo do solo, é preciso compreender quais as implicações destes conceitos. As definições da legislação brasileira trazem o seguinte: fertilizante é compreendido como uma “substância mineral ou orgânica, natural ou sintética, fornecedora de um ou mais nutrientes vegetais” (8), enquanto os corretivos são “o material apto a corrigir uma ou mais características desfavoráveis do solo” (8).

Estendendo-se estes conceitos, embora não seja encontrada na legislação citada, alguns estudos ainda definem condicionadores de solo como substâncias que promovem melhorias das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, aumentando o seu potencial de suporte aos vegetais (9). Além destas classes, outro conceito relacionado os produtos com foco na fertilidade do solo são os remineralizadores, definidos como:

“O material de origem mineral que tenha sofrido apenas redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e que altere os índices de fertilidade do solo por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, bem como promova a melhoria das propriedades físicas ou físico-químicas ou da atividade biológica do solo” (8).

Existem ainda outros conceitos envolvendo a fertilidade do solo e os produtos e/ ou agentes que podem estar relacionados ao processo, mas para a compreensão inicial da rochagem estas primeiras definições são essenciais. Pois em geral o pó de rocha caracteriza-se como remineralizador que pode apresentar ação como fertilizante, condicionador e corretivo, ou ambos, uma vez que os termos não são excludentes (10).

HISTÓRICO DA UTILIZAÇÃO DO PÓ DE ROCHA

Os primeiros relatos da utilização do pó de rocha na agricultura são advindos da Grécia Antiga com Plínio (62-113 d.C.) que mencionava que o calcário (rocha sedimentar) poderia ser aplicado ao solo, servindo como fonte de nutrientes por longos períodos. Concomitantemente com Plínio, Columelo também verificou que o calcário pode ser utilizado para alterar a acidez do solo (2; 11). Um dos principais marcos do estudo do pó de rocha foi a publicação do livro “Bread from Stones” (Pães de Pedra) de Julius Hensel, em 1898, apontando o potencial de fertilização do pó de rocha (12).

No Brasil, a técnica de rochagem possivelmente surgiu em 1950, em Minas Gerais pelos pesquisadores Josué Guimarães e Vlademir Ilchenjo. Posteriormente, o professor e pesquisador da Universidade de Brasília, Othon Leonardos, iniciou diversas pesquisas sobre o assunto, tendo o objetivo de avaliar diferentes rochas brasileiras, caracterizando seus aspectos geoquímicos e agronômicos (7; 13; 14).

Posteriormente, as pesquisas foram direcionadas no uso de pó de rocha como fonte de nutrientes. No século XX, a Embrapa Cerrados junto da Universidade de Brasília, avaliaram a utilização do pó de rocha como fonte de potássio, gerando informações que incentivaram as pesquisas atuais (11; 13; 14).

PRINCÍPIOS DA ROCHAGEM

A rochagem é uma técnica de fertilização, que consiste em adicionar ao solo, elementos que estavam contidos em determinada rocha, também denominada de agromineral, ou seja, promovendo a remineralização do solo, uma vez que este material pode rejuvenescer os solos pobres, através da suplementação com minerais, visto que os solos são originados a partir de determinadas rochas (15; 16).

O potencial de atuação do pó de rocha, é dependente da composição mineralógica da rocha e da sua granulometria. Pois essa, pode ser utilizada como fonte de nutrientes, corretivo de acidez e/ ou condicionador de solo. Um dos exemplos, mais comuns de rochagem, é a prática da calagem, utilizada para corrigir acidez do solo e aumentar o teor de cálcio e magnésio do solo (16; 17).

A rochagem também pode ser utilizada para melhorar a fertilidade do solo, através da alteração do pH, aumento da Capacidade de Troca Catiônica (CTC), redução da adsorção de fósforo devido a riqueza de silicatos, minimizar a lixiviação de nutrientes, estimular a atividade das raízes das plantas e a atividade biológica do solo (18).

Para a realização da calagem, as rochas passam por processos de alteração física, com destaque para a moagem que gera partículas de diferentes tamanhos aumentando a superfície de contato da rocha com o solo, esse processo facilita a intemperização que o mecanismo de liberação dos elementos presentes na rocha. Embora não seja parte da técnica de rochagem, uma maneira de acelerar a disponibilização dos elementos no solo, consiste na ação dos organismos do solo com atuação biológica, aumentando a solubilidade mineral (19; 20).

Alguns autores questionam a eficiência dos pós de rocha como fontes nutricionais, devido a lenta disponibilização dos nutrientes e alto volume de material necessário no processo, uma vez que a nutrição de plantas deve fornecer os nutrientes na quantidade exigida e no momento em que são exigidos. Porém muitos estudos demonstram o potencial de uso e as condições para tal, como o planejamento agrícola (2; 21).

Um aspecto positivo do uso da rochagem, pauta-se, no fato que 18 dos 19 elementos essenciais para a nutrição de plantas podem ser obtidos através de rochas, destacando o fornecimento de elementos como Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Zinco (Zn), Cobre (Cu), Silício (Si), dentre outros (7)

Portanto, existem concepções divergentes quanto a utilização da rochagem como técnica de nutrição vegetal, apesar de seu alto potencial de uso e dos fatores positivos que norteiam o procedimento, existem limitações e desafios a serem contornados para permitir a recomendação correta deste material. Contudo, apesar dos estudos com resultados divergentes ou não conclusivos é inegável o potencial deste material.

RESULTADOS DA UTILIZAÇÃO DA ROCHAGEM

Diante dos conceitos construídos anteriormente sobre fertilidade, histórico de utilização e princípios da técnica da rochagem, torna-se possível analisar em maior profundidade os resultados de estudos dirigidos para avaliar este processo. O Brasil apresenta uma ampla diversidade de rochas que apresentam composições mineralógicas distintas, como o basalto, fonolito, sienito, piroxenito, biotitito, xistos, gnaisses calcissilicáticos, calcário, fosforito, dentre outras, com ampla gama de minerais (7; 22).

Possivelmente das aplicações da rochagem como corretivo de solo, a técnica de calagem é a mais difundida, sendo aplicada principalmente para correção da acidez do solo e no fornecimento de cálcio e magnésio. A acidificação do solo é um processo natural que pode ser intensificado com práticas agrícolas como a utilização de fertilizantes solúveis, e gera redução do potencial produtivo das culturas, através da limitação do crescimento radicular e da disponibilização de nutrientes (23; 24; 25).

Em diversos trabalhos avaliando a adoção da calagem pode-se constatar que a mesma promove elevação do pH, da CTC, da disponibilidade de nutrientes e dos teores de Ca e Mg na camada superficial, além de reduzir a fixação de P (26; 27; 28; 29).

O estudo de Mello et al. (28), avaliou o efeito da granulometria e das doses de calcário no Sistema de Plantio Direto (SPD) e Convencional (SPC), verificando que no SPD a aplicação de calcário em superfície alterou atributos químicos como pH, Hidrogênio (H), Alumínio (Al), Ca e Mg trocáveis nas camadas de 0-10 cm após 12 meses de aplicação. Constatou-se, também que o calcário de maior granulometria apresentou efeito residual mais prolongado.

No estudo de Soratto et al. (29), ao avaliar a reatividade de calcários sedimentares e metamórficos, com diferentes granulometrias, observou-se que calcários sedimentares apresentaram maior incremento nas características do solo, embora, ambos neutralizam a acidez. Demonstrando que o sucesso e efeito da calagem está relacionado tanto ao tamanho da partícula, quanto a composição e/ ou material de origem.

Raymundo et al. (30), avaliando o uso de serragens de mármore cortadas com Lâmina Diamantada (LD) e Lâmina de Aço (LA), como corretivo da acidez do solo em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, verificaram que existem potencial no uso deste resíduo, uma vez que em comparação ao calcário comercial foram obtidos resultados semelhantes, porém as serragens fornecem maior valor de Soma de Bases (SB), do que o calcário, além de apresentar reatividade inicial superior ao mesmo.

Em outro estudo, Silva (10), utilizando as seguintes rochas moídas: ultramáfica, brecha, biotita xisto, subproduto de mineração, subproduto de chapada e flogopitito, constatou-se que as rochas silicáticas e os subprodutos podem ser adotados tanto como corretivos, quanto como fertilizantes com destaque para o fornecimento de K. A

ultramáfica e o subproduto de chapada apresentaram maior potencial de alteração do pH, enquanto o subproduto de mineração e a ultramáfica disponibilizaram mais K, enquanto para Cu e Zn os subprodutos apresentaram o maior fornecimento dos nutrientes.

Conforme os estudos anteriores, as rochas empregadas como corretivos também podem apresentar ação como fertilizantes, uma vez que disponibilizam um ou mais nutrientes para as plantas. Ribeiro et al. (31), avaliando a aplicação de pó de rochas silicáticas (ultramáfica alcalina, brecha piroclástica e flogopitito), no fornecimento de potássio e sua ação em outros atributos do solo, em Latossolo Amarelo distrófico com e sem a aplicação de calcário, constatam que estas rochas em comparação ao Cloreto de Potássio (KCl), possuem potencial de uso como fertilizantes na liberação de K, com destaque para a ultramáfica alcalina e a brecha piroclástica, que liberaram também P no solo e sódio, este último devendo ser melhor analisado devido a possíveis efeitos indesejáveis no solo e vegetais. A ultramáfica alcalina neste estudo ainda apresentou destaque na correção da acidez do solo, onde o valor de saturação por bases do solo sem calagem foi mais que 50% superior aos demais tratamentos.

Em outro estudo, Machado et al. (32), utilizando KCl, termopotássio e fonolito (pó de rocha), como fontes de potássio na adubação de pastagens, encontraram como resultados que as fontes empregadas não apresentaram diferença em produtividade, contudo, o termopotássio e o fonolito apresentaram também incrementos de P e Si no solo, e devido a menor reatividade destas fontes, existe menor chance de perdas de K por lixiviação em comparação ao KCl, mesmo quando estas fontes foram aplicadas em dose única e o KCl parcelado. Estes resultados indicam o uso destas fontes como alternativas aos fertilizantes potássicos como o KCl, além de ser uma opção aos produtores orgânicos.

Perozini et al. (33), ao avaliarem doses de pó de basalto gabro de 0,0 a 27,0 t ha⁻¹ como substituto de fertilizantes solúveis na cultura do algodão, encontraram para as variáveis: arborescência de algodão por hectare, peso médio de capulho e porcentagem de capulhos abertos, resultados superiores e satisfatórios nas maiores doses do material, sendo considerado pelos autores como substituto viável de fertilizantes convencionais na cultura. Além do conceito fertilizante, este trabalho classifica o pó de basalto gabro como condicionador de solo em virtude de melhorias nas características do mesmo.

Deve-se destacar que embora existam muitos estudos visando a substituição de fertilizantes solúveis por determinado pó de rocha, existem estudos que focam-se no uso complementar destes materiais, como Pádua (7), ao avaliar combinações de fosforito, zinnwaldita, anfíbolito, micaxisto, fonolito, KCl e Molibdato de Amônio - MAP em Latossolo Vermelho distrófico nas culturas da soja e girassol. O estudo constatou que certas combinações garantem produtividades satisfatórias e que alinham-se a uma estratégia de baixo uso de insumos.

No trabalho de Theodoro et al. (34), avaliou-se a complementação da técnica de rochagem com a adubação orgânica, onde foram obtidos resultados distintos conforme o tipo de rocha utilizado, mas que no geral foram positivos em comparação ao controle, configurando uma opção de substituição viável dos fertilizantes químicos, gerando dentre outras vantagens redução da pobreza e maior disponibilidade de alimentos no Brasil.

Os trabalhos relacionados ao uso de rochagem como fertilizante alinham-se com a Lei 12.890 (8), onde estes elementos fornecem um ou mais nutrientes aos vegetais, além disso muitos destes materiais também se alinham a definição da mesma lei para corretivos. E em praticamente todos os casos estes materiais alinham-se a definição sobre condicionadores de solo, uma vez que independentemente de corrigirem características do

solo, eles apresentarem ação que melhora as características do mesmo, sejam elas físicas, químicas ou biológicas e/ ou a integração de ambas (9).

Contudo, uma outra definição de insumos citada inicialmente neste trabalho, são os remineralizadores, que segundo a Lei 12.890 (8), são materiais de origem mineral com efeito similar aos condicionadores, mas que tenham passado apenas por processos de alteração física (moagem, por exemplo). Esta definição enquadraria todos os chamados pós de rocha como remineralizadores.

Porém, a Instrução Normativa MAPA nº5 de 10/03/2016, estabelece padrões para a classificação deste material, como a necessidade de a SB ser igual ou superior a 9,0%, o teor de K₂O ser superior a 1,0%, além de outras exigências nutricionais mínimas quando determinados elementos estiverem presentes no material. Existem também limitações de elementos com potencial indesejável, como o limite de 25% de sílica livre, 0,1 ppm de mercúrio, 10 ppm de cádmio, 15 ppm de arsênio e 200 ppm de chumbo (35).

Desta forma embora o processamento do pó de rocha o classifique como remineralizador segundo a Lei 12.890 (8), os parâmetros da IN MAPA nº5 de 10/03/2016 (35), estreitam os materiais que recebem esta definição, como é o caso da nefelina sienito que atende os parâmetros de remineralizador (36).

Portanto, constata-se que embora o pó de rocha seja utilizado desde antes de Cristo, os estudos e a legislação que possibilitam sua recomendação e adoção assertiva são recentes, tornando as formas de análise destes materiais ainda inconclusivas. A variabilidade na composição de rochas com classificação similar e os diferentes cenários de utilização ainda afetam os resultados obtidos, desta forma nota-se que existe um imenso potencial a ser explorado, contudo as formas de explorar tal potencial ainda estão em processo de construção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo demonstrou algumas das aplicações da técnica de rochagem como fertilizantes, corretivos, condicionadores e remineralizadores de solo e/ ou ambos, de forma isolada ou em complementação/ associação com outras técnicas, demonstrando alternativas para reduzir a dependência externa de fertilizantes, reduzir o aporte de insumos químicos nas lavouras e destinar resíduos de certas atividades.

Portanto, os estudos com a aplicação de rochagem devem tornar-se cada vez mais intensivos, visando estabelecer formas de analisar e recomendar este tipo de material, garantindo qualidade e sustentabilidade na produção agrícola, reduzindo custos e o impacto ao ambiente, além de aumentar a competitividade dos produtores nacionais.

REFERÊNCIAS

1. Beneduzzi EB. Rochagem: Agregação das rochas como alternativa sustentável para a fertilização e adubação de solos [monografia]. Porto Alegre: UFRS; 2011.
2. Silveira RTG. Uso de rochagem pela mistura de pó de basalto e rocha fosfatada como fertilizantes natural de solos tropicais lixiviados. Brasília: UnB; 2016.
3. Toscani RGS, Campos JEG. Uso de pó de basalto e rocha fosfatada como remineralizadores em solos intensamente intemperizados. Geociências. 2017;36:259-274.

4. Notícias Agrícolas. Fertilizantes agrícolas: Indústria de fertilizantes espera atrair investimentos para o Brasil [Internet]. 2020. [acesso em 2021 Jun 6]. Disponível em: <https://www.afnews.com.br/noticia.php?id=2536&t=Fertilizantes-Agricolas-Industria-de-fertilizantes-espera-atrair-investimentos-para-o-Brasil>
5. Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA). Principais indicadores do setor de fertilizantes. [Internet]. 2019. [acesso em 2021 Jun 6]. Disponível em: http://anda.org.br/wp-content/uploads/2020/05/Principais_Indicadores_2019-1.pdf
6. Borges PHC, Silva FJP, Carvalho AMX. Avaliação da disponibilidade de elementos nutrientes do pó de basalto vi adubação verde de inverno e de feijão como cultura de verão. In: 3º Congresso Brasileiro de Rochagem; 2016; Pelotas, RS, Brasil. Pelotas: CBR; 2016. p.269-274.
7. Pádua EJ. Rochagem como adubação complementar para as culturas oleaginosas [dissertação]. Lavras: UFLA; 2012.
8. Brasil. Lei nº 12.890, de 10 de dezembro de 2013. Altera a Lei nº 6.894, de 6 de dezembro de 1980, para incluir remineralizadores como uma categoria de insumo destinado à agricultura e dá outras providências. Diário Oficial da União 11 dez 2013; 1:1.
9. Faria G. Biocarvão feito com resíduos é testado como condicionador de solos. Brasil: Embrapa Agrossilvipastoril; 2017.
10. Silva DRG. Caracterização e avaliação agrônômica de rochas silicáticas com potencial de uso como fontes alternativas de nutrientes e corretivos da acidez do solo [tese]. Brasília: UnB; 2012.
11. Brito RS, Batista JF, Moreira JGV, Moraes KNO, Silva SO. Rochagem na agricultura: Importância e vantagem para adubação suplementar. South American Journal of Basic Education, Technical and Technological. 2019;6:528-540.
12. Assis LB. Agroecologia sob a visão do direito: estudo do manejo da rochagem como demonstração de que a agroecologia é instrumento de direito à alimentação e de preservação da vida [dissertação]. Goiás: UFGO; 2015.
13. Cola GPA, Simão JBP. Rochagem como forma alternativa de suplementação de potássio na agricultura agroecológica. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. 2012;7:15-27.
14. Niewinski FS. Do pó de rocha à fertilidade: Uma experiência nos solos de Montenegro/ RS [monografia]. Porto Alegre: UFRS; 2017.
15. Leonardos OH, Fyfe WS, Kronberg BI. Rochagem: O método de aumento da fertilidade em solos lixiviados e arenosos. In: 29º Congresso Brasileiro de Geologia;1976; Belo Horizonte, MG, Brasil. Belo Horizonte: SBG; 1976. p.137-145.

16. Nunes JMG. Caracterização de resíduos e produtos da britagem de rochas basálticas e avaliação da aplicação na rochagem [dissertação]. Canoas: Universidade La Salle; 2012.
17. Souza FNS, Oliveira CG, Martins ES, Alves JM. Efeitos condicionador e nutricional de um remineralizador de solos obtido de resíduos de mineração. *Revista Agri-Environmental Sciences*. 2017;3:1-14.
18. Moreira DT. Remineralize a terra. In: 3º Congresso Brasileiro de Rochagem; 2016; Pelotas, RS, Brasil. Pelotas: CBR; 2016. p.443-446.
19. Luchese EB, Favero LOB, Lenzi E. Fundamentos da química do solo, teoria e prática. 2. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos; 2002.
20. Theodoro SH, Almeida E. Agrominerais e a construção da soberania em insumos agrícolas no Brasil. *Agriculturas*. 2013;10:22-28.
21. Malavolta E. O futuro da nutrição de plantas tendo em vista aspectos agronômicos, econômicos e ambientais. São Paulo: IPNI; 2008.
22. Almeida GS. Reminiscência da fertilidade. In: 3º Congresso Brasileiro de Rochagem; 2016; Pelotas, RS, Brasil. Pelotas: CBR; 2016. p.447-449.
23. Caires EF, Barth G, Garbuió FJ, Kusman MT. Correção da acidez do solo, crescimento radicular e nutrição do milho de acordo com a calagem na superfície em sistema de plantio direto. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*. 2002;26:1011-1022.
24. Ciotta MN, Bayer C, Ernani PR, Fontoura SMV, Albuquerque JA, Wobeto C. Acidificação de um Latossolo sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*. 2002;26:1055-1064.
25. Nogueira NO. Utilização de resíduos industriais como corretivo da acidez do solo e fonte de nutrientes para o cafeeiro [dissertação]. Alegre: UFES; 2014.
26. Caires EF, Chueiri WA, Madruga EF, Figueiredo A. Alterações de características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*. 1998;22:27-34.
27. Pöttker D, Ben JR. Calagem para uma rotação de culturas no sistema de plantio direto. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*. 1998;22:675-684.
28. Mello JCA, Boas RLV, Lima EV, Crusciol CAC, Büll LT. Alterações nos atributos químicos de um Latossolo Distroférrico decorrentes da granulometria e doses de calcário em sistemas de plantio direto e convencional. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*. 2003;27:553-561.

29. Soratto RP, Crusciol CAC, Fernandes AM, Cantarella H, Quaggio JA, Vitti GC. Reactivity of sedimentary and metamorphic limestones of diferente particle sizues under controlled conditions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2019;50:464-476.
30. Raymundo V, Neves MA, Cardoso MSN, Bregonci IS, Lima JSS, Fonseca AB. Resíduos de serragem de mármore como corretivo da acidez de solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*. 2013;17:47-53.
31. Ribeiro LS, Santos AR, Souza LFS, Souza JS. Rochas silicáticas portadoras de potássio como fontes do nutriente para as plantas solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 2010;34:891-897.
32. Machado LG, Silva YKL, Barbosa WG, Silva LFCR, Carvalho AMX. Termopotássio e fonolito como fontes alternativas para a fertilização de pastagens. *Cadernos de Agroecologia*. 2018;13:1-5.
33. Perozini AC, Almeida Júnior JJ, Smiljanic KBA, Matos FSA, Silva AR, Gomes JPS. Basalto “gabro” como fertilizante na cultura do algodão em substituição ao fertilizante mineral. In: 4º Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar; 2019; Mineiros, GO, Brasil. Mineiros: UNIFIMES; 2019. p.1-6.
34. Theodoro SH, Leonardos OH, Rego KG, Medeiros FP, Talini NL, Santos F, Oliveira N. Efeito do uso da técnica de rochagem associada à adubação orgânica em solos tropicais. In: 2º Congresso Brasileiro de Rochagem; 2013; Poços de Caldas, MG, Brasil. Poços de Caldas: CBR; 2013. p.32-42.
35. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Instrução Normativa MAPA nº5, de 10 de março de 2016. *Diário Oficial da União* 14 mar 2016; 1:10.
36. França SCA, Trampus BC, Braga PFA, Mokarzel D. Avaliação de extração de potássio de nefelina sienito para uso como remineralizador de solos. In: 28º Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa; 2019; Belo Horizonte, MG, Brasil. Belo Horizonte: ENTMME; 2019. p.1-8.

A brown cow is grazing in a lush green field. The background shows a line of trees and a sky with soft, white clouds. A dark green horizontal bar is overlaid on the image, containing the title text in white. A thin vertical green line is on the left side of the page.

FISIOLOGIA VEGETAL E PÓS-COLHEITA DE FRUTOS

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-15>

Capítulo 15

ARMAZENAMENTO REFRIGERADO COMO FORMA DE PROLONGAR A VIDA ÚTIL DE BULBOS DE CEBOLA: REVISÃO

Marcela Padilha Iastremski¹; Cristiane Hauck Wendel²

¹Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia - PPGA – UNICENTRO; E-mail: marcella.iastremski@gmail.com, ²Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia - PPGA – UNICENTRO; E-mail: hauckwendel@hotmail.com

RESUMO: A produção de cebola é sazonal, mas o seu consumo ocorre durante o ano inteiro, sendo necessárias condições adequadas de armazenamento para reduzir as perdas e manter a qualidade dos bulbos até sua comercialização. Os bulbos de cebola são considerados de alta perecibilidade, devido a fatores fisiológicos, como respiração e brotação, além da ocorrência do ataque de patógenos. Durante o armazenamento, estes fatores acabam alterando as características físico-químicas da cebola, podendo torná-las impróprias para o consumo. No entanto, armazenar os bulbos em uma temperatura ideal possibilita reduzir as perdas tanto de qualidade, quanto em quantidade e prolongar a sua vida útil. Geralmente, as temperaturas mais baixas, promovem a redução da atividade metabólica dos bulbos, suprimindo a brotação, e conservando as características específicas de cada cultivar por um período maior. Sendo assim, o objetivo desse trabalho é revisar os principais atributos físico-químicos da cebola e o efeito da temperatura de armazenamento sobre os mesmos, abordando quais condições são as mais adequadas para amenizar as perdas durante esse período.

Palavras-chave: *Allium cepa* L.; conservação; pós-colheita; qualidade; temperatura

INTRODUÇÃO

O armazenamento da cebola, tem como objetivo atender à demanda do consumidor por um tempo maior, mantendo a sua qualidade (1). No entanto, todos os anos são perdidos grandes quantidades de cebola, devido ao manuseio e as condições de armazenamento inadequadas (2). Geralmente, os bulbos são mantidos empilhados, dentro de galpões em condições ambientais descontroladas (3). Essa falta de infraestrutura, é responsável pelas maiores perdas pós-colheita, principalmente devido à influência da temperatura e umidade relativa do ar (4).

Os principais fatores biológicos que levam à deterioração da cebola são: respiração, retomada do crescimento e ataque de patógenos (1). O conteúdo de água, a concentração de compostos de sabor, carboidratos, minerais e reguladores de crescimento são modificados, provavelmente, devido à respiração e remobilização de carboidratos no fornecimento de energia para o crescimento do broto (5). Os fatores biológicos, como o ataque de patógenos (1), também alteram a composição química dos bulbos (6), assim como os fatores externos e as interações com o ambiente (2).

A temperatura e umidade relativa de armazenamento podem resultar em perdas de qualidade da cebola. A alta temperatura induz a brotação dos bulbos, a alta umidade relativa do ar promove o crescimento de raízes e a combinação dos dois ocasionam o apodrecimento (7). A taxa respiratória da cebola também é maior em altas temperaturas (8), por isso recomenda-se a baixa temperatura, para reduzir a atividade metabólica e suprimir o desenvolvimento do broto (5,9). Enquanto, o desenvolvimento de patógenos pode ser limitado por meio do controle da umidade relativa do ar (10).

O tempo de armazenamento também é influenciado pelas condições do ambiente, as quais acabam interferindo nas propriedades físico-químicas e fotoquímicas dos bulbos (3). As cebolas mantidas sem refrigeração podem permanecer viáveis por até 3 meses, enquanto as refrigeradas, esse período pode ser estendido por até 8 meses (11). Uma maior vida útil, possibilita a transferência de estoques entre as regiões por um período maior, sendo uma característica fundamental para o mercado (12). Diante disso, o objetivo desse trabalho é revisar os principais atributos físico-químicas dos bulbos de cebola e o efeito da temperatura de armazenamento sobre os mesmos, relatando quais condições são as mais adequadas para amenizar as perdas durante esse período.

EFEITOS DO ARMAZENAMENTO NOS ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS DA CEBOLA

Pungência

A pungência é determinada principalmente, por fatores genéticos (81,3%), sendo pouco influenciada por efeitos ambientais (11,4%) e pela interação entre os dois (7,3%) (13). É uma característica importante da qualidade do bulbo, e pode ser medida indiretamente pela concentração de ácido pirúvico, que é um produto da degradação enzimática do sulfóxido de cisteína (14). O nível de ácido pirúvico, como índice de pungência de cebola, é garantia da qualidade dos bulbos, tanto para os transportadores, quanto para os consumidores (10).

A percepção da pungência varia muito de acordo com o indivíduo, geralmente, um bulbo com conteúdo de ácido pirúvico de $3,5 \mu\text{mol mL}^{-1}$ é percebido como leve e $5 \mu\text{mol mL}^{-1}$ é considerado como bastante forte (15). Quanto maior o nível de pungência, maior a durabilidade das cebolas durante o armazenamento (7), ou seja, aquelas com baixos níveis de pungência não são adequadas para essa finalidade (16). Além disso, o armazenamento prolongado também promove aumento na pungência, ficando evidente após o corte do bulbo quando o fator lacrimogêneo é liberado (11).

Durante o armazenamento, as alterações na pungência têm sido associadas à quebra de dormência e ao início da brotação. Quando a cv. Sunpower foi armazenada à 4°C , 10°C e 25°C , observou-se nos primeiros 7 meses ocorreu um aumento na pungência de 69% e 121%, nas duas primeiras temperaturas, enquanto que na última houve uma redução de 6%. Nos três meses seguintes, a pungência das cebolas mantidas à 4°C e 10°C reduziram cerca de 30%, já aquelas mantidas à 25°C tiveram um aumento de 6% ao final de 9 meses de armazenamento. Os bulbos mantidos a 10°C , foram os primeiros a brotar, seguidos pelos à 4°C . No entanto, a 25°C a taxa de brotação foi menor, correlacionando-se com a baixa concentração de ácido pirúvico (17).

Brotação

Após a quebra de dormência, as cebolas entram na fase de rebrota que é acompanhada pelo aumento gradual da atividade metabólica, assim como alterações em sua composição química (18). Em temperatura ambiente, entre 18 °C a 25 °C, ocorrem uma sucessão de processos metabólicos internos que preparam o bulbo para a brotação (2), embora possa variar entre cultivares diferentes (19). Este é um dos principais fatores fisiológicos que limitam a vida útil dos bulbos, embora possa ser amenizada com o uso de uma temperatura de armazenamento adequada (20).

A taxa de brotação tende a aumentar à medida que o tempo de armazenamento é prolongado, sendo também influenciada pela temperatura. Algumas cultivares, tem a taxa de brotação suprimida à 35 °C, aumentando quando a temperatura é reduzida para 25 °C e atingindo seu máximo à 10 °C (19). Além disso, temperaturas muito baixas (0° C) também podem promover a quebra da dormência, vernalização e facilitar a brotação (21). A temperatura de armazenamento mais adequada é em torno de 5 °C, a qual pode impedir o enraizamento e brotação até 110 dias de armazenamento dependendo da cultivar, mesmo quando a umidade relativa tenha sido superior a 90%, favorecendo o enraizamento (9).

Firmeza

A redução da firmeza ocorre em diferentes taxas dependendo da cultivar. Essa diferença pode estar relacionada a fatores genéticos, os quais determinam a anatomia física do tecido, como o tamanho e forma da célula, espessura e resistência da parede celular e a extensão da adesão de célula a célula (22). Além disso, pode ser influenciada pela quantidade de massa seca (23), pelo tamanho do bulbo, onde os maiores podem ser menos firmes e pela presença de mais de um centro, os quais podem ocasionar uma menor vedação dos catáfilos (escamas) e menor firmeza (24).

A perda da firmeza pode ocorrer pelo início da senescência, estando também relacionada ao turgor celular (22). O afrouxamento da parede celular por amadurecimento, é mediado pela expressão de genes específicos que codificam proteínas que atuam no desembaraço das pectinas. Porém, o turgor celular e a perda de água são principais responsáveis pelo amolecimento (25). As mudanças no turgor celular ocorrem devido à permeabilidade da membrana plasmática e vascular, que permite a movimentação da água que gera a pressão de turgor e o alargamento do vacúolo. Assim, uma célula é pressionada contra a outra, promovendo a turgidez, rigidez e frescor aos tecidos da planta (26).

A firmeza tende a diminuir durante o armazenamento (9), sendo influenciada pela temperatura e acúmulo de etileno, portanto, as condições de manuseio e armazenamento precisam ser adequadas considerando as características específicas de cada produto (22). No armazenamento refrigerado, geralmente, a maior perda de firmeza dos bulbos ocorre nos primeiros 60 dias (1,9), porém, em as altas temperaturas as taxas de perda de água e redução do turgor celular são maiores (6).

Sólidos solúveis e acidez titulável

Os sólidos solúveis são todos os sólidos que se dissolvem em água, como açúcares, sais, proteínas e ácidos orgânicos (1). Nas cebolas, os valores de sólidos solúveis totais podem variar entre 5 a 20% (27), dependendo do tipo de cultivar, manejo pré-colheita, como a disponibilidade hídrica do solo (28) e pós-colheita, como o tempo de cura e o armazenamento (29). Já a acidez é influenciada pela presença de ácidos orgânicos que determinam o sabor ácido ou azedo dos vegetais, sendo que, por meio dela pode-se definir

o nível de doçura de um produto (30). A relação entre estes dois fatores é utilizada na determinação de sabor por ser mais representativa que a medida isolada da acidez ou dos açúcares (26).

O conteúdo de açúcares varia continuamente durante o armazenamento, podendo estar associado ao surgimento da brotação. Os bulbos de cebola da cv. Sunpower armazenados à 4 °C, 10 °C e 25 °C e umidade relativa entre 65% a 75% durante 9 meses, apresentaram padrões de mudança no teor de açúcar diferentes. A 4 °C e 10 °C, a frutose e a glicose foram reduzidas à metade do 1° a 9 meses de armazenamento, no entanto, a 25 °C o conteúdo de glicose aumentou durante o 2° ao 6° mês e diminuindo em seguida, enquanto a frutose diminuiu consistentemente após o 2° mês (17).

Em condições ambiente de 25 °C e umidade relativa de 75%, os sólidos solúveis podem reduzir, principalmente durante o primeiro mês de armazenamento, podendo aumentar gradualmente até 40 dias e reduzir novamente nos 20 dias seguintes (20). Essa variação também ocorre quando os bulbos estão refrigerados entre 2,5 °C a 13 °C, podendo aumentar até 30 dias e diminuir em sequência (31). Dependendo da cultivar, espera-se uma concentração máxima de sólidos solúveis totais nos primeiros 40 dias, quando as cebolas são mantidas em menor temperatura (2 °C) (1).

Em relação a acidez, os principais ácidos orgânicos encontrados na cebola são os ácidos málico e cítrico, os quais são influenciados significativamente pela temperatura e tempo de armazenamento. O ácido málico é predominante nos bulbos armazenados em temperaturas entre 0 °C à 15°C, sendo que sua concentração pode aumentar à 0 °C ou reduzir a 30 °C com o decorrer do tempo. O teor de ácido cítrico não apresenta tantas oscilações quanto o ácido málico, permanecendo constante entre 0 °C e 15 °C ao longo do tempo, ou aumentando a 30 °C (32).

Portanto, a quantidade de ácidos presentes na cebola pode aumentar, reduzir ou permanecer constante, de acordo com a cultivar, condições de armazenamento, como a temperatura, e o tempo que irão permanecer armazenadas. Além disso, durante esse período o metabolismo da cebola também passa por modificações, uma vez que, os ácidos orgânicos estão envolvidos em várias vias metabólicas (32) e são utilizados como substrato no processo respiratório ou convertidos em açúcares (26).

Massa fresca

A massa fresca da cebola é composta de 80% a 95% por água (33), sendo assim, a sua redução está relacionada à desidratação dos tecidos e ao processo de respiração dos bulbos (34). Inicialmente, a perda de água através dos catáfios externos e a taxa de respiração dos bulbos ainda em dormência é relativamente baixa, resultando em menor perda de massa fresca (10). No entanto, com o envelhecimento progressivo dos bulbos, mesmo quando mantidos refrigerados, a perda de massa fresca pode se intensificar (34).

Altas temperaturas de armazenamento contribuem para maior perda de massa fresca. Quanto maior a temperatura utilizada para armazenar os bulbos, maior será a taxa respiratória (8), havendo também maior perda de água para o ambiente, tendo uma consequência econômica imediata por reduzir o peso vendável (35). A cultivar Sunpower apresentou perda de quase 30% de seu peso inicial após 7 meses de armazenamento com temperatura entre 21 °C a 23 °C e umidade de 60% a 80% (2), porém, quando mantida por 9 meses à 4 °C e umidade relativa entre 65% e 75 % essa perda foi reduzida para 11,66% (17). As cultivares CNPH 6400 e Óptima armazenadas em 5 °C e umidade de 85%, apresentaram perda de 3% e 2%, respectivamente, após 60 dias (36).

O armazenamento a altas temperaturas pode causar grandes perdas, mesmo que a dessecação seja reduzida, portanto o armazenamento refrigerado é considerado o mais adequado para o armazenar as cebolas a longo prazo (37). Além da temperatura, a umidade relativa adequada, entre 65 e 70%, preserva melhor o peso das cebolas por equilibrar o teor de água que ocorre entre a atmosfera e os bulbos (38).

Massa seca

O conteúdo de massa seca é outro indicador integral da qualidade, correlacionado diretamente com o valor nutricional da cebola (18). É constituída, principalmente, por fibras, amido e açúcares, incluindo os carboidratos não estruturais, como a frutose e a glicose, e açúcares não redutores, como glicose e os frutanos (20). Os bulbos com menor quantidade de massa seca apresentam maior quantidade de glicose e frutose (75% dos carboidratos em bulbos com 7,5% de massa seca) e quando o teor de massa seca é alto (90% dos carboidratos em bulbos com 17% de massa seca), os frutanos são predominantes (39).

As cultivares híbridas apresentam uma menor porcentagem de massa seca, cerca de 4,81% a 5,94%, quando comparadas com cultivares de polinização aberta que apresentam entre 10,27% a 10,93% (40). Durante o armazenamento, o conteúdo de massa seca diminui lentamente, dependendo da respiração e de outros processos metabólicos que causam mudanças na parte orgânica dos bulbos, sendo que as camadas externas apresentam baixo teor de massa seca em comparação com o meio e as camadas internas (2). No geral, os bulbos com maior quantidade de massa seca apresentam menores perdas, podendo ser utilizado para processamento ou armazenamento mais longo, enquanto aqueles com menor percentual de massa seca devem ser consumido *in natura* (40).

Aparência dos bulbos

A aparência externa dos bulbos é muito afetada durante o período de armazenamento mesmo quando mantidos em refrigeração (34). À medida que o tempo de armazenamento aumenta, as camadas internas e externas se deterioram, em termos de qualidade, surgem manchas pretas na camada externa e brotações, tornando-se menos atraentes para serem consumidos. Embora, a camada externa e interna de cebola não seja adequada em termos de qualidade, a camada intermediária inda poderia ser usada para práticas culinárias e também em pequenas indústrias de alimentos (2).

As cebolas armazenadas sob refrigeração tendem a manter sua aparência inicial, por um período maior. No entanto, quando são armazenados em temperatura ambiente, principalmente em regiões onde as temperaturas são altas e umidade relativa baixa, que oscilam durante o dia, os catáfilos internos do bulbo reduzem seu tamanho, ocasionando o afrouxamento dos catáfilos externos (casca) que se soltam com maior facilidade, facilitando o ataque de patógenos.

CONCLUSÃO

As maiores perdas pós-colheita da cebola ocorrem durante o armazenamento. O controle da temperatura e umidade relativa do ar durante esse período, é de extrema importância para prolongar o tempo de prateleira dos bulbos, permitindo o produtor escolher o melhor período para comercialização, suprir a demanda em todas as épocas do

ano, assim como o transporte entre as regiões produtoras, garantindo aos consumidores um produto de maior qualidade.

REFERÊNCIAS

1. Chope GA, Terry LA, White PJ. Effect of controlled atmosphere storage on abscisic acid concentration and other biochemical attributes of onion bulbs. *Postharvest Biology and Technology*. 2006;39(3):233–242.
2. Sharma K, Assefa AD, Ko EY, Lee ET, Park SW. Quantitative analysis of flavonoids, sugars, phenylalanine and tryptophan in onion scales during storage under ambient conditions. *Journal of Food Science and Technology*. 2015;52(4):2157–2165.
3. Sharma K, Lee YR, Park SW, Nile SH. Importance of growth hormones and temperature for physiological regulation of dormancy and sprouting in onions. *Food Reviews International*. 2016;32(3):233–255.
4. Rêgo ER, Ferreira APS, Pereira DM, Pereira AM, Pereira OL, Finger FL. Artificially cooling of onion bulbs stored in brickwork-patterned vertical silos. *Horticultura Brasileira*. 2019;37:234–238.
5. Chope GA, Cools K, Hammond JP, Thompson AJ, Terry LA. Physiological, biochemical and transcriptional analysis of onion bulbs during storage. *Annals of Botany*. 2012;109(4):819–831.
6. Petropoulos SA, Ntatsi G, Ferreira ICFR. Long-term storage of onion and the factors that affect its quality: A critical review. *Food Reviews International*. 2017;33(1):62–83.
7. Gross KC, Wang CY, Saltveit M. The Commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. United States Department of Agriculture - Agricultural Research Service. 2016;1(66):780.
8. Bahram-Parvar M, Lim L-T. Fresh-Cut Onion: A review on processing, health benefits, and shelf-life. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2018;17(2):290–308.
9. Islam MN, Wang A, Pedersen JS, Sørensen JN, Körner O, Edelenbos M. Online measurement of temperature and relative humidity as marker tools for quality changes in onion bulbs during storage. *Plos One*. 2019;14(1):e0210577.
10. Abrameto MA, Ardizzi CMP, Gil MI, Molina LM. Pyton. Analysis of methodologies for the study of composition and biochemical carbohydrate changes in harvest and postharvest onion bulbs. 2010;(79):123–32.
11. Eshel D, Teper-Bamnolker P, Vinokur Y, Saad I, Zutahy Y, Rodov V. Fast curing: A method to improve postharvest quality of onions in hot climate harvest. *Postharvest Biology and Technology*. 2014;88:34–39.

12. Camargo WP, Camargo FP. A quick review of the production and commercialization of the main vegetables in Brazil and the world from 1970 to 2015. *Horticultura Brasileira*. 2017;35:160–166.
13. Yoo KS, Lee EJ, Patil BS. Changes in flavor precursors, pungency, and sugar content in short-day onion bulbs during 5-month storage at various temperatures or in controlled atmosphere. *Journal of Food Science*. 2012;77(2):216-221.
14. Caruso G, Conti S, Villari G, Borrelli C, Melchionna G, Minutolo M, et al. Effects of transplanting time and plant density on yield, quality and antioxidant content of onion (*Allium cepa* L.) in southern Italy. *Scientia Horticulturae*. 2014;166:111–120.
15. Yoo KS, Leskovar D, Patil BS, Lee EJ. Effects of leaf cutting on bulb weight and pungency of short-day onions after lifting the plants. *Scientia Horticulturae*. 2019;257:108720.
16. Kato M, Masamura N, Shono J, Okamoto D, Abe T, Imai S. Production and characterization of tearless and non-pungent onion. *Scientific Reports*. 2016;6(1):23779.
17. Sharma K, Lee YR. Effect of different storage temperature on chemical composition of onion (*Allium cepa* L.) and its enzymes. *Journal of Food Science and Technology*. 2016;53(3):1620–32.
18. Sharma K, Asnin L, Ko EY, Lee ET, Park SW. Phytochemical composition of onion during long-term storage. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*. 2014;65(2):150–160.
19. Baninasab B, Rahemi M. the effect of high temperature on sprouting and weight loss of two onion cultivars. *American Journal of Plant Physiology*. 2006;1:199–204.
20. Chávez-Mendoza C, Vega-García MO, Guevara-Aguilar A, Sánchez E, Alvarado-González M, Flores-Córdova MA. Effect of prolonged storage in controlled atmospheres on the conservation of the onion (*Allium cepa* L.) quality. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 2016;842–52.
21. Luengo FRA, Calbo AG. *Armazenamento de Hortaliças*. 21° ed. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças; 2001.
22. Toivonen PMA, Brummell DA. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*. 2008;48(1):1–14.
23. Coolong TW, Randle WM, Wicker L. Structural and chemical differences in the cell wall regions in relation to scale firmness of three onion (*Allium cepa* L.) selections at harvest and during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2008;88(7):1277–86.

24. Larsen T, Saxena A, Cramer CS. Relatedness of bulb firmness to other attributes of new mexican onion entries. *International Journal of Vegetable Science*. 2009;15(3):206–17.
25. Posé S, Paniagua C, Matas AJ, Gunning AP, Morris VJ, Quesada MA, Mercado JA. A nanostructural view of the cell wall disassembly process during fruit ripening and postharvest storage by atomic force microscopy. *Trends in Food Science & Technology*. 2019;87:47–58.
26. Chitarra MIF., Chitarra AB. Pós-colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e manuseio. 2o ed. Lavras: UFLA; 2005. 783 p.
27. Carvalho VD. Características nutricionais, industriais e terapêuticas da cebola. 62° ed. Informe Agropecuário. 1980;6:71–78.
28. Bispo RC, Queiroz SOP, Oliveira GM, Carvalho ARP, Flores DS. Desempenho agrônomo de cultivares de cebola sob diferentes tensões de água no solo. *Irriga*. 2017;22(3):485–96.
29. Nega G, Mohammed A, Menamo T. Effect of curing and top removal time on quality and shelf life of onions (*Allium cepa* L). *Journal of Science Frontier Research: Agriculture and Veterinary*. 2015;15:26–36.
30. Aroucha EMM, Gois VA, Leite RHL, Santos CA, Souza MS. Acidez em frutas e hortaliças. *Revista Verde*. 2010;5:1–4.
31. Sohany M, Sarker MKU, Mahomud MS. Physiological changes in red onion bulbs at different storage temperature. *World Journal of Engineering and Technology*. 2016;4(2):261–6.
32. Salama AM, Hicks JR, Nock JF. Sugar and organic acid changes in stored onion bulbs treated with maleic hydrazide. *HortScience*. 1990;25(12):1625–8.
33. Benítez V, Mollá E, Martín-Cabrejas MA, Aguilera Y, López-Andréu FJ, Cools K, Terry LA, Esteban RM. Characterization of industrial onion wastes (*Allium cepa* L): Dietary fibre and bioactive compounds *Plant Foods for Human Nutrition*. 2011;66:48–57.
34. Miguel ACA, Durigan JF. Qualidade dos bulbos de cebola “Suprex” armazenados sob refrigeração, quando expostos à condição ambiente. *Horticultura Brasileira*. 2007;25:301–305.
35. Spagnol WA, Silveira V, Pereira E, Guimarães N. Redução de perdas nas cadeias de frutas e hortaliças pela análise da vida útil dinâmica. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2018;21:1-10.

36. Melo CO, Moretti CL, Machado CMM, Mattos LM, Muniz LB. Alterações físicas e químicas em cebolas armazenadas sob refrigeração. *Ciência Rural*. 2012;42:2078–2084.
37. Ward CM. The influence of temperature on weight loss from stored onion bulbs due to desiccation, respiration and sprouting. *Annals of Applied Biology*. 1976;83(1):149–155.
38. Brewster JL. *Onions and other Vegetable Alliums*. 2° ed. Cabi; 2008.
39. Grubben GJH, Denton OA. *Plant resources of tropical africa: Vegetables*. 2o ed. Wageningen, Netherlands: Prota Foundations/ Backhuys Publishers/ CTA; 2004. 668 p.
40. Alves DP, de Araújo ER, Wamser GH, Gonçalves PAS, Marinho CD, Tomaz RS. Field performance and screening for resistance to *Peronospora destructor* of 46 onion cultivars in Brazil. *Australasian Plant Disease Notes*. 2018;13(1):1–6.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-16>

Capítulo 16

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE MELÃO AMARELO MINIMAMENTE PROCESSADO SOB DIFERENTES RECOBRIMENTOS COMESTÍVEIS

Rodrigo Interaminense Pessoa¹, Adriana Ferreira dos Santos², Júlia Medeiros Bezerra³, Rosenildo dos Santos Silva⁴, Alison dos Santos Oliveira⁵, Sara Morgana Felix de Sousa⁶, Jaqueline de Sousa Gomes⁷

¹Engenheiro de Alimentos - CCTA – UFCG; E-mail: rodrigopessoa2014@outlook.com,

²Docente do Departamento de Solos e Engenharia Rural – DSER – UFPB. E-mail: adrefesantos@yahoo.com.br, ³Doutoranda em Engenharia de Processos – CCT – UFCG. E-mail: juliamedeiros1709@hotmail.com, ⁴Mestrando em Engenharia Agrícola – CTRN – UFCG. E-mail: rosenildo.sb@gmail.com, ⁵Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – CCTA – UFCG. E-mail: alisonpb20@gmail.com, ⁶Engenheira de Alimentos – CCTA – UFCG. E-mail: saramfs@hotmail.com, ⁷Mestra em Sistemas Agroindustriais – CCTA – UFCG. E-mail: jaquelinesousa_pb@hotmail.com

RESUMO: As frutas e hortaliças, a exemplo o melão, têm sido usadas em novos processos tecnológicos, sendo algumas dessas novas tendências em âmbito mundial, como, por exemplo, o crescente consumo de vegetais minimamente processados. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade do melão amarelo minimamente processado submetido a diferentes recobrimentos a base de quitosana, amido e cálcio. Os seguintes tratamentos foram aplicados: T1: 0% (sem recobrimento), T2: cloreto de Cálcio 1%, T3: amido de Inhame 2% + Glicerol 2%, T4: fécula de mandioca 2% + Glicerol 2%, T5: quitosana 2% + Glicerol 2% e em seguida armazenados a 3°C em BOD e avaliados nos períodos de 0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias. Foram realizadas avaliações de compostos bioativos e avaliações não destrutivas. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em fatorial experimental 5 x 6, com três repetições. Verificou-se que o uso dos recobrimentos comestíveis foi eficiente em manter a textura dos melões por 6 dias, além de auxiliar na redução da perda de massa. O tratamento com quitosana a 2% + glicerol a 2% em sua formulação apresentou os melhores resultados na conservação das características de compostos bioativos dos produtos, durante o período de armazenamento. A aparência geral dos melões obteve vida útil comercial de 8 a 10 dias em todos os tratamentos, mostrando-se eficiente no período pós-colheita.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L; avaliação não destrutível; biopolímero

INTRODUÇÃO

O fruto do meloeiro é apreciado no mundo todo e, embora a planta seja botanicamente uma hortaliça, é comercializado como fruta, sendo considerada uma das mais importantes famílias de plantas utilizadas para a produção de alimentos (1, 2). O

melão amarelo, uma das diferentes variedades existentes, é destaque no país, o mais produzido e consumido devido ao seu sabor e capacidade de transporte (2).

As frutas e hortaliças têm sido usadas em novos processos tecnológicos, sendo algumas dessas novas tendências em âmbito mundial, como, por exemplo, o crescente consumo de vegetais minimamente processados (3). Essa forma de processamento tem ganhado ênfase no mercado pela facilidade do consumo imediato e por proporcionar um produto com características similares ao fruto intacto. No entanto, operações inevitáveis ao preparo, tais como o descasque e redução do tamanho do fruto ou hortaliça, resultam em perda de água e aceleração da ação enzimática, tornando-o ainda mais perecível (4). Apesar da praticidade, o processamento mínimo causa nos frutos condições de estresse, e para isso é necessário utilizar métodos que diminuam os danos, como o armazenamento refrigerado, bem como a aplicação de antioxidantes são técnicas empregadas com sucesso no armazenamento pós-colheita em muitos vegetais íntegros ou minimamente processados (5, 6).

O uso de recobrimentos contribui consideravelmente na manutenção da coloração natural das frutas, na redução da taxa respiratória e perda de massa, além de perdas de compostos com valor nutricional e funcional. Apesar de existir uma grande variedade de recobrimentos comestíveis e muitos estudos em aplicações em frutas, ainda é um campo a ser explorado (7). Os polissacarídeos chamam atenção devido à sua ampla disponibilidade, baixo custo, e não toxicidade, com destaque para quitosana e amido, no entanto, necessitam de agentes plastificantes que melhorem suas propriedades mecânicas (8). Entre os amidos, a mandioca e o inhame são uma das principais fontes de extração e vem mostrando qualidades promissoras no desenvolvimento de filmes comestíveis (9).

Considerando o potencial crescimento da área de hortifrutícolas com ao aumento da demanda por frutos minimamente processados, e tendo em vista ainda os efeitos benéficos dos recobrimentos comestíveis, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade do melão amarelo minimamente processado submetido a diferentes recobrimentos a base de quitosana, amido e cálcio.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Campina Grande, em Pombal – PB no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal (LTPOV).

Os melões do tipo amarelo, o inhame e a mandioca foram adquiridos no comércio local da cidade de Pombal-PB, selecionados quanto a maturação e ausência de sinais de deterioração. Em seguida, foram transportados em caixas isotérmicas para o LTPOV (Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal) onde foram submetidos à lavagem com água corrente e detergente neutro para remoção de sujidades, com posterior imersão em água clorada (200 ppm. L⁻¹), por 15 minutos. A quitosana foi adquirida através da empresa Polymar Ciência e Nutrição S/A (Fortaleza-CE), obtida a partir de crustáceos.

Obtenção dos amidos de inhame e mandioca

O inhame e a mandioca foram descascados manualmente, cortados em rodela e deixados em imersão em solução de metabissulfito de sódio (0,2%) durante 24 horas para facilitar a ruptura e liberação do amido durante a trituração. Após esse período, foram então triturados em liquidificador industrial por 30 minutos, até a formação de uma pasta

homogênea, submetida a duas decantações por 24 horas e o sobrenadante descartado. Os resíduos foram espalhados em bandejas e secos em estufa de circulação de ar por 24 horas, os pós obtidos da secagem foram então peneirados e armazenados em recipientes secos e limpos para posterior obtenção e aplicação dos recobrimentos.

Preparo dos tratamentos

Foram desenvolvidos cinco tratamentos, incluindo o controle, como pode ser observado na Tabela 1. Os melões minimamente processados foram imersos na solução de recobrimento e deixados para secar a fim de remover o excesso de solução, sendo então acondicionados em badeiras de poliestireno expandido recobertas com filme de cloreto de polivinila (PVC) e armazenados em BOD a 3 °C (80±2%UR) durante 10 dias. As avaliações foram realizadas a partir do tempo zero (+1) (após o processamento e aplicação dos tratamentos), em períodos regulares com intervalo de 2 dias durante o armazenamento (0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias) para as características físico-químicas, compostos biologicamente ativos e avaliações não destrutivas.

Tabela 1. Tratamentos em melão Amarelo minimamente processado e armazenamento a 3 °C.

Temperatura	Tratamentos	Períodos (dias)
3 °C (80±2%UR)	T1: sem recobrimento	0,2,4,6,8,10
	T2: cloreto de cálcio (1%)	
	T3: amido de inhame (2%) + glicerol (2%)	
	T4: fécula de mandioca (2%) + glicerol (2%)	
	T5: quitosana (2%) + glicerol (2%)	

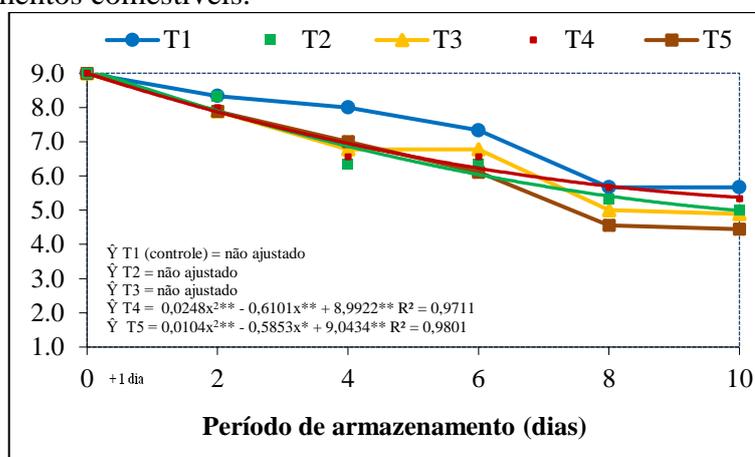
Foram realizadas avaliações subjetivas não destrutivas de aparência geral: escala de 1 a 9 (1 – inaceitável; 3 – Ruim; 5 – Regular; 7 – Bom; 9 – Excelente); de escurecimento externo: escala de 1 a 6 (6 – 0% de escurecimento; 5 – produto com brilho pouco intenso, ausência de manchas; 4 – início de perda de brilho aparente, índices de manchas escuras; 3- perda de brilho aparente, presença de manchas escuras; 2 – perda total do brilho aparente, presenças de manchas com sinais visíveis de escurecimento; 1 – escurecimento intenso da polpa, senescência avançada); de enrugamento: escala de 1 a 9 (1 – sem enrugamento; 2 – 1 a 5%; 3 – 6 a 15%; 4 – 16 a 30%; 5 – 31 a 45%; 6 – 46 a 60%; 7 – 61 a 75%; 8 – 75 a 85%; 9 – acima de 85%). E avaliações de compostos bioativos como clorofila e carotenoides totais (11); flavonoides e antocianinas (12); e compostos fenólicos (13).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema 5 × 6, com três repetições, totalizando 90 unidades experimentais, sendo 5 tratamentos e 6 tempos de armazenamento refrigerado. Os resultados foram submetidos à análise de variância. A partir dos resultados das análises de variância preliminares, considerando os efeitos das interações entre os fatores e verificando-se efeito significativo, o período foi desdobrado dentro de cada tratamento e os resultados submetidos à análise de regressão polinomial. Quando não constatado efeito significativo entre as interações dos fatores avaliados, foi realizado ligação de pontos com as médias dos tratamentos. Os modelos de regressão polinomiais foram selecionados com base na significância do teste F de cada modelo testado e, também, pelo coeficiente de determinação. O coeficiente de determinação mínimo para utilização das curvas foi de 0,60. Modelos de curvas até 3º Grau na regressão foram usados quando necessário. Foi utilizado o programa computacional SISVAR, versão 5.7.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aparência geral é um dos fatores de qualidade de maior influência na aquisição de um produto pelo consumidor, devido à associação com a qualidade comestível. Como podem ser observados na Figura 1, os melões apresentaram vida útil comercial até o último dia de armazenamento (dia 10), com o T1 (controle, sem recobrimento) mostrando boa aparência e o T5 (quitosana 2% + glicerol 2%) com os menores escores. Apesar da redução dos valores atribuídos a aparência geral ao longo do período de armazenamento, ainda indicam frutos comercializáveis, pois notas iguais ou superiores a 3,0 classificam os frutos como adequados para o consumo (14).

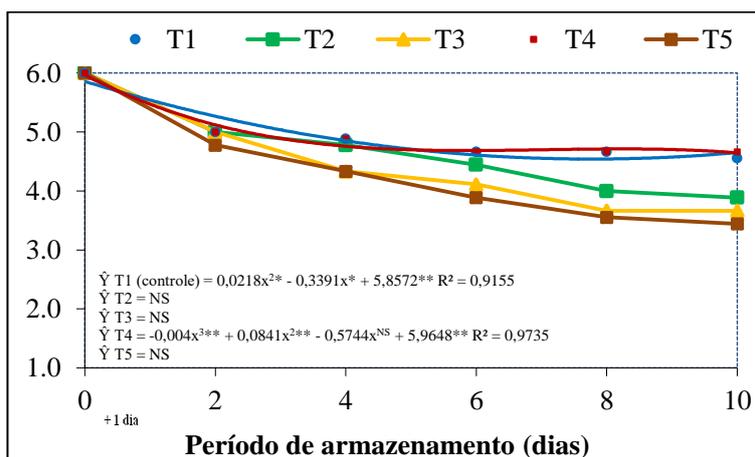
Figura 1. Aparência geral em melão amarelo minimamente processado submetido a diferentes recobrimentos comestíveis.



Onde: T1 (controle = sem recobrimento); T2 (cloreto de cálcio 1%); T3 (amido de inhame 2% + glicerol 2%); T4 (fécula de mandioca 2% + glicerol 2%); T5 (quitosana 2% + glicerol 2%).

Observou-se que durante o período de armazenamento ocorreu uma diminuição nos valores referentes ao escurecimento externo (Figura 2) para todos os tratamentos aplicados no dia 0 (+1), mantendo-se constante a partir do dia 2. No final do processo o tratamento T4 (fécula de mandioca 2% + glicerol 2%) apresentou melhor resultado, enquanto o T5 (quitosana 2% + glicerol 2%) foi o que obteve menor escore (menor que 3,0) justificando o início da perda de brilho aparente e índices de manchas escuras, que neste caso são caracterizados ainda como adequados para a comercialização. Alves et al. (15) avaliando hortaliças minimamente processadas sob diferentes recobrimentos comestíveis também constataram boa aparência e a ausência de escurecimento externo ao final dos 15 dias de armazenamento.

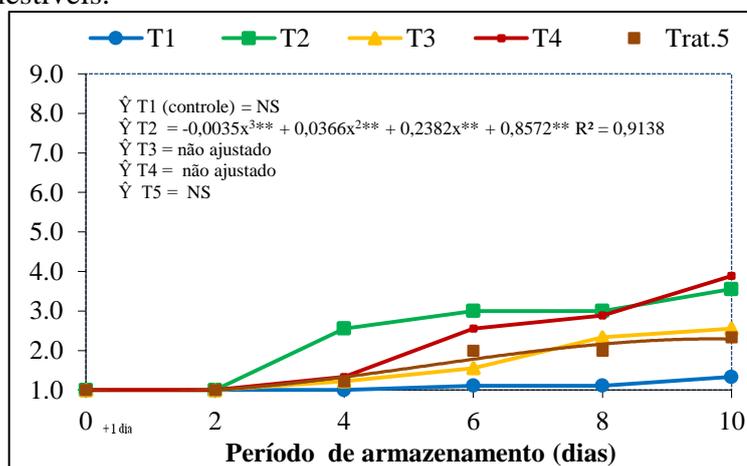
Figura 2. Escurecimento externo em melão amarelo minimamente processado submetido a diferentes recobrimentos comestíveis.



Onde: T1 (controle = sem recobrimento); T2 (cloreto de cálcio 1%); T3 (amido de inhame 2% + glicerol 2%); T4 (fécula de mandioca 2% + glicerol 2%); T5 (quitosana 2% + glicerol 2%).

Enquanto na Figura 3, repara-se que para todos os tratamentos aplicados os melões apresentaram um aumento no grau de enrugamento ao longo de 10 dias de armazenamento. Os que foram submetidos ao T1 (controle = sem recobrimento) praticamente não apresentaram oscilações, mantendo-se constante durante todo o período, enquanto que para os submetidos aos T4 e T2 (fécula de mandioca 2% + glicerol 2%) e (cloreto de cálcio 1%) respectivamente, apresentaram maior média ao final dos 10 dias (superior a 3,0) comprometendo a qualidade e conseqüentemente a comercialização.

Figura 3. Enrugamento em melão amarelo minimamente processado submetido a diferentes recobrimentos comestíveis.

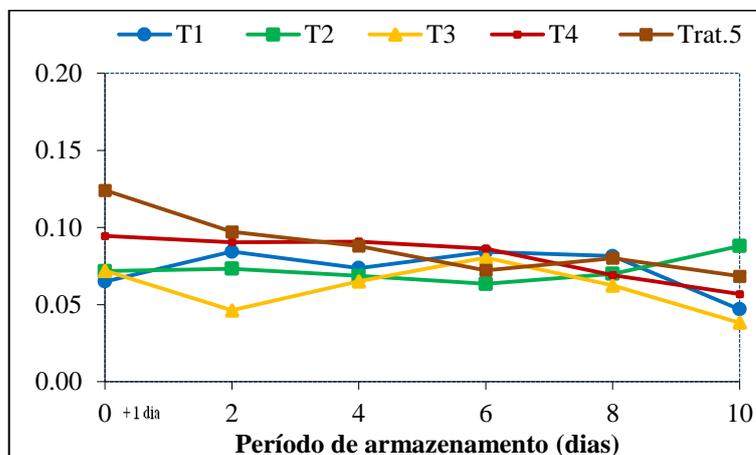


Onde: T1 (controle = sem recobrimento); T2 (cloreto de cálcio 1%); T3 (amido de inhame 2% + glicerol 2%); T4 (fécula de mandioca 2% + glicerol 2%); T5 (quitosana 2% + glicerol 2%).

De acordo com a Figura 4, os resultados de clorofila apresentaram oscilações, com redução ao final do período de armazenamento, com exceção do T2 (cloreto de cálcio a 1%), que apresentou um valor de 0,088 mg.100g⁻¹, diferente dos demais tratamentos apresentou tendência de aumento a partir do 6º dia, com pouca variação ao longo dos 10

dias, enquanto que o T3 (amido de inhame 2% + glicerol 2%) apresentou oscilações e menor conteúdo de clorofila ao final do armazenamento.

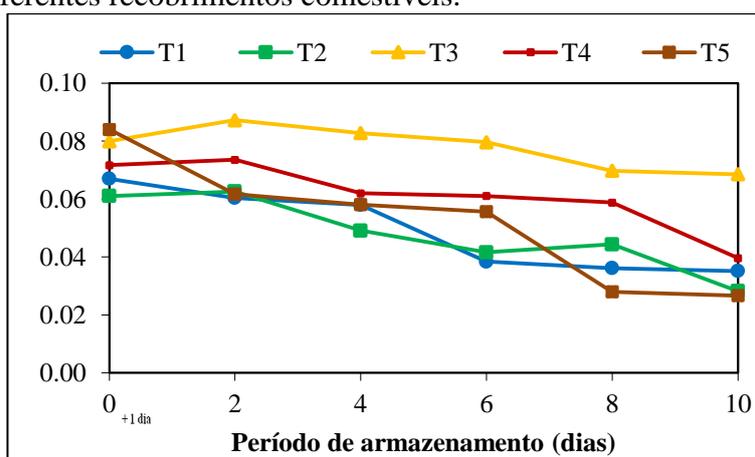
Figura 4. Clorofila total (mg.100g⁻¹) em melão amarelo minimamente processado submetido a diferentes recobrimentos comestíveis.



Onde: T1 (controle = sem recobrimento); T2 (cloreto de cálcio 1%); T3 (amido de inhame 2% + glicerol 2%); T4 (fécula de mandioca 2% + glicerol 2%); T5 (quitosana 2% + glicerol 2%).

Quanto aos carotenoides (Figura 5), o tratamento T3 (amido de inhame 2% + glicerol 2%) obteve os maiores teores, tendendo a declínio a partir do 2º dia de armazenamento. Sabe-se que o conteúdo de carotenoides pode ser afetado por uma série de fatores tais como: grau de maturação, tipo de solo, condições de cultivo, condições climáticas, variedade vegetal, parte da planta consumida, efeito dos agrotóxicos, exposição à luz solar, condições de processamento, estocagem, extração e análise (16).

Figura 5. Carotenoides (mg.100 g⁻¹) em melão amarelo minimamente processado submetido a diferentes recobrimentos comestíveis.

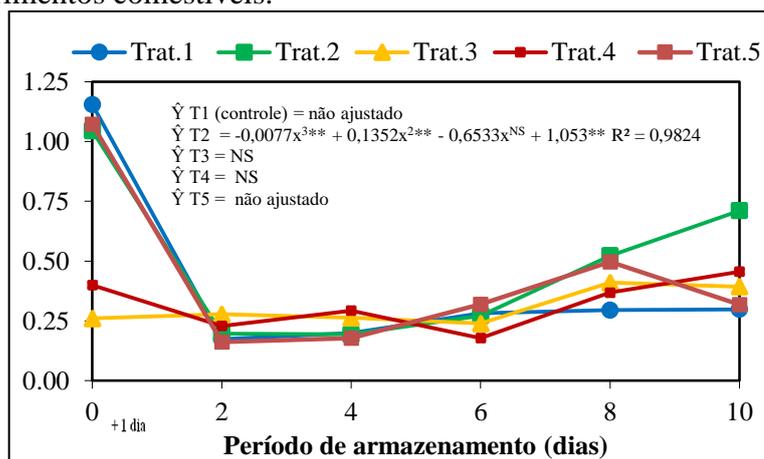


Onde: T1 (controle = sem recobrimento); T2 (cloreto de cálcio 1%); T3 (amido de inhame 2% + glicerol 2%); T4 (fécula de mandioca 2% + glicerol 2%); T5 (quitosana 2% + glicerol 2%).

De acordo com a (Figura 6), o tratamento T3 (amido de inhame a 2% + glicerol 2%) foi eficiente na manutenção do teor de flavonoides durante o armazenamento, sem variações bruscas em seu conteúdo médio, diferente dos demais tratamentos que apresentaram oscilações significativas. O tratamento T4 (fécula de mandioca 2% + glicerol 2%) apresentou um teor de flavonoides maior em relação aos demais, com valor médio de $0,768 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, semelhante aos resultados apresentados por Barreto (17) para o melão amarelo em sua pesquisa, que variaram entre $0,52$ e $1,32 \text{ mg} \cdot 100^{-1}\text{g}$ em condições normais.

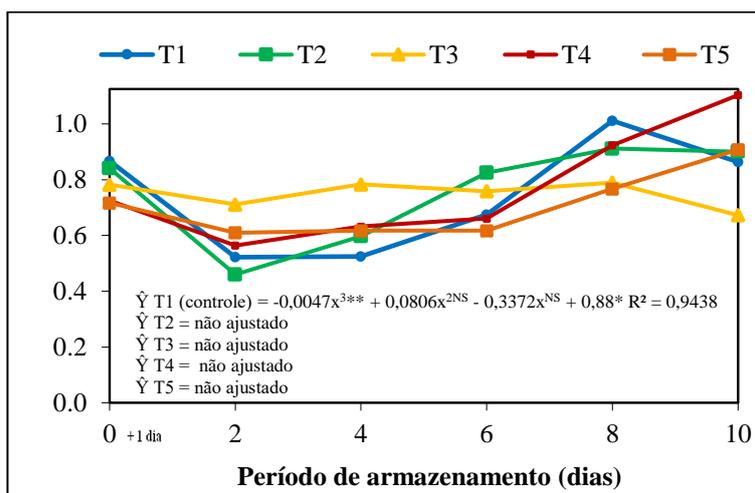
No início do armazenamento os teores de antocianinas caíram significativamente a partir do 2º dia para os tratamentos T1 (controle = sem recobrimento), T2 (cloreto de cálcio 1%) e T5 (quitosana 2% + glicerol 2%) (Figura 7), mantendo-se com poucas variações até 6º dia, mostrando que ao longo do processo reações oxidativas podem ter afetado seus teores. Para o tratamento T3 (amido de inhame 2% + glicerol 2%) teor de antocianinas totais permaneceu estável ao longo do período de armazenamento, revelando assim a eficácia desse recobrimento no melão minimamente processado. Alves et al. (18) avaliando melão “Cantaloupe” minimamente processado sob diferentes recobrimentos comestíveis, observou que os maiores teores de antocianinas se encontraram nos tratamentos onde os melões foram recobertos com amido de inhame.

Figura 6. Flavonoides ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) em melão amarelo minimamente processado submetido a diferentes recobrimentos comestíveis.



Onde: T1 (controle = sem recobrimento); T2 (cloreto de cálcio 1%); T3 (amido de inhame 2% + glicerol 2%); T4 (fécula de mandioca 2% + glicerol 2%); T5 (quitosana 2% + glicerol 2%).

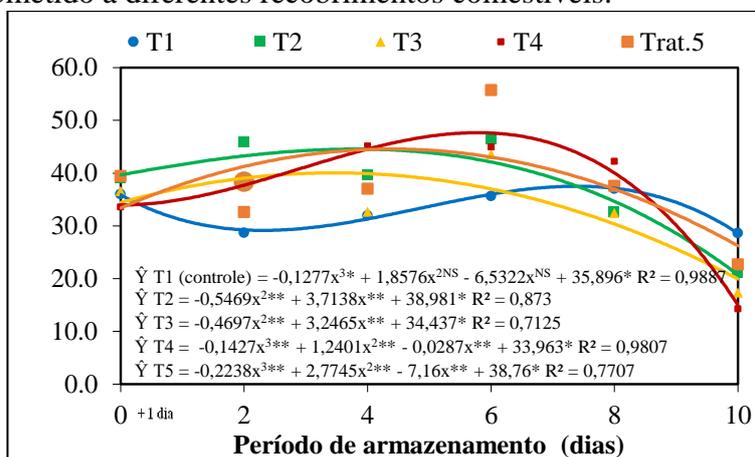
Figura 7. Antocianinas ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) em melão amarelo minimamente processado submetido a diferentes recobrimentos comestíveis.



Onde: T1 (controle = sem recobrimento); T2 (cloreto de cálcio 1%); T3 (amido de inhame 2% + glicerol 2%); T4 (fécula de mandioca 2% + glicerol 2%); T5 (quitosana 2% + glicerol 2%).

Para os compostos fenólicos, observa-se na Figura 8 que as contrações variaram em função dos períodos de avaliação e a partir do 8º dia de armazenamento todos os tratamentos apresentaram declínio, sendo mais significativo para o tratamento T4 (fécula de mandioca 2% + glicerol 2%). Segundo Miguel (19), valores médios iniciais de compostos fenólicos entre 36,0 a 51,0 mg.100⁻¹g foram encontrados na polpa de melão amarelo minimamente processado em função do uso de película comestível de cloreto de cálcio e ácido ascórbico.

Figura 8. Compostos Fenólicos (mg.100⁻¹g) (C) em melão amarelo minimamente processado submetido a diferentes recobrimentos comestíveis.



CONCLUSÕES

A aparência geral dos melões minimamente processados sob diferentes recobrimentos obteve resultados satisfatórios quanto a vida útil comercial no período de 10 dias de armazenamento, não havendo indícios de incidência fúngica durante os dias de observação. Para os demais parâmetros analisados, o tratamento T3 (amido de inhame 2% + glicerol 2%) destacou-se em melhores resultados quando comparado com os demais

tratamentos, devido principalmente a eficiência na manutenção dos conteúdos dos compostos bioativos de flavonoides e antocianinas.

REFERÊNCIAS

1. AZEREDO, H. M. C. Fundamentos de estabilidade de alimentos. Fortaleza, CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2017.
2. COSTA, N. D. (Ed.) A cultura do melão. 3 ed. rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa, 2017. (Coleção Plantar, 76).
3. SILVA, E. O.; PINTO, P. M.; JACOMINO, A. P.; SILVA, L. T. Processamento Mínimo de Produtos Hortifrutícolas. Embrapa Agroindústria Tropical Fortaleza, CE 2011.
4. LOPES, S. A.; PASSOS, A. A. C.; MORAES, G. M. D. Avaliação Físico-Química de Melão Cucumis melo L. (Cv.espanhol) Minimamente Processado Armazenado Sob Refrigeração em Diferentes Tipos de Embalagens. Anais do VII CONNEPI, Palmas, 2012.
5. FREDDO, A.R.; CECHIN, F.E.; MAZARO, S.M. Conservation of post-harvest leaves of green onion (*Allium fistulosum* L.) with the use of salicylic acid solution. Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science, Guarapuava, v.6. n.3, p. 87-93, 2013.
6. KLUGE, R.A.; GEERDINK, G.M.; TEZOTTOULIANA, J.V.; GUASSI, S.A.D.; ZORZETO, T.Q.; SASAKI, F.F.C.; MELLO, S. C. Qualidade de pimentões amarelos minimamente processados tratados com antioxidantes. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v.35, n.2, p.801-812, 2014.
7. LUVIELMO, M. M.; LAMAS, S. V. Revestimentos comestíveis em frutas. Estudos Tecnológicos em Engenharia, v. 8, n. 1, p. 8-15, 2012.
8. BALDWIN, ELIZABETH A.; HAGENMAIER, ROBERT; BAI, Jinhe (Ed.). Edible coatings and films to improve food quality. CRC Press, 2011.
9. HUANG, HANHAN., JIANG, Q., CHEN, Y., LI, X., MAO, X., CHEN, X., Gao, W. Preparation, physico-chemical characterization and biological activities of two modified starches from yam (*Dioscorea Opposita* Thunb.). Food Hydrocolloids, v. 55, p. 244-253, 2016.
10. MOREIRA, S.P. Avaliação da qualidade e segurança de melão minimamente processado revestido em matriz de quitosana adicionada de compostos bioativos microencapsulados extraídos de subprodutos da acerola. Fortaleza, 2014. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.
11. LICHTENTHALER, H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigment photosynthetic biomembranes. Methods Enzymol., San Diego, v.148, p. 362-385, 1987.

12. Francis FJ. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.), Anthocyanins as food colors. New York: Academic Press, p.181 – 207, 1982.
13. WATERHOUSE, A. Oxidation of wine phenolics: a critical evaluation and hypotheses. American Journal of Enology and Viticulture, Davis, v. 57, p. 356-357, 2006.
14. GOMES JÚNIOR, J.; ARAUJO NETO, S.E.; MENEZES, J.B.; SIMÕES, A.N.; SILVA, G.G. Caracterização pós-colheita de melão “Piel de Sapo”, genótipo Imara, sob condições ambientes. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.22, n. 1. p. 32-36. 2001.
15. ALVES, M. J. S.; SILVA, R. S.; SILVA, A. K.; GOMES, J. S.; SANTOS, A. F.; LOPES, M. F. Avaliação não destrutiva em hortaliças sob recobrimento comestível. in: iv encontro nacional da agroindústria, 2018, João Pessoa. Anais eletrônicos. Campinas, Galoá, 2018.
16. SILVA, D. F. P.; CREMASCO, J, P, G.; MATIAS, R. G. P.; SILVA, J. O. C. Bruckner. Degradação de antioxidantes e sólidos solúveis em polpa de pêsego. Magistra. 26, 343 1136-1140, 2014.
17. BARRETO, N. D. S. Qualidade compostos bioativos e capacidade antioxidante de frutos híbridos comerciais de meloeiro cultivados no CE e RN. Mossoró, 185 p, 2011.
18. ALVES, A. M. A., SANTOS, A. F., MORAIS, E. F. F., PESSOA, R. I.; SILVA, R. S. Storage of minimally processed 'Cantaloupe' melons with edible coatings. Research, Society and Development, 9 (7), 2020. e394972796, 10.33448/rsd-v9i7.2796.
19. MIGUEL, A.C.A. Uso de película comestível, cloreto de cálcio e ácido ascórbico para a conservação do melão ‘Amarelo’ minimamente processado. Piracicaba, 2008. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-17>

Capítulo 17

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE GRÃOS DE CAFEIROS ENXERTADOS EM APOATÃ IAC 2258

Paula Cristina da Silva Souza¹; Adriana Novais Martins²; Patrícia Helena Nogueira Turco³; Humberto Sampaio de Araújo⁴; Eduardo Suguino⁵; Ricardo Firetti⁶

¹Estudante do curso de Engenharia Agrônoma, Universidade de Marília – UNIMAR, Marília, SP; E-mail: paulasilvasouza@outlook.com (Bolsista de Iniciação Científica do Consórcio Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras);² Pesquisadora, Dra., APTA Regional/SAA, Marília, SP; E-mail: adriana.martins@sp.gov.br;³ Pesquisadora, Dra., APTA Regional/SAA, Campinas, SP; E-mail: pturco@sp.gov.br;⁴ Pesquisador, Dr., APTA Regional/SAA, Andradina, SP; E-mail: humberto.araujo@sp.gov.br ;⁵ Pesquisador, Dr., IAC – Centro de Cana/SAA, Ribeirão Preto, SP; E-mail: eduardo.suguino@sp.gov.br ;⁶ Pesquisador, Dr., APTA Regional/SAA, Presidente Prudente, SP; E-mail: rfiretti@sp.gov.br

Resumo

A enxertia de cultivares de *Coffea arabica* L sobre *Coffea canephora* Pierre ex Froehn é uma alternativa para viabilizar o cultivo de cafeeiros em áreas infestadas com nematoides. Entretanto, essa técnica também promove melhor desenvolvimento do sistema radicular das plantas, refletindo no crescimento da parte aérea e na eficiência na absorção de nutrientes do solo. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da enxertia de *Coffea arabica* L em *Coffea canephora* Pierre ex Froehn, cv. Apoatã IAC 2258, sobre a renda e o tamanho dos grãos de diferentes cultivares, nas três primeiras safras. O experimento foi implantado em 2014, na Fazenda Recreio, Vera Cruz, SP. Foram avaliados as cultivares Obatã 1669-20, IAC 125 RN e IPR 100, enxertadas em Apoatã IAC 2258 e seus respectivos pés francos, utilizando-se delineamento experimental de blocos ao acaso, em um esquema fatorial (2 x 3), sendo dois tipos de plantas (enxertada e pé franco) e três diferentes cultivares de café. Os resultados mostraram que a enxertia pode influenciar positiva ou negativamente a qualidade física dos grãos de café, dependendo da cultivar usada como enxerto. A cultivar IPR 100 apresentou o melhor desempenho com relação à renda do café quando em pé franco e grãos maiores nas três safras avaliadas, tanto enxertada como em pé franco. A cultivar IAC 125 RN apresentou os piores resultados para a renda, independente do processo de enxertia. A cultivar Obatã 1669-20 apresentou o pior resultado em termos de tamanho de grãos quando enxertada em Apoatã IAC 2258.

Palavras-chave: *Coffea arabica* L; *Coffea canephora* Pierre ex Froehn; porta enxerto

INTRODUÇÃO

A enxertia do cafeeiro no Brasil teve início em 1936, no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), na seleção de espécies, variedades e algumas mutações somáticas, no processo de melhoramento genético. Essa técnica foi difundida com a principal finalidade de utilizar o sistema radicular do *Coffea canephora* Pierre ex Froehn no controle de danos causados por fitonematóides em cultivares de *Coffea arabica* L. Entretanto, além disso, a

enxertia pode promover maior desenvolvimento tanto do sistema radicular, como da parte aérea das plantas, com melhor eficiência na absorção dos nutrientes presentes na solução do solo (1) (2), além de estar relacionada à defesa de cultivares suscetíveis à doenças quando enxertadas em porta enxertos tolerantes, principalmente no caso da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) (3).

A enxertia também está relacionada à maior tolerância das plantas à seca. O uso de porta enxertos tolerantes promovem incremento de ácido abscísico (ABA) na parte aérea (enxerto) de cafeeiros, diminuindo os danos oxidativos causados pelo déficit hídrico em *Coffea canephora* (4).

Estudos têm demonstrado que a resistência dos porta enxertos aos fitonematóides proporciona aos cafeeiros enxertados desempenho agrônômico semelhante ou mesmo melhor aos respectivos pés francos em área infestadas (5) (6) (1) (7) (8) (9).

Entretanto são poucos os trabalhos que avaliam o efeito da enxertia na qualidade dos grãos de café. Em trabalho realizado com cultivares de *Coffea arabica* L. enxertadas em *Coffea canephora* Pierre ex Froehn, cv. Apoatã IAC 2258, demonstrou-se que as características relacionadas aos frutos, como tamanho de grãos e maturação, produzidos pelas plantas enxertadas foram afetadas significativamente quando comparadas com os respectivos pés francos (7).

A qualidade dos grãos de cafeeiros enxertados em Apoatã IAC 2258 melhorou significativamente em termos de características físicas, principalmente em relação ao tamanho dos grãos (10).

Esse trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da enxertia sobre a renda e o tamanho dos grãos de diferentes cultivares de *Coffea arabica* L. enxertadas em *Coffea canephora* Pierre ex Froehn, cv. Apoatã IAC 2258.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Recreio, município de Vera Cruz, SP. O plantio foi realizado em abril de 2014, no espaçamento de 0,65 m entre plantas e 3,3 m entre linhas, em lavoura irrigada por gotejamento. Foram avaliados cafeeiros das cultivares Obatã 1669-20, IAC 125 RN e IPR 100, enxertadas em Apoatã IAC 2258 e seus respectivos pés francos.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, em um esquema fatorial (2 x 3), sendo os fatores: 2 tipos de plantas (enxertada e pé franco) e três diferentes cultivares de café (Obatã 1669-20, IAC 125 RN e IPR 100), sendo cada tratamento representado por 3 repetições de 60 plantas em fileiras duplas.

Os frutos foram colhidos de acordo com o ciclo de maturação de cada cultivar (IAC 125 RN – precoce; Obatã 1669-20 e IPR 100 – tardios) e a secagem feita em terreiro suspenso. Após a secagem, os frutos foram beneficiados e as amostras preparadas para as avaliações.

No caso da renda, foi retirada uma amostra de 300 gramas de café em coco seco (11% de umidade) a qual foi beneficiada e o resultado expresso como a relação entre quilogramas de café em coco/ quilogramas de café beneficiado (kg.kg^{-1}).

Outra amostra contendo 300 gramas de grãos beneficiados foi classificada em jogo de peneiras, separando-os de acordo com o tamanho. As peneiras têm crivos com diversas medidas, representadas por frações de 1/64 de polegada, sendo que o número da peneira corresponde ao numerador da fração, ou seja, quando se refere à peneira 16, significa que o crivo tem 16/64 de polegada.

Foram avaliadas as três primeiras safras (2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018), comparando a renda e o tamanho dos grãos beneficiados. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o software estatístico SISVAR (11).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com exceção a 2016/2017 nas demais safras não houve interação significativa da enxertia nas diferentes cultivares avaliadas. Nas safras 2015/2016 e 2017/2018 houve diferenças de renda e tamanho de grãos entre as cultivares avaliadas.

A Tabela 1 mostra que a cultivar IAC 125 RN possui resultados inferiores e significativos quando comparada aos outros materiais genéticos, independentemente de as plantas terem se originado de enxertia ou pés francos. Lembrando que a ‘renda’ dos grãos de café indica a proporção de café seco em coco em relação aos grãos beneficiados, ou seja, a quantidade de café em coco necessária para obtenção de um quilograma de café beneficiado.

Quanto menor a proporção, melhor é o rendimento dos frutos. De acordo com (12) uma proporção razoável entre o café em coco e o café beneficiado seria de 2:1.

Entretanto, nos testes de classificação realizados, a cultivar IPR 100 apresentou os melhores resultados para as peneiras menor que 16 ($P < 16, \%$) e peneira 16 e acima ($P \geq 16, \%$) nas duas safras analisadas.

Tabela 1 - Valores médios de renda (kg.kg^{-1}), peneira menor que 16 ($P < 16, \%$) e peneira 16 e acima ($P \geq 16, \%$), das cultivares Obatã 1669-20, IAC 125 RN e IPR 100, safras 2015/2016 e 2017/2018. Fazenda Recreio, Vera Cruz, SP.

Cultivar	Safra 2015/2016	Safra 2017/2018
	Renda (kg.kg^{-1})	
Obatã 1669-20	1,88 b	2,16 b
IAC 125 RN	2,10 a	2,50 a
IPR 100	1,83 b	2,33 ab
F	6,01**	8,33**
CV (%)	7,27	6,06
	P < 16 (%)	
Obatã 1669-20	13,18 ^{ns}	16,51 ^{ns}
IAC 125 RN	13,55	16,53
IPR 100	8,13	10,35
F	2,27 ^{ns}	3,59 ^{ns}
CV (%)	42,26	31,83
	P ≥ 16 (%)	
Obatã 1669-20	86,81 ^{ns}	83,48 ^{ns}
IAC 125 RN	86,45	83,43
IPR 100	91,86	89,65
F	2,27 ^{ns}	3,59 ^{ns}
CV (%)	5,56	5,38

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na vertical diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade; ** – significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F; ^{ns} – não significativo

No caso da safra 2016/2017, os resultados obtidos apontaram para interações significativas.

Aa Tabela 2 mostra que houve diferença significativa entre as cultivares. A cultivar IPR 100 apresentou a menor proporção entre os pés francos; também manteve o mesmo direcionamento entre as plantas enxertadas, entretanto sem diferença significativa para o Obatã 1669-20. Quando a comparação é feita dentro de cada cultivar, Obatã 1669-20 não apresentou diferença entre as plantas enxertadas e pés francos. De acordo com (13) o processo de enxertia de *C. arabica* em *C. canephora* provoca uma diminuição da taxa de crescimento do enxerto, dependendo da cultivar utilizada; isso pode explicar uma deficiência de granação em algumas cultivares.

O tamanho dos grãos foi afetado pela enxertia apenas na cultivar Obatã 1669-20 (Tabelas 3 e 4), na safra 2016/2017. Observa-se um percentual baixo de grãos pequenos nesta cultivar nas plantas não enxertadas (7,10%) quando comparado com as plantas enxertadas (19,60%), significando um melhor processo de granação nas plantas pés francos. Essa diferença não foi observada nas outras cultivares.

Tabela 2 - Desdobramento da interação cultivar dentro de cada tipo de muda para renda (kg.kg^{-1}), safra de 2016/2017. Fazenda Recreio, Vera Cruz, SP.

Tratamento	Obatã 1669-20	IAC 125 RN	IPR 100
Não Enxertado	2,06 Ba	2,36 Aa	1,90 Cb
Enxertado	2,06 Ba	2,26 Ab	2,03 Ba
F		6,85**	
CV (%)		2,59	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ** – significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F

Diversas cultivares de *Coffea arabica* enxertados sobre *C. canephora*, cv Apoatã IAC 2258 foram avaliadas e os autores observaram redução no percentual de peneira 17, mas apenas os cafeeiros enxertados das cultivares IBC Palma II e Paraíso MG H 419-1 tiveram redução, em detrimento aos auto enxertados e de pé franco (7).

Tabela 3 -Desdobramento da interação cultivar dentro de cada tipo de muda para grãos de peneira menor que 16 ($P < 16, \%$), safra de 2016/2017. Fazenda Recreio, Vera Cruz, SP.

Tratamento	Obatã 1669-20	IAC 125 RN	IPR 100
Não Enxertado	7,10 Bb	13,97 Aa	7,67 Ba
Enxertado	19,60 Aa	11,00 Ba	8,93 Ba
F		21,76**	
CV (%)		18,44	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ** – significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F

Tabela 4 -Desdobramento da interação cultivar dentro de cada tipo de muda para grãos de peneira 16 e acima ($P \geq 16, \%$), safra 2016/2017. Fazenda Recreio, Vera Cruz, SP.

Tratamento	Obatã 1669-20	IAC 125 RN	IPR 100
Não Enxertado	92,92 Aa	86,03 Ba	92,33 Aa
Enxertado	80,40 Bb	89,00 Aa	91,06 Aa
F		21,77**	
CV (%)		2,37	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ** – significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F

Observando os resultados entre as cultivares, conclui-se que nessa safra, as cultivares IPR 100 e Obatã 1669-20 apresentaram granação superior (92,33% e 92,92% de grãos peneira 16 e acima, respectivamente), quando comparada a cultivar IAC 125 RN (86,03% de grãos peneira 16 e acima), nas plantas em pé franco.

Entre as enxertadas, observou-se uma superioridade das cultivares IPR 100 e IAC 125 RN com 91,06% e 89,00% de grãos peneira 16 e acima, respectivamente.

Plantas enxertadas da cultivar IAC 045125 sobre a cultivar Apoatã IAC 2258 apresentaram grãos maiores do que em pé franco; entretanto os autores afirmam que fica evidente que as respostas à enxertia são dependentes tanto da cultivar quanto do ambiente em estudo (10). Esses resultados discordam dos encontrados por (14) que avaliaram diversas cultivares enxertadas em Apoatã IAC 2258 e observaram que plantas oriundas da enxertia apresentaram menor quantidade de grãos graúdos, concluindo que o porta-enxerto Apoatã IAC 2258, associado ao processo da enxertia podem causar comportamentos distintos nas cultivares de *C arabica*, podendo afetar negativa ou positivamente no tamanho final dos grãos

CONCLUSÕES

A enxertia de *C. arabica* em *C. canephora*, cv Apoatã IAC 2258, pode influenciar positiva ou negativamente a qualidade física dos grãos de café, dependendo da cultivar usada como enxerto. No caso da renda, a cultivar IPR 100 apresentou desempenho superior às demais quando em pé franco; já a cultivar IAC 125 RN teve o pior desempenho, independente do processo de enxertia. A cultivar IPR 100 apresentou grãos maiores nas três safras avaliadas tanto enxertada como em pé franco. A cultivar Obatã 1669-20 apresentou o pior resultado em termos de tamanho de grãos quando enxertada em Apoatã IAC 2258.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Sr. Antônio do Amaral Pérez, proprietário da Fazenda Recreio, no município de Vera Cruz, SP, pela disponibilização da área para instalação do experimento além do provimento das condições necessários para sua manutenção, e ao Consórcio Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras pela concessão da bolsa de Iniciação Científica à primeira autora.

REFERÊNCIAS

1. FERREIRA, A.D.; CARVALHO, A.M.; MENDES, A.N.G.; CARVALHO, G.R.; BOTELHO, C.E.; CARVALHO, J.G. Absorção, translocação e eficiência no uso dos

- macronutrientes em cafeeiros (*Coffea arabica*) enxertados em Apoatã IAC 2258 (*Coffea canephora*). Interciência.2010; 35 (11): 818-822.
2. FAHL, J.I.; CARELLI, M.L.C.; GALLO, P.B.; COSTA, W.M.; NOVO, M.C.S.S. Enxertia de *Coffea arabica* sobre progênies de *C. canephora* e *C. congestis*, no crescimento, nutrição mineral e produção. *Bragantia*. 1998; 57 (2): 297-312.
 3. COUTTOLENC-BRENIS, E.; CARRIÓN, G.; VILLAIN, L.; ORTEGA-ESCALONA, F.; MATA-ROSAS, M.; MÉNDEZ-BRAVO, A. Defense response to *Hemileia vastatrix* in susceptible grafts onto resistant rootstock of *Coffea arabica* L. *Agronomy*. 2021; 11 (8): 1621-1638.
 4. SILVA, V.A.; PRADO, F.M.; ANTUNES, W.C.; PAIVA, R.M.C.; FERRÃO, M.A.G.; ANDRADE, A.C.; DI MASCIO, P.; LOUREIRO, M.E.; DAMATTA, F.M.; ALMEIDA, A.M. Reciprocal grafting between clones with contrasting drought tolerance suggests a key role of abscisic acid in coffee acclimation to drought stress. *Plant Growth Regulation*. 2018; 85: 221-229.
 5. BARBOSA, D.H.S.G.; VIEIRA, H.D.; RODRIGUES, W.P.; RODRIGUES FILHO, J.C.; BARROSO, D.G.; SILVA, T.R.C. Efeito da enxertia e do nematoide *Meloidogyne exigua* sobre o crescimento radicular e a produtividade de cafeeiros. *Coffee Science*, 2014; 9 (4): 427-434.
 6. DIAS, F.P.; CARVALHO, A.M. de; MENDES, A.N.G.; VALLONE, H.S.; CARVALHO, G.R. Produção de cafeeiros *Coffea arabica* L. pés-francos auto-enxertados e enxertados em Apoatã IAC 2258. *Ciência e Agrotecnologia*. 2009; 33 (2): 484-487.
 7. PAIVA, R.F.; MENDES, A.N.G.; CARVALHO, G.R.; REZENDE, J.C.; FERREIRA, A.D.; CARVALHO, A.M. Comportamento de cultivares de cafeeiros *C. arabica* L. enxertados sobre cultivar ‘Apoatã IAC 2258’ (*Coffea canephora*). *Ciência Rural*. 2012; 42 (7): 1155-1160.
 8. LÓPEZ-GARCIA, F.J.; CRUZ-CASTILLO, J.G. Yield of *Coffea arabica* grafted on to *Coffea canephora* in soils infested with nematodes in Mexico. *Coffee Science*. 2019; 14(3): 308 – 314.
 9. MYERS, R.; KAWABATA, A.; CHO, A.; NAKAMOTO, S.T. Grafted coffee increases yield and survivability. *HortTechnology*. 2020; 30(3): 428-432.
 10. SAATH, R.; GIOMO, G.S.; LOBATO, M.T.V.; SILVAROLLA, M.B.; PIMENTO, E.C.B.; OLIVEIRA, L.A. Qualidade de grãos de cafeeiros enxertados. *Anais... Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 9, 2015. Curitiba, 5 p. 2015*. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/4216>>. Acesso em: 4 jun.2021.
 11. FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*. 2011; 35(6): 1039-1042.

12. MEDINA FILHO, H.P.; BORDIGNON, R. Rendimento Intrínseco: um critério adicional para selecionar cafeeiros mais rentáveis. *O Agrônomo*. 2003; 55(2): 24-26.
13. EVIZAL, R.; SUGIATNO, S.; UTOMO, S.D.; PUJISISWANTO, H.; WIDAGDO, S.; PRASMATIWI, F.E.; STIAWAN, A.D. Growth performance of mature trees resulted from intra and inter-specific grafting on Robusta coffee. *Planta Tropika: Journal Agrosains (Journal of Agro Science)*. 2018;6 (2): 77-83.
14. PASQUALOTTO, A.T.; REZENDE, R.M.; CARVALHO, A.M.; VILELA, D.J.M.; FERREIRA, A.D.; MENDES, A.N.G.; MELO D.D.; SOUZA, S.R. Performance agrônômica de cultivares de cafeeiro enxertadas em Apatã IAC 2258. *Anais... Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil*, 8, 2013. Salvador, 6 p. 2013. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/3483>>. Acesso em: 4 jun.2021.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-18>

Capítulo 18

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA, BÍOQUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA PITAYA VERMELHA (*Hylocereus costaricensis*) MINIMAMENTE PROCESSADA ARMAZENADA SOB REFRIGERAÇÃO

**Juliana Audi Giannoni¹, Kely Braga Imamura² Pedro Henrique Silva De Rossi³,
Vanessa Bento Da Silva⁴, Sheila Satiko Yani⁴, Claudia Dorta¹, Monise de Souza
Coelho⁴.**

¹Docente/pesquisador do Depto de Tecnologia em Alimentos – Faculdade de Tecnologia em Alimentos- FATEC/Marília/SP. E-mail: jaudigiannoni@gmail.com,

²Docente/coordenador – Faculdade Unyleya-Brasília, DF. E-mail: kely.imamura@hotmail.com, ³Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos – Faculdade de Tecnologia em Alimentos- FATEC/Marília/SP. E-mail: pps.2010.ph@gmail.com, Tecnólogas em Alimentos FATEC/Marília/SP. E-mail: vanessa.bentosilva@yahoo.com

RESUMO: A partir do processamento mínimo notou-se um aumento no consumo de frutas e hortaliças devido à praticidade de serem prontas para o consumo. Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi à caracterização física, química, bioquímica e microbiológica da pitaya vermelha (*Hylocereus costaricensis*) minimamente processada armazenada sob refrigeração. As frutas foram obtidas de uma propriedade localizada na cidade de Marília/SP, em seguida transportadas para o Laboratório de Físico-Química da FATEC/Marília. As pitayas passaram pelas etapas do processamento mínimo e após foram armazenadas a 5°C durante 12 dias. Os parâmetros físicos e químicos foram avaliados a cada 3 dias durante 12 dias e os bioquímicos nos dias 0, 9 e 12, na polpa congelada em freezer a -80°C. As análises microbiológicas foram realizadas com 0 e 12 dias de armazenamento. Os valores de pH, não apresentaram diferenças estatísticas durante o período de armazenamento, já a acidez titulável (AT) e os sólidos solúveis (SS) demonstraram variação estatística com o decorrer do armazenamento ($p < 0,05$), verificando-se que os teores de SS aumentaram e AT diminuíram. Para os teores de vitamina C e pectinas totais e solúveis não foram verificadas diferenças estatísticas ($p > 0,05$) ao longo do armazenamento. Em relação as análises microbiológicas, a pitaya minimamente processada se encontrou dentro dos limites estabelecidos pela legislação. As etapas do processamento mínimo foram conduzidas com boas práticas de fabricação baseando-se na ausência de micro-organismos obtidos ao longo do período de armazenamento. A vida útil da pitaya vermelha minimamente processada foi de 12 dias sob uma temperatura de 5°C.

Palavras-chave: características de qualidade; *dragon fruit*; *fresch-cut*; pós-colheita

INTRODUÇÃO

Os produtos minimamente processados são frutas ou hortaliças modificadas fisicamente, mas que mantêm o seu estado fresco. Assim, é um produto fresco que se tornou conveniente, com qualidade e segurança^{1,2,3}. O processamento mínimo de frutas e hortaliças é definido como sendo a operação que elimina as partes não comestíveis dos mesmos, como casca, talos e sementes, seguidas do preparo em tamanhos menores e prontos para o consumo imediato, mantendo a qualidade e garantia de sanidade⁴. As hortaliças e frutas minimamente processadas oferecem inúmeros benefícios como: redução do tempo de preparo da refeição, menor espaço para armazenagem, redução do desperdício e maior acesso a frutas e hortaliças³.

Os vegetais fornecem grande variedade de vitaminas, minerais e outros fitoquímicos, que são importantes para a saúde humana⁵. Dentre as frutas destaca-se a pitaya (*Hylocereus costaricensis*) que possui inúmeros efeitos benéficos à saúde humana. Seus benefícios estão relacionados ao conteúdo de compostos fenólicos e principalmente de betalainas, que além de apresentar potencial como fonte de pigmentos naturais para alimentos mostra-se com expressiva capacidade antioxidante². Além de sua fantástica beleza, sabor suave e refrescante, são atribuídas a fruta propriedades afrodisíacas, bem como suas sementes possuem efeito laxante, é eficaz no controle da gastrite e infecções nos rins e o fruto ainda apresenta a captina, que é considerado um tônico cardíaco⁶. No entanto, o fato desta fruta ser exótica faz com que seja ainda pouco conhecida, porém tornando-a minimamente processada está passa ser mais atrativa e seu consumo tende a aumentar.

Existem poucos estudos na área que caracterizem a pitaya, tanto físico-quimicamente, quanto bioquimicamente. A pitaya apresenta valores consideráveis de vitamina C e pectina⁷. A vitamina C é essencial para os organismos e as pectinas são importantes não só como fatores primários no processo de amolecimento, mas também devido a possível contribuição no metabolismo da célula⁸. O termo geral “pectina” (ou pectinas) designa os ácidos pectínicos solúveis em água que, com teor de metil éster e grau de neutralização variável, são capazes de formar géis com açúcar e ácido, sob condições favoráveis⁹. No decorrer do amadurecimento há transformação de protopectina em pectina e esta, por ação enzimática, sofre desmetilação e simplificação das cadeias, causando a solubilização até a degradação total, quando a fruta está muito madura¹⁰. Diante disto o objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização física, química, bioquímica e microbiológica da pitaya vermelha (*Hylocereus costaricensis*) minimamente processada armazenada durante 12 dias a 5°C.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos da pitaya vermelha (*Hylocereus costaricensis*) foram obtidos de uma propriedade do município de Marília/SP. No Laboratório de Físico-Química da Faculdade de Tecnologia de Marília/SP, as frutas foram higienizadas e processadas de acordo com as seguintes etapas: seleção, higienização (água e detergente neutro), sanitificação (200 ppm de hipoclorito/15min), descasque, retirada das esferas, drenagem, embalagem e Armazenamento 5°C/12 dias.

Todas as análises físicas e químicas foram determinadas segundo o estipulado pelo Instituto Adolfo Lutz¹¹. As análises físicas e químicas, incluindo pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), vitamina C e pectinas solúvel e total foram realizadas a cada 3 dias durante 12 dias. As análises microbiológicas foram realizadas segundo o Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos⁽¹²⁾. Foram determinadas a presença de

coliformes 30°C e a 45°C, *salmonella spp.*, *staphylococcus* coagulase positiva e bolores e leveduras. Para coliformes 30°C e a 45°C foi utilizada a técnica do Número Mais Provável (NMP). A contagem de *Staphylococcus coagulase* positivo (UFC.g⁻¹) foi realizada por espalhamento em superfície em meio ágar Baird-Parker, e para *Salmonella spp* foi utilizado o método ISO 6579:2007 (E).

Análises Microbiológicas

Determinação de Coliformes 35°C e a 45°C

Assepticamente, após homogeneização, 25g da amostra foi transferida para 225 mL de água peptonada tamponada e, a partir desta, foram preparadas diluições até 10⁻³. As amostras foram inoculadas em tubos contendo Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST), sendo 1 mL de cada diluição para 10 mL de caldo em cada tubo. Os tubos foram incubados a 35-37°C/24-48h. A partir dos tubos de LST que apresentaram produção de gás, foi transferida uma alçada de cada cultura para os tubos contendo Caldo Verde Brilhante Bile 2% (VB) e Caldo Escherichia coli (EC). Os tubos de VB seguiram para incubação a 35-37°C/24-48h, e os tubos de EC seguiram para incubação a 44-45°C/24-48h. Após o tempo de incubação, os tubos de VB com crescimento e formação de gás foram confirmativos para a presença de coliformes totais. Para a contagem de *Escherichia coli spp.*, de cada tubo de Caldo EC com produção de gás foi retirada uma alçada, esta alçada foi estriada em placas de meio Ágar Levine Eosina Azul de Metileno (L-EMB). As placas seguiram para inoculação a 35°C/24h. As colônias típicas (nucleadas com centro preto, com ou sem brilho metálico) foram estriadas em tubos com meio Ágar Padrão para Contagem (PCA) e incubadas a 35°C/24h. Os tubos PCA com crescimento de culturas puras foram transferidos para a série bioquímica Rugai com Lisina incubada a 35°C/24h. A confirmação de *E. coli* foi obtida através dos resultados da série bioquímica.

Análise de *Staphylococcus* coagulase positiva

Em ambiente asséptico, após homogeneização, uma unidade analítica de 25g da amostra foi transferida para 225 mL de água peptonada tamponada e, a partir desta, foram preparadas diluições até 10⁻³. As amostras foram inoculadas na superfície de placas de Ágar Baird-Parker (BP), previamente preparadas e solidificadas. Foi espalhado o inóculo com alça de Drigalski, das placas de maior diluição (10⁻³) para as placas de menor diluição (10⁻¹), até que todo o excesso fosse absorvido. As placas seguiram para incubação a 35-37°C/45-48h, invertidas em B.O.D. Após o tempo de incubação, as placas com presença de colônias típicas (colônias circulares, pretas ou cinzas escuras, com 2-3mm de diâmetro, lisas, convexas, com bordas perfeitas, massas de células esbranquiçadas nas bordas, rodeadas por uma zona e/ou halo transparente) foram selecionadas. Em seguida, as colônias foram transferidas para tubos com Caldo Infusão Cérebro Coração (BHI), e incubadas a 35-37°C/18-24h. Para a confirmação de *Staphylococcus aureus* foram realizados os testes de coagulase e catalase, e incubação em placa Petrifilm (3M).

Análise de *Salmonella spp.*

Em ambiente asséptico, após homogeneização, 25g da amostra foi transferida para 225 mL de água peptonada tamponada que seguiu para incubação a 37°C/18h. A partir desta, foram preparadas diluições até 10⁻³. As diluições foram transferidas para tubos contendo Caldo Tetrionato Muller Kauffmann Novobiocina (MKTTn) e tubos com Caldo Selenito-Cistina (SC); sendo 0,1 mL de diluição para 1mL de caldo (MKTTn) e 1 mL de diluição para 10 mL de caldo (SC); que seguiram para incubação a 37°C/24h. De cada cultura foi estriada uma alçada para os meios diferenciais Ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD), Ágar Bismuto Sulfito (BS) e *Salmonella Shigella* Ágar (SSA) seguidos de incubação em placas invertidas a 37°C/24h. Com a detecção das colônias típicas, foi estriada uma alçada destas colônias e transferida para placas com meio Ágar Nutriente (NA) para purificação. As placas foram incubadas invertidas a 37°C/24h. Após a incubação, foram selecionadas colônias isoladas para os testes de confirmação. A confirmação de *Salmonella* foi obtida por meio do teste de série bioquímica Rugai com Lisina.

Análise de Bolores e Leveduras

Para as análises de bolores e levedura utilizou-se a contagem de padrão em placas, Em ambiente asséptico, após homogeneização, 25g da amostra foi transferida para 225 mL de água peptonada tamponada que seguiu para incubação a 37°C/18h. A partir desta, foram preparadas diluições até 10⁻³. 1mL de cada diluição foi inoculado nas placas de Petri estéreis assim como 0,2 mL de ácido tartárico, em seguida verteu-se 20 mL do meio de cultura Ágar Batata Dextrose em cada placa inoculada, misturou-se o meio com inóculo com movimentos em forma de 8 suavemente para evitar bolhas, assim que o meio solidificou as placas foram incubadas em estufa a 25°C/48h. Após o tempo de incubação, as placas foram analisadas.

Análises Bioquímicas, Físicas, Químicas

Análises bioquímicas

A determinação de Pectina total e solúvel foi realizada pelo método colorimétrico, baseado na formação de produto, por meio da condensação colorida por reação da pectina hidrolisada (ácido galacturônico) com o carbazol¹³ e os resultados expresso em porcentagem.

O teor de ácido ascórbico foi determinado pelo método colorimétrico, utilizando-se 2,4 dinitrofenilhidrazina, segundo Strohecker & Henning¹⁴. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico.100g-1 de polpa, obtendo-se assim os valores de vitamina C.

Análises Físicas e químicas

Os Sólidos solúveis foram determinados por refratometria, utilizando o refratômetro digital ATAGO N-1α. Os resultados foram expressos em ° Brix. O potencial hidrogeniônico (pH), foi determinado com auxílio do pHmetro digital Gehaka. A Acidez Total, determinada por titulação utilizando uma solução de hidróxido de sódio (NaOH)₂, e fenolftaleína como indicador. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Análise estatística

Os dados foram expressos por meio de média, desvio-padrão e submetidos à comparação de médias realizada por meio dos testes ANOVA e Tukey, utilizando-se o software estatístico BioEstat¹⁵.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos parâmetros físicos e químicos avaliados durante o período de armazenamento da pitaya são apresentados na (tabela 1). Os valores médios de pH encontrados não diferiram significativamente entre si e variaram de 4,83 a 5,00 ($p > 0,05$). Esses valores aproximaram-se dos encontrados por Lima et al.¹⁶ para a mesma espécie de pitaya, os autores obtiveram pH de 4,85. Stintzing et al.¹⁷ ao analisarem pitayas vermelhas da espécie (*Hylocereus poly*) encontraram valores de pH em torno de 4,4 e para espécie (*Hylocereus undatus*) de 4,6. As pitayas são frutos com tendência a baixa acidez, o que requer a administração de cuidados pós-colheita. Alimentos com pH maior que 4,5 são sujeitos a multiplicação microbiana, tanto de espécies patogênicas quanto de espécies deteriorantes, enquanto nos alimentos com pH entre 4,0 e 4,5, há predominância do crescimento de leveduras, bolores, e principalmente bactérias lácticas, além de algumas espécies de *Bacillus spp.*¹⁸.

Tabela 1. Valores médios das análises físicas e químicas da pitaya vermelha (*Hylocereus costaricensis*) minimamente processada durante 12 dias de armazenamento a 5°C

Parâmetro	Período (dias)				
	0	3	6	9	12
pH	5,00 ± 0,09 A	4,90 ± 0,03 A	4,83 ± 0,07 A	4,88 ± 0,02 A	4,91 ± 0,10 A
Sólidos Solúveis (°Brix)	10,50 ± 0,00 A	12,00 ± 0,00 B	12,00 ± 0,00 B	12,00 ± 0,00 B	12,00 ± 0,00 B
Acidez Titulável (%)	0,11 ± 0,00 D	0,15 ± 0,00 C	0,04 ± 0,00 B	0,06 ± 0,00 A	0,06 ± 0,00 A

Fonte: dados dos autores, 2015.

(1) Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferem entre si, fixado o parâmetro.

Para Cecchi¹⁹, a análise de pH é importante para as seguintes determinações: deterioração do alimento com crescimento de micro-organismos, atividade enzimática, retenção de sabor-odor, estabilidade de corantes artificiais, verificação do estado de maturação das frutas e escolha da embalagem. A partir dos dados apresentados na da tabela 1 observa-se que os valores de sólidos solúveis da pitaya vermelha minimamente processada apresentaram diferença significativa a partir do 3º dia ($p < 0,05$), após este período, mantiveram valores constantes até ao final de 12 dias ($p > 0,05$). Os valores de sólidos solúveis deste estudo variaram de 10,50 a 12 °Brix, dados concordantes com os dados encontrados por Vaillant et al.²⁰ em polpas de pitayas onde variam de 7 a 11°Brix. Chitarra e Chitarra²¹ reportaram que as frutas no geral, quando maduras apresentam valores médios de sólidos solúveis entre 8 e 14%.

O teor de sólidos solúveis é de grande importância nos frutos, tanto para o consumo *in natura* como para o processamento industrial, visto que elevados teores desses constituintes na matéria-prima implicam menor adição de açúcares, menor tempo de

evaporação da água, menor gasto de energia e maior rendimento do produto, resultando em maior economia no processamento²². Neste sentido, segundo Brunini et al.²³, baixos teores de sólidos solúveis requerem um potencial maior de conservação pós colheita, uma vez que o excesso de açúcares pode estar associado a uma rápida deterioração.

Os valores encontrados para acidez titulável diminuíram ao longo do armazenamento e variaram de 0,04 a 0,15%, dentre as amostras houve variância significativa nos dias 0, 3, 6 e 9 respectivamente ($p < 0,05$). Essa diferença pode estar relacionada ao metabolismo contínuo, após a colheita e durante o armazenamento, em consequência do avanço da maturação²⁴ (tabela 1).

De acordo com os resultados demonstrados na tabela 2, verifica-se que não houve diferença estatística nas pitayas minimamente processadas no decorrer do armazenamento, em relação a pectina e vitamina C ($p > 0,05$). Observou-se um aumento do ácido ascórbico no 9º dia, atribui-se esse efeito ao aumento da atividade hidrolítica da enzima poligalacturonase, resultando na liberação de ácido poligalacturônico como precursor de ácido ascórbico²⁵.

Tabela 2. Valores médios para as análises bioquímicas da pitaya vermelha (*Hylocereus costaricensis*) minimamente processada durante 12 dias de armazenamento a 5°C.

Parâmetro	Período (dias)		
	0	9	12
Vitamina C (mg de ácido ascórbico.100g ⁻¹ de polpa)	53,80 ± 2,7 A	62,8 ± 14,70 A	51,80 ± 2,7 A
Pectina total (%)	21,337 ± 6,639 A	13,790 ± 1,799 A	12,967 ± 1,136 A
Pectina solúvel (%)	24,410 ± 2,440 A	25,327 ± 6,397 A	18,777 ± 9,069 A

Fonte: Dados dos autores, 2015.

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula não diferem entre si, fixado o parâmetro

As oscilações nos teores da vitamina C também são resultantes da própria variabilidade genética da cultivar. Já no 12º dia, observou-se o decréscimo da vitamina C durante o armazenamento, todavia este decréscimo não mostrou-se estatisticamente significativo ($p > 0,05$). Resultados semelhantes aos obtidos por Brunini & Cardoso²⁶ que obtiveram 29,35mg de vitamina C no 10º dia, e 28,52mg no 25º de armazenamento. Segundo Cheftel & Cheftel⁷ esse decréscimo depende dentre outros fatores, em grande parte, da duração do armazenamento e da temperatura. O fato de existir uma diminuição do ácido ascórbico, também pode estar relacionado com o grau de maturação da fruta, pois à medida que ocorre o amadurecimento, as reservas de ácido ascórbico vão diminuindo, até que, no período da senescência, se esgotam, deslocando o equilíbrio para o lado das quinonas, que se polimerizam e escurecem¹⁰.

O teor de vitamina C de um fruto é importante fator na nutrição humana, e elevadas quantidades são desejáveis para o suprimento da dieta do organismo. A redução do teor de vitamina C, durante o armazenamento pode ser atribuída a mudanças na atmosfera ao redor

dos frutos^{27, 28, 29}, principalmente devido ao oxigênio, pois esta vitamina é uma substância redutora.

Observa-se que os resultados obtidos para pectina total e pectina solúvel, decaíram de 21,34 para 12,97 e de 24,41 para 18,78, respectivamente ao longo dos 12 dias de conservação. Este fato pode ser explicado, pois no decorrer do amadurecimento há transformação da protopectina em pectina solúvel e esta, por ação enzimática, sofre desmetilação e simplificação das cadeias, causando a solubilização até a degradação total, quando a fruta está muito madura¹⁰.

Valores aproximados foram encontrados por Lousada Junior et al.³⁰ para pectina total em frutas como abacaxi (13,33), acerola (16,85), goiaba (15,63) e maracujá (24,98). De acordo com Mowlah & Itoo²⁵, os resultados obtidos para pectinas total e solúvel em goiaba foram de 42,6 e 57,3 no fruto maduro respectivamente. No fruto maduro, os valores encontrados para pectina solúvel e total foram de 70,9 e 29 consecutivamente. As substâncias pécnicas encontram-se principalmente depositadas na parede celular, atuando como material cimentante, sendo responsáveis pelas mudanças de textura dos frutos²¹.

De acordo com os resultados microbiológicos obtidos ao longo do armazenamento, não foram detectadas a presença de coliformes a 35°C, coliformes a 45°C, *Salmonella spp.* e *Staphylococcus coagulase positiva*. Esses resultados indicam que existiu boas condições higiênico-sanitário do ambiente de processamento e dos manipuladores (Tabela 3).

Tabela 3. Resultados microbiológicos da pitaya vermelha (*Hylocereus costaricensis*) minimamente processada durante 12 dias de armazenamento a 5°C.

Tempo de Armazenamento (Dias)	Coliformes a 35°C	Coliformes a 45°C	<i>Salmonella spp</i>	<i>Staphylococcus coagulase positiva</i>	Bolores e leveduras
0	<3,0 NMP/g	-----	Ausência em 25g	Ausência	0 UFC/ml
12	<3,0 NMP/g	-----	Ausência em 25g	Ausência	0 UFC/ml
Limites	-----	5x10 ² NMP/g	Ausência em 25g	-----	5x10 ³ UFC/ml

Fonte: Dados dos Autores, 2015.

Nota: ^b Instrução Normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000. ^a Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001.

Como no Brasil ainda não existe uma legislação específica para os produtos minimamente processados, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece, pela RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001³¹ para frutas frescas, *in natura*, preparada (descascada ou selecionada ou fracionada), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto, limite máximo de 5x10²NMP/g (2,7 ciclos log) para coliformes a 45°C e ausência de *Salmonella spp.* em 25g do produto. Portanto, os resultados obtidos pelas análises microbiológicas, encontram-se dentro do padrão estabelecido pela legislação.

Para Bracket³², a microbiologia é um importante fator na qualidade de um produto minimamente processado. Micro-organismos podem afetar adversamente a qualidade e a segurança desses produtos. O cuidado com eles deve ser especialmente maior, pois ao contrário dos enlatados e congelados, esse tipo de produto é consumido *in natura*, o que aumenta o risco para o consumidor.

A contagem das unidades formadoras de colônias de bolores e leveduras apresentadas na tabela 3 mostra que não foi detectada contaminação desde o início do armazenamento até seu último dia, o que indica condições adequadas de boas práticas de fabricação. De acordo com o Ministério da Agricultura segundo a Instrução Normativa nº1 de 7 de janeiro de 2000³³. O crescimento de bolores e leveduras é mais comum em alimentos com mais ácidos e baixa atividade de água diferentes das bactérias, assim o crescimento de fungos é maior, provocando deterioração principalmente em frutas frescas, vegetais e cereais¹⁸.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos nesse estudo, verificou-se que os teores de sólidos solúveis aumentaram enquanto a acidez titulável diminuiu. Os valores de vitamina C e pectina totais e solúveis oscilaram ao longo do armazenamento, todavia não houve diferença estatística desta oscilação. As etapas do processamento mínimo foram conduzidas com boas práticas de fabricação baseando-se nos resultados negativos das análises microbiológicas. A vida útil da pitaya vermelha foi de 12 dias a temperatura de 5°C.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chitarra MIF. Alimentos minimamente processados. Lavras: UFLA/FAEP, 2001. 17.
2. IFPA. International Fresh-Cut Produce Association. Food safety guidelines for the fresh-cut produce industry. 4. ed., 2001. 213 p
3. Cenci, SA. Processamento mínimo de frutas e hortaliças: tecnologia, qualidade e sistema de embalagem. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2011, 144 p.
4. Durigan JF. O processamento mínimo de frutas. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 16,2000, Fortaleza. Anais... Fortaleza: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2000. 12 p.
5. Tournas VH. Mould and yeasts in fresh and minimally processed vegetables, and sprouts. International of Food Microbiology, Lavras, 2005; 99(1): 71-77.
6. Potfull. Frutas exóticas: pitaya: desenvolvido por intercenectica. [Internet]. São Paulo: [acesso em 28 Jun 2021]. Disponível em: <http://www.potfull.com.br/pitaya.htm/>
7. Cheftel JC, Cheftel H. Introducción a La bioquímica y tecnologia de los alimentos. 2.ed. España: Zaragoga, 1:333, 1992.

8. Thé P, Carvalho VD, Abreu CMP, Nunes R de P, Pinto NAVD, Modificações na atividade enzimática em abacaxi '*SmoothCayenne*' em função da temperatura de armazenamento e do tecido de maturação. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 2001; 25 (2): 364-370.
9. Cruess WV. *Produtos industriais de frutas e hortaliças*. Rio de Janeiro: Atheneu, 1973. (Programa de Publicações Didáticas).
10. Fonseca H. et al. *Bioquímica de alimentos*. Piracicaba: ESALQ, 1974. 249p.
11. Instituto Adolf Lutz. *Métodos químicos e físicos para análises de alimentos*. 4. ed. Brasília, 2005.
12. Silva. N. et al. *Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos*. 4. ed. São Paulo: Varela, 2010.
13. Bitter T, Muir HM. A modified uronic acid carbazole reaction. *Analytical Chemistry*, New York, 1962; 34: 330-334.
14. Strohecker RL, Henning HM. *Análisis de vitaminas: métodos comprobados*. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428p.
15. Ayres M., Ayres Jr; Ayres DL, Santos AAS. *BioEstat: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas*. Belém; Sociedade Civil Mamirauá: MCT-CNPq, 2007.
16. Lima CA, Cohen KO, Faleiro FG, Junqueira NTV, Bellon G Branco MTC, et al. Caracterização físico-química e de compostos funcionais em frutos de pitaya. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 21., 2010, Natal. Anais.... Natal: SBF, 2010. [Acesso em 6 Mai 2021]. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/865923>>.
17. Stintzing FC, Conrad J, Klaiberb I, Beifussb U, Carlea R. Structural investigation on betacyanin pigments by LC NMR and 2D NMR spectroscopy. *Phytochemistry*, 2004; (65):415-422p.
18. Franco BDGM, Landgraf MLS. *Microbiologia de Alimentos*. 2. ed. Ateneu. São Paulo, 2003. 182 p.
19. Cecchi HM. *Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos*. Campinas: Unicamp, 1999. 212 p.
20. Vaillant F. et al. Colorant and antioxidant properties of red pitahaya (*Hylocereus* sp.), *Fruits*, Montpellier, 2005; 60: p. 1-7.
21. Chitarra MIF, Chitarra AB. *Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio*. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
22. Silva J, Silva ES, Silva PL. Determinação da qualidade e do teor de sólidos solúveis nas diferentes partes do fruto da pinheira (*annonasquamosa* 1.). *Revista Brasileira Fruticultura*, Jaboticabal, 2002; 24 (2): 562-564, ago.

23. Brunini MA, Oliveira AL, Varanda DB. Avaliação da qualidade de polpa de goiaba “Paluma” armazenada a -20 C. Revista Brasileira de Fruticultura, Campinas, 2003; 25 (3): 394-396.
24. Ventura M, Ravaglia G, Sansavini SL. `epoca diraccolta come scelta per migliorare la qualità di pesche e nettarine. Revista de Frutticultura, 1992; (7/8): 63-67.
25. Mowlah G, Ito S. Changes in pectic components, ascorbic acid, pectic enzymes and cellulase activity in ripening and storage guava (*Psidium guajava* L.) Journal of Japanese Society of Food Science and Technology, Kannondai, 1983; 30: 454-461.
26. Brunini MA, Cardoso SS. Qualidade de pitaias de polpa branca armazenadas em diferentes temperaturas. Revista Caatinga, Mossoró, 2011; 24 (3): 78-84, jul/set.
27. Brunini MA, Coelho CV. de influência de embalagens em jabutucas ‘sabará’. Nucleus, Ituverava, 2005; 3(1): 51-55.
28. Carvalho RIN de, Manica I. Influência de estágios de maturação e condição de armazenamento na conservação da acerola (*Malpighia glabra*, L.). Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 1993; 29 (5): 681-688.
29. Alves RE. Cultura da acerola. In: Donadio LC, Martins ABG, Valente JP. Fruticultura tropical. Jaboticabal: FUNEP, 1992: 15-37.
30. Lousada-Júnior JE, Costa JMC da, Neiva NN, Rodriguez NM. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. Rev. Cienc. Agron., Fortaleza, 2006; 37 (1): 70-76.
31. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, 21 de março, 2001. [Acesso em 7 Mai 2021]. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2001/res0012_02_01_2001.html>.
32. Brackett RE. Microbiological consequences of minimal processing of fruit and vegetables. Journal of Food Quality, Westport, 1987; 10 (3):195-206.
33. Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa Nº 1, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de frutas. Diário Oficial da União, nº 6, Brasília, 10 de janeiro de 2000.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-19>

Capítulo 19

COMPARAÇÕES DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICOS SANITÁRIAS DE HORTIFRÚTIS DE FEIRAS LIVRES DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS: REVISÃO DE LITERATURA.

Elke Shigematsu¹; Alcilene Grummt de Oliveira²; Jaqueline Cristina Batista de Paula Dantas²; Priscila Martins da Silva dos Santos Santana²; Marie Oshiiwa¹; Leandro Repetti¹; Silvana Pedroso de Góes-Favoni¹

¹Docente da Faculdade de Tecnologia "Estudante Rafael Almeida Camarinha" – Departamento de Tecnologia de Alimentos da FATEC Marília/S.P. – CEP: 17506-000 – Marília – SP – Brasil, Telefone: 55 (14) 3454-7540 – e-mail: (elke.shigematsu2@fatec.sp.gov.br)

²Discente da Faculdade de Tecnologia "Estudante Rafael Almeida Camarinha" – FATEC Marília/S.P. – CEP: 17506-000 – Marília – SP – Brasil, Telefone: 55 (14) 3454-7540

RESUMO: As feiras livres são um veículo de comercialização de grande relevância social, onde possibilita a negociação direta entre os feirantes versus consumidor, com produtos *in natura*, sendo estes tanto de origem vegetal, quanto animal. Visto que a manipulação inadequada dos alimentos é um dos maiores problemas causadores das Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA's). Foram encontrados diversos problemas, tais como: mal acondicionamento dos alimentos, falta de higiene dos manipuladores e vestimentas incorretas, problemas na infraestrutura, falta de refrigeração, barracas quebradas e sujidades. Destaca-se as hortaliças cruas como exemplo a alface como veiculadora de patógenos com presenças de *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes* e diversas enterobactérias. Nas feiras livres dos municípios brasileiros, na maioria, são comercializados hortifrúteis de produtos minimamente processados necessitando de adequações e melhorias tanto em sua infraestrutura, manipulação e vestimentas corretas dos manipuladores. Foram encontradas inúmeras fontes de contaminação nas frutas, hortaliças e alimentos minimamente processados, produtos sendo vendidos sem proteção, sem resfriamento, armazenamento inadequado, presença de lixo em áreas impróprias, presença de coliforme fecais e salmonela acima dos níveis aceitáveis, havendo necessidade de implantação das Boas Práticas de Fabricação (BPF) e medidas corretivas para melhorar tanto o ambiente de trabalho como as condições dos alimentos vendidos. O presente trabalho teve por objetivo realizar uma revisão de literatura, comparando as condições higiênico- sanitárias de hortifrúteis das feiras livres dos municípios brasileiros.

Palavras-chave: ambulantes; contaminação microbiana; higiene; hortifrúteis

INTRODUÇÃO

As feiras livres são veículos de comercialização muito importante, onde os feirantes vendem diversos tipos de produtos e podem negociar diretamente com os consumidores, elas normalmente ocorrem nas zonas urbanas dos municípios e há uma grande oferta por

produtos artesanais e produtos *in natura*, estes sendo tanto de origem vegetal, quanto animal, como por exemplo: a panificação, os derivados de leite, as hortaliças, galinha caipira, *trailers* de pastéis, barracas de verduras e legumes, frutas, cafés artesanais, caldo de cana, doces, entre outros (1).

Devido ao grande fluxo de comércio alimentício de diferentes origens que chegam as feiras, existe grande preocupação com as condições higiênico-sanitárias destes locais e destes produtos, já que ambientes não propícios ao manuseio de alimentos favorecem o aumento de DTA's, propícios ao crescimento e proliferação de microrganismos, tais doenças podem ocorrer por diversos motivos relacionados a forma errônea de manipular os alimentos, como: reaquecimento e refrigeração inadequados, preparo do alimento com muita antecedência, falta de conhecimento sobre o assunto, erro do manipulador desde vestimentas incorretas, barracas quebradas, mofadas, úmidas, sujas e higiene incorreta dos produtos comercializados (2, 3, 4).

Os produtos alimentícios podem estar associados a surtos de DTA's, o que demonstra a importância de um controle higiênico-sanitário adequado de acordo com as BPF (3).

As Boas Práticas de Fabricação são medidas preventivas adotadas pelas indústrias de alimentos e serviços de alimentação a fim de assegurar a qualidade sanitária e conservar a segurança dos alimentos e com isso manter a conformidade dos alimentos com os regulamentos técnicos, garantindo um alimento de qualidade, objetivando diminuir o índice de doenças provocadas pelo consumo de alimentos contaminados (2).

Algumas das dificuldades são as exposições inadequadas dos alimentos durante a comercialização pelos feirantes, sem proteção contra insetos e partículas presentes no ar, a falta de refrigeração adequada e infraestrutura, visto que esses fatores podem causar alterações na qualidade dos alimentos fornecidos (5).

Os alimentos das feiras-livres possuem maior demanda pela população, devido à aceitação do público em acreditar que os alimentos comercializados são sempre frescos e de maior qualidade. Visto que, as condições higiênicas da maioria das feiras são de estado precário, sendo um dos principais vetores para a contaminação. Inclusive os alimentos orgânicos são expostos a diversas situações favoráveis a contaminação, desde o manipulador quando não são adotadas práticas adequadas para sua manipulação, o produto exposto à venda, e seu acondicionamento e armazenamento impróprios (6).

De origem vegetal, as frutas e hortaliças são alimentos essenciais para a saúde, ricas fontes de vitaminas e minerais, porém consumidas em más condições de sanitização, oferecem riscos de contaminação parasitológica na saúde dos consumidores, comprometendo a segurança dos alimentos (3).

No município de Hidrolândia/CE foram realizadas visitas para fins de inspeção para verificação de condições sanitárias das feiras, onde na sessão de frutas e hortaliças desde as instalações das barracas demonstraram diversas sujidades, resíduos de frutas atraindo insetos e forte odores dos líquidos resultantes da decomposição destes alimentos. Eram precárias as condições de comercialização de frutas e hortaliças, decorrente a estes alimentos serem expostos a venda em superfícies de madeiras, material inadequado, pois possui reentrâncias onde os microrganismos se acumulam podendo vir a degradar o tecido vegetal (7).

Verificaram falhas nas condições de armazenamento, visto que havia muitos frutos empilhados em uma só caixa plástica que no caso é o material adequado, porém, este empilhamento proporciona o amassamento destes alimentos, provocando seu amolecimento, que facilmente poderão ser degradados pelos microrganismos patogênicos,

estragando todo o lote de frutas em poucos instantes. A maioria das barracas continham frutas e hortaliças em diferentes estados de maturação acondicionadas juntas no mesmo recipiente, o que no caso é uma prática incorreta. Já, as condições de higiene tanto dos frutos e hortaliças, como dos feirantes (manipuladores) eram insuficientes. Os produtos continham muitas sujidades, como, areia, galhos, folhas e os manipuladores não utilizavam touca, luvas ou roupas adequadas à comercialização, e usavam adornos como brincos, anéis, colares, entre outros. Não existiam local para higiene das mãos, e muitos feirantes estavam gripados ou com cortes nas mãos e continuavam a manipular os alimentos normalmente (7).

No município de Luís Gomes em Rio Grande do Norte foram feitas algumas pesquisas sobre as condições higiênico sanitárias de frutas e hortaliças em feiras livres, através de *check-list* e identificaram falta de medição de temperatura para com o armazenamento dos produtos, transporte destes alimentos sendo feitos através de carrinhos de mão sem proteção alguma, falta de água canalizada para os feirantes e deficiência de cuidados dos vendedores como dos próprios consumidores para vendas e compra dos hortifrútiis (8).

Avaliaram as condições de higiene sanitária de frutas e hortaliças orgânicas, em duas feiras livres da Grande Vitória/ES onde encontraram a presença de coliformes em hortaliças como cebolinha, manjeriço e na salsa, e a presença de *Salmonella* nas amostras de alface e cenoura. Foi constatada a inadequação quanto ao abastecimento de água para higiene dos manipuladores e a estrutura da comercialização em precário estado, a utilização de estruturas de madeira removíveis e coberturas com lonas (9).

Pesquisadores declaram ter encontrado diversos tipos de contaminações por microrganismos deteriorantes e patogênicos encontrados nas feiras livres de Itapetinga-BA, houve irregularidade sobre as análises feitas em abóboras minimamente processadas, apresentando contagem de bolores e leveduras elevados, presença de coliformes fecais e *Salmonellas* em todas as amostras (10).

Foram feitos estudos descritivos e transversais nos municípios de Couto Magalhães de Minas, Dantas, Gouveia e São Gonçalo do Rio Preto, que ficam na região de Diamantina, no Vale do Jequitinhonha no estado de Minas Gerais, das condições das feiras livres desses municípios. As feiras livres ocorriam semanalmente em salões de alvenaria, cedidas pela prefeitura dos municípios. Os salões tinham iluminação elétrica, piso de cimento, telhado sem laje e com telhas de amianto, sendo que somente na cidade de Dantas as telhas eram de cerâmica e na cidade de Gouveia não possuía pias e banheiros (11).

No município de Couto de Magalhães de Minas, os hortifrútiis eram expostos em bancadas de latão. Já na cidade de Dantas eram expostos em bancadas de ardósia, em Gouveia eram utilizadas bancadas de cimento, era a única cidade onde não possuía pias para higienização das mãos. Já em São Gonçalo do Rio Preto os produtos eram expostos em bancadas de madeira. Para o armazenamento de lixo não havia um lugar específico, por isso eram depositados em latões na rua, somente na cidade de Dantas os feirantes levavam seus lixos para suas casas (11).

Quanto aos aspectos higiênicos sanitários dos feirantes foram verificados que em todas as cidades os feirantes manipulavam dinheiro juntamente com os alimentos, não fazendo higienização das mãos entre o manuseio do dinheiro e dos alimentos. Também foram observados que somente na cidade de Dantas os feirantes utilizavam vestimentas corretas, além da higiene pessoal dos mesmos terem um excelente percentual de conformidade (11).

A apresentação dos alimentos era em bancas ou armazenadas em caixas de madeiras ou plásticas depositadas no chão ou embaixo das bancadas acondicionadas, algumas em sacos plásticos e outras não. Foram realizados treinamentos de boas práticas para os feirantes nas cidades de Couto de Magalhães de Minas, Dantas e São Gonçalo do Rio Preto. Os resultados desse treinamento não foram satisfatórios, pois a cidade de Couto de Magalhães de Minas, os feirantes continuaram manipulando dinheiro juntamente com alimentos, além de não utilizarem as vestimentas adequadas (11).

Foram avaliados a presença de estruturas de parasitas nos hortifrúteis: couve, alface, cebolinha, cenoura, beterraba e tomate, sem remoção das cascas, e conforme a disponibilidade na época. Foram adquiridos os hortifrúteis em 25 bancas entre os 4 municípios citados no texto acima, sendo 13 pés de alface, 11 maços de couve, 4 maços de cebolinha, 10 pacotes de tomates, 8 pacotes de beterraba e 12 pacotes de cenoura, sendo totalizado 58 amostras. Não foi determinado o peso, tamanho ou quantidade que as unidades apresentavam. Todos os hortifrúteis foram separados em sacos plásticos na geladeira até o momento que foram feitas as análises parasitológicas. Nas 58 amostras analisadas foram encontradas 62% de estruturas de enteroparasitos e/ ou comensais, 32 % de *Entamoeba Coli*, 25, 86 % *E. Nana*, 8,6% de Larvas *Ancilostomideos*, 3,5% de Ovos de *Ancilostomideos*, 1,7 % de Larva de *Strongyloides stercoralis*, 1,7% de *G.lambliia* (11). Os resultados das análises parasitológicas de seis hortifrúteis de quatro municípios determinaram que a hortaliça com mais contaminação foi a alface com 85%, logo após a beterraba 75%, couve 63,6%, cenoura 58,3%, cebolinha 50% e tomate com 40%. Essas contaminações podem ter sido ocorridas pela falta de lavatórios, de produtos destinados para a higienização como sabonete líquido, toalhas de papel não reciclável, álcool líquido e álcool em gel, além da má higienização, transporte, acondicionamento dos produtos (11).

A contaminação parasitológica possivelmente ocorreu devido ao material utilizado nas bancadas onde são expostas as hortifrúteis, sendo de cimento e de madeira, a qual acumulam sujeiras e microrganismos, fazendo com que a higienização seja inadequada proporcionando maior contaminação aos produtos. A bancada de metal também não é propícia para a exposição dos alimentos, pois elas possuem oxidação em ambientes expostos, causando assim também uma contaminação parasitológica aos produtos (11).

Assim conforme a RDC nº 216/2004 diz que os móveis em que os alimentos entram em contato devem ser de materiais que não transmite substâncias tóxicas, devem ser resistentes a corrosão, e que possam ser higienizadas e desinfetadas repetidas vezes. Sendo assim a bancada mais indicada seriam as bancadas de ardósia. Somente o município de Dantas possuía a bancada com material correto.

Vários estudos comprovam com frequência protozoários e helmintos em laudos médicos encontrados em hortaliças comercializadas em supermercados e feiras livres no Brasil. Os parasitos que podem ser transmitidos ao homem através de seu consumo de hortaliças folhosas são: *Giardia lamblia*, *Entamoeba sp.*, *Strongyloides stercoralis*, *Trichuris sp.*, *Taenia sp.*, *Ancylostomidae* e *Ascaris lumbricoides* (12).

Dentre os 17 das 206 amostras de hortaliças (8,2%), mostraram contaminações parasitárias nas feiras no Distrito Federal, onde foram encontradas a *Trichuris sp.*, *Strongyloides sp.*, *Taenia sp.*, e *Giardia sp.* As hortaliças analisadas foram o agrião, alface-crespa e rúcula que geralmente são consumidas cruas. Os autores comentam que o Distrito Federal possui 31 Regiões Administrativas, onde apenas dez foram escolhidas para o estudo: Brazlândia, Ceilândia, Guará, Planaltina, Recanto das Emas, Riacho Fundo II, Samambaia, Sobradinho, Taguatinga e Vicente Pires. Estas foram escolhidas por conveniência considerando o seu grande porte. Foram coletadas 150 amostras ao todo,

sendo obtidas cinco amostras de cada uma das espécies de alface, agrião e rúcula das dez feiras. Estas foram embaladas separadamente em sacos plásticos e transportadas em isopor, estocadas em 4°C por um período de 18 a 24 horas (12).

Portanto foi sedimentado que todas as feiras comercializavam hortaliças contaminadas por protozoários, helmintos e/ou artrópodes. Visto que essas contaminações são decorrentes pelo contato das folhas no chão contaminado com material fecal humano ou de animais. Outro fator explícito seria a irrigação com água contaminada (12).

No município de Caruaru, estado de Pernambuco, 27% das alfaces em feiras livres estavam contaminadas, com *Ancylostomidae*, *A. lumbricoides* e *S. stercoralis*. Em Cuiabá, Mato Grosso, 66,7% da alface-crespa revelou ser positivas para *A. lumbricoides*, *E. vermicularis*, *Ancylostomatidae*, *Strongyloides sp.* e larvas de nematoides não identificados (12).

A aparência dos alimentos contaminados com germes patogênicos, na maioria das vezes apresentam sabor e odor normais, desencadeando a toxinfecção alimentar. Sendo necessário e essencial que o consumidor realize a sanitização correta destes alimentos e conheça sua procedência.

Vale ressaltar que é importante a fiscalização sanitária para orientação dos produtores, dos manipuladores e os consumidores sobre as condições higiênicas sanitárias da comercialização das frutas e hortaliças.

Portanto o presente trabalho tratou-se de uma revisão de literatura com referências científicas sobre comparações das condições higiênicas sanitárias de hortifrúteis de feiras livres de municípios brasileiros.

METODOLOGIA

Esta pesquisa teve embasamento em uma revisão da literatura especializada com bases de dados em revistas científicas nacionais e internacionais pesquisadas no *Scielo*, *Google acadêmico* e em instituições públicas da área e teses e dissertações de Universidades. Foram selecionados artigos científicos provenientes de diferentes bases de dados publicados entre os anos de 2009 a 2021 comparando as condições higiênicas sanitárias de produtos de origem vegetal, escolhidos de acordo com os esclarecimentos e as implicações que visam reforçar a importância desta pesquisa.

CONCLUSÕES

Comparando as condições higiênicas-sanitárias de hortifrúteis das feiras livres dos municípios brasileiros percebe-se que a maioria das feiras livres nos municípios brasileiros, onde são comercializados hortifrúteis e hortaliças de manipulação de produtos minimamente processados há uma extrema necessidade de adequações e melhorias tanto em sua infraestrutura, manipulação e vestimentas corretas dos manipuladores. Foram encontradas inúmeras fontes de contaminação nas frutas, hortaliças e alimentos minimamente processados produtos sendo vendidos sem proteção, sem resfriamento, armazenamento inadequados, presença de lixo em áreas impróprias, presença de coliforme fecais e salmonela acima dos níveis aceitáveis, havendo necessidade de implantação das Boas Práticas de Fabricação e medidas corretivas para melhorar tanto o ambiente de trabalho como as condições dos alimentos vendidos.

REFERÊNCIAS

1. Medeiros MEP. Elaboração de manual de boas práticas do centro de comercialização de agricultura familiar João Pedro Teixeira [bacharelado]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2018.
2. Gross NR. Avaliação das condições higiênico sanitárias da feira livre do município de Capanema-PR [Trabalho de Conclusão de Curso]. Francisco Beltrão: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2018.
3. Sousa SMN. Análise das condições higiênico-sanitárias das frutas e hortaliças comercializadas no mercado municipal e em uma feira-livre da cidade de Capanema [Trabalho de Conclusão de Curso]. Capanema: Universidade Federal Rural da Amazônia; 2017.
4. Costa TS; Neiva GS; Camilo VMA; Freitas F; Silva IMM. Oficinas de boas práticas de fabricação: construindo estratégias para garantir a segurança alimentar. Braz. J. Food Technol. 2012;15(spe).
5. Pereira WAS; Silva JFB; Vieira PPF. Gestão da qualidade: aplicabilidade de boas práticas de fabricação nas feiras livres e mercados públicos do município de João Pessoa/PB. Applied Tourism. 2016;1:41-52.
6. Martins AG; Ferreira ACS. Caracterização das condições higiênico-sanitária das feiras livres da cidade de Macapá e Santana-AP. Rev. Arq. Científicos (IMMES). 2018;1:28-35.
7. Farias KC et al. Avaliação das condições higiênico-sanitárias de alimentos comercializados no mercado municipal e na feira livre do município de Hidrolândia-Ce. 2010. Corpus ID: 178805521
8. Silva GS; Silva VAF; Silva ML; Machado AL. Avaliação da condição higiênico-sanitária na comercialização de frutas e hortaliças em feiras livres do município de Luís Gomes/RN – Brasil. VII Congresso Norte, Nordeste de Pesquisa e Inovação (CONNEPI). Palmas-Tocantins; 2012.
9. Ferreira AB; Alvarenga SHF; São José JFB. Qualidade de frutas e hortaliças orgânicas comercializadas em feiras livres. Rev. Inst. Adolfo Lutz. 2015; 74(4):410-9.
10. Menezes LM; Moreira VS. Análise microbiológica de abóbora minimamente processada e comercializada em feira livre no município de Itapetinga-BA. Cient Ciênc Biol Saúde. 2012;14(3):159-63.
11. Silva EP et al. Aspectos higiênico-sanitários de feirantes e análise parasitológica de hortifrúctis comercializados em feiras livres de municípios do estado de Minas Gerais, Brasil. Revista da Universidade Vale do Rio Verde. 2015;13(2):591-602.

12. Maciel DF; Goncalves RG, Machado ER. Ocorrência de parasitos intestinais em hortaliças comercializadas em feiras no distrito federal, Brasil. Rev Patol Trop. 2014;43(3):351-9.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-20>

Capítulo 20

CONTROLE HORMONAL NO ENRAIZAMENTO E BROTAÇÃO ADVENTÍCIA: REVISÃO

Carlos Henrique Milagres Ribeiro¹; Renata Elisa Viol²

¹ Mestrando em Agronomia/Fitotecnia – UFLA; E-mail: carlos.ribeiro3@estudante.ufla.br, Doutora em Agronomia/ Fitotecnia – UFLA; E-mail: renataviol@live.com

RESUMO: O desenvolvimento de raízes e brotos adventícios é influenciado pelo balanço hormonal. A diferenciação radicular e aérea é influenciada direta ou indiretamente por um grupo de hormônios que são responsáveis por diversos processos metabólicos e fisiológicos, sendo eles as auxinas, citocininas, giberelinas, etileno e ácido abscísico. Como eles são afetados por diferentes fatores, como espécies e concentrações, o entendimento de como o controle hormonal pode influenciar na formação das raízes e brotos adventícios se faz necessário. Sendo assim, a presente revisão de literatura tem como objetivo apresentar e discutir como o controle hormonal pode afetar a formação das raízes e brotos (e rebentos) adventícios.

Palavras-chave: desenvolvimento de plantas; fisiologia vegetal; reguladores de crescimento.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de raízes e brotos adventícios é um processo fisiológico complexo, influenciado por fatores endógenos como a presença de hormônios. As interações e correlações entre todas as classes de reguladores de crescimento - auxinas, citocininas, giberelinas, etileno e ácido abscísico, bem como compostos auxiliares, tais como retardadores/inibidores de crescimento, poliaminas e fenólicos - influenciam a diferenciação radicular e aérea direta ou indiretamente. (1).

Os reguladores de crescimento vegetais desencadeiam as respostas fisiológicas nas plantas, como o desenvolvimento ou a inibição da formação de tecidos e órgãos vegetais, podendo atuar sozinhas ou em conjunto com outros grupos de substâncias, compondo o balanço hormonal (2).

A auxina promove o crescimento e alongamento de caules, atua no alongamento inibição de raízes (em função da concentração) e na iniciação do crescimento de raízes laterais, além de poder desempenhar um papel na diferenciação de tecidos vasculares (3 e 4). A citocinina promove a divisão celular, o crescimento das células e o do desenvolvimento de raízes. A auxina e a citocinina promovem juntos o desenvolvimento de caules, a formação de brotos, crescimento da raiz, capacidade de multiplicidade de brotos (5). Os outros reguladores de crescimento de plantas e os compostos auxiliares podem também influenciar a organogênese, promovendo ou inibindo a formação adventícia.

O entendimento de como o controle hormonal pode influenciar na formação das raízes e brotos adventícios se faz necessário, uma vez que a produtividade de qualquer cultura é dependente de um bom enraizamento para absorção de água e nutrientes e que a uma boa formação de raízes e brotos é primordial para propagação das espécies (6).

Diante disso, objetivou-se com o presente trabalho apresentar e discutir como o controle hormonal afeta a formação das raízes e brotos (e rebentos) adventícios através de uma pesquisa qualitativa baseada em uma revisão de literatura (7) nos últimos 10. As bases utilizadas para busca foram: Scielo, Scopus, Web of Science e Google Scholar.

AUXINAS

A auxina é um dos hormônios que mais exerce influência na indução de raízes adventícias (8). No entanto, diante de diversos estudos referentes sua função na planta desde a divisão e alongamento celular, indução de raízes adventícias, e o desenvolvimento inicial de brotos, ainda não são totalmente elucidados devido a variação de concentração para cada espécie, como também o tipo de regulador promover ou inibir a iniciação de raízes adventícias (9).

Auxinas apresentam grupos de hormônios que ocorrem tanto de forma naturalmente nas plantas, como também utilizadas as tipos sintéticas (10). O primeiro hormônio descoberto, foi a auxina natural endógena, mais abundante, conhecida como ácido indol-3-acético (AIA) (11). Logo após foram observados outros tipos de substâncias sintéticas que apresentavam atividade semelhante ao AIA, sendo o ácido indol-3-butírico (AIB), dependendo do tipo de espécies, pode ser considerado um dos mais eficientes para o processo de emissão de raízes adventícias (12). Também existe de forma sintética, o ácido naftaleno acético (ANA), responsável por promover o enraizamento e além de apresentar uma maior estabilidade metabólica (13).

No experimento realizado com segmentos de inflorescências de *Arabidopsis thaliana*, foi constatado a influência de AIA, AIB e ANA na formação de raízes adventícias (14). Porém com a utilização da mesmas concentração de AIA, AIB e ANA na utilização do ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), e o ácido 4- amino-3,5,5- tricloropicolínico (picloram), foi observado a formação de calos (15).

Já no experimento realizado com objetivo de comparar o desenvolvimento plântulas de *Cyrtopodium saintlegerianum*, em diferentes concentrações (0; 1,0; 2,0; e 4,0 mg.L⁻¹) de ANA e AIB (16), foi constatado que adição das auxinas no meio de cultura surtiu efeito específico sobre cada variável coletada, agindo de forma diferenciada na organogênese. Sendo para a cultura as concentrações AIB e ANA, de 2,0 mg.L⁻¹ teve resultado positivo no número de raízes e brotos das plântulas, e concentrações maiores tiveram efeitos negativos, prejudicando o desde o comprimento de raízes como também a altura de novos brotos.

No trabalho realizado com estacas de *Dendrobium nobile*, mergulhadas em diferentes concentrações de AIA (0, 25, 50 e 100 mg.L⁻¹) com objetivo de avaliar o estímulo e desenvolvimento de brotos laterais, desde a altura da parte aérea, comprimento da maior raiz, número de brotos por estacas, número de folhas e raízes por broto, matéria fresca, matéria seca e percentagem de sobrevivência dos brotos por (17). Foi observada que a concentração de 100 mg.L⁻¹ m promoveu resultado satisfatório em todas as variáveis analisadas. Uma hipótese para este resultado é devido a auxina ter acelerado a emissão de raízes (proporcionando uniformidade no enraizamento), além de atuar em todos estágios

do ciclo da planta, como ativação de células do câmbio e promoção do crescimento de plantas.

O AIB, desempenha um papel importante em propagação de espécies de difícil enraizamento. Visando um melhor desenvolvimento na formação de mudas de umbuzeiro, com diferentes concentrações (0, 1500, 3000, 4500, 6000 mg.L⁻¹), e dois comprimentos de estacas (10 e 20 cm de comprimento), e duas épocas de coleta (março e setembro), foi observado que a melhor porcentagem para estacas enraizadas e com brotações foram as estacas de 20 cm tratadas com AIB na concentração de 6000 mg. L⁻¹ plantadas em março (18).

Porém diversos fatores podem afetar o enraizamento das estacas, desde a condição ambiental. Resultados opostos foram encontrados com estacas em repouso de umbuzeiro, onde observou que a utilização do AIB não promoveu maior enraizamento ou brotação de estacas, sendo o maior número de estacas brotadas foi obtido sem a utilização do AIB (19). Como as estacas utilizadas, estavam em estado de dormência, é possível que houvesse grande quantidade de hormônios, como o ácido abscísico e etileno, os quais podem ter suprimido o efeito do AIB aplicado.

CITOCININAS

As citocininas, responsáveis pela divisão celular, auxiliam na indução de brotos adventícios a partir de calos, podendo ser utilizados para indução de multibrotação a partir de gemas axilares ou apicais e seu transporte ocorre via xilema (20). Mesmo ocorrendo uma alta concentração de citocina nas raízes, para que aconteça o crescimento radicular é necessário ter uma interação entre os hormônios auxina e citocina (21). Sendo que em alguns experimentos, a influência da concentração de citocininas endógenas, podem inibir o crescimento radicular (22).

Em diversos estudos, como, por exemplo, com a multiplicação e enraizamento *in vitro* da amoreira preta (23), utilizando diferentes concentrações do hormônio vegetal citocinina (BAP), foi verificado sua influência na regulação do sistema radicular da planta. Este fato também ocorreu com o experimento com a micropropagação de mudas de pitaita (24), os autores concluíram que a citocinina pode inibir tanto o alongamento quanto a ramificação de raízes.

Outro exemplo é a Arabidopsis, por apresentar o sistema radicular bem desenvolvido, consegue reduzir os níveis de citocinina oxidase sem alterar sua concentração na parte aérea das plantas (25), indicando assim que a citocininas endógenas pode afetar o alongamento das raízes.

Podendo ser observado em diferentes culturas, respostas semelhantes em relação a aplicação de citocinina exógena nas raízes. Como, por exemplo, com aplicação de diferentes concentrações de citocinina (BAP) houve inibição do sistema radicular nos explantes de manjerição, que houve apenas a formação de raízes na ausência do hormônio (26).

A auxina e citocinina apresentam funções complementar na biossíntese do etileno, no acúmulo da proteína para a sintase do ACC, necessitado de um sinergismo, onde na maioria das concentrações de citocinina podem aumentar o conteúdo de auxina dos tecidos das plantas (27).

Podendo ser justificado justifica o efeito inibitório da citocinina é ocasionando pelo aumento da produção de etileno (28). No experimento com o controle do desenvolvimento da raiz de Arabidopsis, os autores constaram que a inibição do

crescimento radicular da planta foi ocasionada pelo etileno, devido ser mediador para uma série de respostas na planta a citocinina (29). Este processo pode ser justificado, pois, com a utilização da citocinina irá impedir o desenvolvimento do sistema radicular através da sinalização do etileno, acarretando assim a inibição do alongamento radicular pela citocinina sendo bloqueado pelos inibidores de etileno ou nos mutantes insensíveis a este hormônio (30), devido as rotas de biossíntese do etileno serem reguladas pela auxina (31).

No estudo avaliando diferentes concentrações (0,0; 0,5; 1,0 e 1,5 mg L⁻¹) de BAP com a micropropagação maracujazeiro amarelo (32), os autores observaram que a concentração de 1,0 mg L⁻¹ de BAP, os explantes apresentaram conteúdo de massa fresca e massa seca satisfatório. Podendo ser concluído que neste experimento o uso da auxina e citocinina estimularam a maior produção de parte aérea e raízes proporcionando do aumento número de gemas e apicais e formação de calos.

GIBERELINAS

As giberelinas são uma classe de hormônios capazes de modular o desenvolvimento do vegetal em todo seu ciclo, desde a germinação, diferenciação foliar, controle do meristema apical caulinar, determinação sexual, iniciação e desenvolvimento floral, e apresenta como principal efeito no desenvolvimento vegetal o crescimento caulinar.(33).

Embora o crescimento do caule possa ser aumentado pelas giberelinas, elas têm pouco ou nenhum efeito sobre o crescimento das raízes. Sendo elas consideradas inibidoras de enraizamento adventício em plantas.

Acredita-se, nesse caso, que a via de transdução de sinal requerida para induzir o crescimento associado às giberelinas, não seja expressa nas raízes. É possível que o efeito inibitório das giberelinas no enraizamento de estacas seja causado pelo estímulo ao crescimento vegetativo, que compete com a formação da raiz (34).

Em ensaios com tabaco (35) os autores concluíram que as giberelinas tem efeito inibitório na formação de raízes adventícias, porém estimulam o seu alongamento, apresentando um modo de ação contrário às auxinas nesta espécie. O efeito de inibição das giberelinas no enraizamento também foi verificado em estacas de tomate (36).

Em mamoeiro (37), foi observado que o GA³ usado por autoclavagem em meio de multiplicação não é efetivo para o alongamento de brotos de mamoeiro 'Tainung 0' nas dosagens de 0,5 e 2,0 mg L⁻¹. E quando utilizado no meio de multiplicação, prejudica o enraizamento posterior de brotos micropropagados de mamoeiro.

No experimento com diferentes espécies de eucalipto (38), ao ser aplicado giberelina, foi observado mudanças na distribuição de biomassa com maior alocação ao caule em detrimento do sistema radicular e principalmente das folhas.

De maneira comercial, a diminuição do enraizamento provocado pelas giberelinas são maléficis, então são utilizados supressores do seu efeito. Os triazóis, como o paclobutrazol (PBZ) são um grupo de reguladores do crescimento de plantas que inibem a biossíntese de giberelina. São utilizados para promoção de raízes adventícias graças à sua atividade em inibir a síntese de giberelina, ou a seu efeito de retardar o crescimento, resultando no aumento do transporte de açúcares (fotoassimilados) e / ou hormônios para a porção inferior das mudas, beneficiando assim enraizamento (39).

Em trabalho com *Rubus Brasilienses*, os autores observaram que o PBZ utilizado com o IBA aumentou em 20% o enraizamento da espécie (40). Enquanto no enraizamento de amoreira xavante (41), foi observado que o PBZ não interferiu significativamente na

porcentagem de enraizamento, porém apresentou maiores percentuais de estacas com calo. Embora, sejam fenômenos independentes, a formação de calo e o aparecimento de raízes adventícias, são influenciados, na maioria dos casos, pelos mesmos fatores e podem ocorrer simultaneamente.

ÁCIDO ABCISICO

O Ácido Abscísico é conhecido como o hormônio do estresse promovendo alterações nas plantas quando o suprimento de água diminui, podendo exercer funções no crescimento e desenvolvimento e regular respostas adaptativas em condições de baixa disponibilidade hídrica, como a regulação da abertura e o fechamento dos estômatos, abscisão foliar e crescimento radicular (42).

O ABA tem diferentes efeitos sobre o crescimento da raiz e da parte aérea, e os efeitos dependem fortemente do “status” hídrico da planta. Sob condições de baixo potencial hídrico (estresse hídrico), quando os níveis de ABA são altos, o hormônio endógeno exerce um efeito positivo sobre o crescimento da raiz e por suprimir a produção de etileno e um leve efeito negativo no crescimento da parte aérea. O resultado é que plantas estressadas apresentam um aumento na relação raiz/parte aérea (43).

Já em condição de suprimento hídrico adequado, o ABA proveniente da parte aérea da planta promove a supressão do crescimento foliar e induz ao vigor radicular (44) restringindo a emergência de raízes laterais em plantas não leguminosas (45).

Em adição, o ABA influencia muitos aspectos do desenvolvimento da planta atuando como antagonista, de auxinas, citocininas e giberelinas, quando os níveis são elevados pode dificultar ou inibir o enraizamento da planta (46).

A inibição da síntese de giberelinas e estímulo à biossíntese de ácido abscísico pela regulação do balanço existente entre os hormônios antagonísticos, afeta a modulação entre estes reguladores, favorecendo o desenvolvimento das raízes (47).

No experimento realizado para avaliar a morfofisiológica do crescimento vegetativo inicial de cafeeiros arábica submetidos a aplicação via foliar de paclobutrazol (48), um retardante de crescimento do grupo dos triazóis que inibe a biossíntese das giberelinas, é discutido como a inibição da síntese de giberelinas e estímulo à biossíntese de ácido abscísico pela regulação do balanço existente entre os hormônios antagonísticos, afeta a modulação entre estes reguladores, favorecendo o desenvolvimento das raízes (49).

Em plantas estressadas por falta de água ocorre aumento do nível de ácido abscísico (ABA). Acredita-se que ele estimule o fechamento estomático e aumenta a relação raiz/parte aérea, ao estimular o crescimento das raízes por reduzir a síntese do etileno e diminuir crescimento do caule, além de favorecer a maior abscisão de folhas (50).

ETILENO

O etileno é um fitohormônio gasoso reconhecido por estar envolvido em diversas respostas fisiológicas, como a senescência foliar, abscisão de órgãos, amadurecimento de frutos, entre outros. O etileno pode aumentar, reduzir ou não ter efeito na formação de raízes adventícias.

Em trabalho realizado em dois genótipos de milho (51), a aplicação exógena de etileno, na forma de etrel e, ou do precursor da biossíntese de etileno (ACC) à solução de crescimento, inibiu o alongamento radicular.

Mas o etileno que era frequentemente indicado com tendo ação inibitória no enraizamento ou sem efeito nenhum vem sendo reanalisado, estudos recentes têm verificado efeito positivo de etileno tanto no enraizamento adventício em plantas intactas de tomate e arroz como em estacas de diferentes espécies, incluindo girassol, maçã, feijão mungo e petúnia (52). Possivelmente esse efeito positivo seja derivado da interação com auxina. Em *Populus*, um fator de transcrição do tipo AP2/ERF foi indicado como regulador positivo dos enraizamentos adventício e lateral, e os autores enfatizaram a provável ligação deste fator de transcrição na via de sinalização de auxina (53)

No estudo sobre a interação entre etileno e auxina no processo de enraizamento descreve como ocorre a indução das raízes adventícias (54), a aplicação de etileno, ou tratamentos que induzam a produção desse hormônio, causa uma inibição local do transporte de AIA no periciclo de raízes e de caules; imediatamente acima desses locais de inibição do transporte de AIA, a acumulação dessa auxina induz a iniciação das raízes e de caules; imediatamente acima desses locais de inibição do transporte de AIA, a acumulação dessa auxina induz a iniciação de raízes laterais e adventícias, respectivamente

A distância entre o aparecimento da raiz lateral e o ápice radicular é regulada pela concentração de citocininas. O alto teor desse hormônio na coifa antagoniza a ação do AIA, inibindo a formação da raiz lateral na proximidade do ápice radicular. Acima da zona de alongamento, onde a concentração de citocininas diminui, o primórdio radicular se forma.

CONCLUSÕES

Dentre os inúmeros fatores que afetam o enraizamento adventício, os fitormônios têm papel fundamental, pois além de desempenharem efeitos diretos, também medeiam respostas derivadas do efeito do balanço hormonal. Vários fitormônios estão envolvidos no enraizamento adventício, porém, na maioria dos casos, o efeito positivo ou negativo no enraizamento depende da espécie, da origem das raízes e das condições de cultivo.

REFERÊNCIAS

1. Couto RT, Araujo JSP, Almeida LM, Aguilar JP. Enraizamento *in vitro* de cultivares de *Gerbera hybrida* (ASTERACEAE). *Científica Rural*. 2020; 22:1.
2. Arruda AL, Silva OS, Grimaldi F, Richter AF, Rufato L, Kretzchmar AA. Multiplicação *in vitro* do porta enxerto de macieira G.202. *Científica Rural*. 2019; 20:265-267.
3. Raven, PH, Ray EF, Eichho RN. *Biologia Vegetal*. 8. ed. Editora Guanabara; 2012.
4. Pinto SIC, Moura MD. Enraizamento de estacas de mini-ixora (*Ixora coccinea* L. var. *compacta*) sob diferentes substratos e estimuladores de desenvolvimento radicular. *ForScience*. 2021; 9:1.

5. León EB, Reiniger LRS, Silva KB. Efeito de diferentes fontes e concentrações de citocinina na multiplicação *in vitro* de *Luehea divaricata* Mart. & Zucc. *Investigação Agraria*.2020;22: 63-69.
6. Ribeiro CHM, Carlos RP, Bonifácio TC, de Souza MM, da Paz JIV, Correia TD, Oliveira SC, Costa PHF, Mateus JPN, Dias MV. Atuação do BAP no enraizamento *in vitro* de explantes de pitaia vermelha (*Hylocereus undatus*). *Científica Rural*. 2021; 23:1.
7. Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. & Shitsuka, R (2018). Metodologia da pesquisa científica. UFSM, Universidade de Santa Maria.
8. Lima DM, Klein AW, Salla VP, Moura APC, Danner M A. Ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de *Langerstroemia indica* em diferentes substratos. *Pesquisa Florestal Brasileira*.2016;36:549-554.
9. Inocente VHH, Nienow AA, Tree L. Time of treatment with IBA in Olive cultivars rooting. *Revista Brasileira de Fruticultura*.2018;40:1- 6.
10. Taiz L, Zeiger E, Moller IM, Murphy A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Artmed: 2017.
11. Vale LSR, Pires RR, Marques MLS, Rios ADF, Cruz DRC. Ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de maracujazeiro do Cerrado. *Brazilian Journal of Development*, 2020; 6:7.
12. Debner AR , Hatterman-Valenti H, Takeda F. Blackberry Propagation Limitations When Using Floricane Cuttings, *HortTechnology*2019; 29,276-282.
13. Martins JPR, Schimildt ER, Alexandre RS, Santos BR, Magevski GC. Effect of synthetic auxins on *in vitro* and *ex vitro* bromeliad rooting. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 2013; 43:138-146.
14. Verstraeten I, Beeckan T, Geelen D. Adventitious root induction in *Arabidopsis thaliana* as a model for *in vitro* root organogenesis. In *Plant Organogenesis: Methods and Protocols*. Revista Springer Science.2013;959:159-175.
15. Silva ALL, Bisognin DA, Franco ETH, Horbach MA. Germinação *in vitro* de sementes e indução de calos em plântulas, cotilédones e anteras de porongo (*Lagenaria siceraria* (Mol.) Stand.) – Cucurbitaceae. *J.Biotechnol. Biodiversity*. 2012; 3:117-126.
16. Silva DM, Carneiro LC, Mendes DJ, Sibov ST. Efeito das auxinas ácido naftaleno acético e ácido indol butírico no desenvolvimento *in vitro* de plântulas de *Cyrtopodium saintlegerianum* Rchb. f. (Orchidaceae). *Enciclopédia Biosfera*. 2013; 9:853.

17. Moaraes CP, Leal TS, Pedro NP, Marine GA, Moro AM. AIA no estímulo de brotos laterais em estacas de *Dendrobium Nobile Lindley (Orchidaceae)*. Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde. 2011; 15:111-119.
18. Rios ES, Pereira MC, Santos LS, Souza TC, Ribeiro VG. Concentrações de ácido indolbutírico, comprimento e época de coleta de estacas, na propagação de umbuzeiro¹. *Caatinga*. 2012; 25:52-57.
19. Ataíde EM, Souza JMA, Bastos AMRFJ, Costa RS. Ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de umbuzeiro no estágio de repouso vegetativo. *Enciclopédia Biosfera*. 2020; 17:14-21.
20. Ferreira LV, Taniguchi M, Barreto CF, Silva TB, Antunes LEC, Dutra LF. Indução de brotos in vitro em maracujazeiro doce BRS Mel do Cerrado. *Brazilian Journal Of Development*. 2020; 6:3.
21. Costa AS, Blanck MF, Silva JHS, Torres MF, Santos ONA, BLANCK, A. F. Multiplicação in vitro e indução de calos embriogênicos em híbrido de manjerição. *Scientia Plena*. 2015; 11:1-12.
22. Toledo JÁ, Biasi LA. Multiplicação e enraizamento da Amoreira preta Cv. Xavante. *Cultura Agrônômica*. 2018; 27:328-339.
23. Gonçalves MJ, Camargo SS, Arruda AL, Rufato L. Rápida. produção de mudas de pitaia (*Hylocereus undatus*, Cactaceae) por meio da técnica da micropropagação. *Acta Biológica Catarinense*. 2020; 7:4-7.
24. Gonçalves MJ, Camargo SS, Arruda AL, Rufato L. Rápida. produção de mudas de pitaia (*Hylocereus undatus*, Cactaceae) por meio da técnica da micropropagação. *Acta Biológica Catarinense*. 2020; 7:4-7.
25. Werner T, Nehnevajova E, Kollmer I, Novak O, Strnad M, Kramer U, Schmulling T. Root-Specific Reduction of Cytokinin Causes Enhanced Root Growth, Drought Tolerance, and Leaf Mineral Enrichment in Arabidopsis and Tobacco. *The Plant Cell*. 2010; 22:3905–3920.
26. Costa AS, Blanck MF, Silva JHS, Torres MF, Santos ONA, Blank AF. Multiplicação in vitro e indução de calos embriogênicos em híbrido de manjerição. *Scientia Plena*. 2015; 11:1-12.
27. Fagan EB, Ono EO, Rodrigues JD, Chalfun J, Dourado Neto D. *Fisiologia Vegetal: Reguladores Vegetais*. 1. ed. Editora Andrei; 2015.
28. Vanstraelen M, Benková E. Hormonal Interactions in the Regulation of Plant Development. *Annual Review of Cell and Developmental Biology*. 2012; 28:463-487.

29. Petricka JJ, Winter CM, Benfey PN. Control of Arabidopsis Root Development. *Annual Review of Cell and Developmental Biology*. 2012; 63:563- 590.
30. Street IH, Aman S, Zubo Y, Ramzan A, Wang W, Shakeel SN, Kieber JJ, Schaller GE. Ethylene inhibits cell proliferation of the Arabidopsis root meristema. *Plant Physiology*. 2015;169:338-350.
31. Zdráhal Z, Hejátko J. Proteome analysis in arabidopsis reveals shoot and root specific targets of cytokinin action and differential regulation of hormonal homeostasis. *Plant Physiology*. 2013; 161:918-930.
32. Ferreira LV, Taniguchi M, Barreto CF, Silva TB, Antunes LEC, Dutra LF. Indução de brotos in vitro em maracujazeiro doce brs mel do cerrado. *Brazilian Journal of Development*. 2020; 6:9644-9652.
33. Kerbauy GB. *Fisiologia vegetal*. 2. ed. Guanabara Koogan, 2012.
34. Hartmann HT, Kester DE, Davies JRFT, Geneve RL. *Plant propagation: principles and practices*. 8th ed. Boston: Prentice Hall, 2011.
35. Niu S, Li Z, Yuan Y, Fang P, Chen, Li W. Proper gibberellin localization in vascular tissue is required to regulate adventitious root development in tobacco. *J Exp Bot*. 2013;11: 3411-3424.
36. Lombardi-Crestana S, Azevedo MS, Ferreira GF, Pino LE, appezzato-daglória B, Figueira A, Nogueira FTS, Peres LEP. The tomato (*Solanum lycopersicum* cv Micro-Tom) natural genetic variation Rg1 and the Della mutant procerca control the competence necessary to for adventitious roots and shoots. *J Exp Bot* 63.2013; 15: 5689-5703.
37. Oliveira MJVD, Schmildt ER, Amaral JATD, Coelho R, Schmildt O. Formas de esterilização do GA3 e reação morfogênica em microestacas de mamoeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2014; 36: 467-471.
38. Amaro CL, CUNHA SD, França PH, Souza PV, D'Abadia KL, Barros IB, Matos FS. Análise do crescimento de mudas de eucalyptus sp. submetidas a diferentes doses de giberelina; *Agri-Environmental Sciences*. 2017;3: 24-30.
39. Salisbury FB, Ross CW. *Fisiologia das plantas*. 4 ed. Cengage Learning, 2012.
40. Bueno PMC, Tofanelli MBD, Vendrame WA, Biasi LA. Paclobutrazol as an alternative to improve propagation of *Rubus brasiliensis* Mart. *Scientia Horticulturae*. 2021; 287:110215
41. Toledo, J.A.; Biasi, L.A. Multiplicação e enraizamento da Amoreira preta Cv. Xavante. *Cultura Agrônômica*. Ilha Solteira, 2018.27:328-339,

42. Aasamaa K, Söber A. Stomatal sensitivities to changes in leaf water potential, air humidity, CO₂ concentration and light intensity, and the effect of abscisic acid on the sensitivities in six temperate deciduous tree species. *Environmental and Experimental Botany*. 2011; 71:72–78.
43. McAdam, SAM, Brodribb TJ, Ross JJ. Shoot-derived abscisic acid promotes root growth. *Plant, Cell and Environment*. 2016;39: 652- 659.
44. Inácio MC, Silva ES, Souza ME, Ono EO, Rodrigues JD. Mensageiros secundários relacionados à ação dos hormônios vegetais. *Revista Brasileira de Agrociência*. 2011;17:438-446.
45. Souza TC, Magalhaes PC, Castro EM, Albuquerque PEP, Marabesi MA. The influence of ABA on water relation, photosynthesis parameters, and chlorophyll fluorescence under drought conditions in two maize hybrids with contrasting drought resistance. *Acta PhysiolPlant*. 2013; 35: 515–527.
46. McAdam, SAM, Brodribb TJ, Ross JJ. Shoot-derived abscisic acid promotes root growth. *Plant, Cell and Environment*. 2016;39: 652- 659.
47. Gonzales AA, Agbévénou K, Herrbach V, Gough C, Bensmihen S. Abscisic acid promotes pre-emergence stages of lateral root development in *Medicago truncatula*. *Plant Signaling and Behaviour*. 2015;10: 9.
48. Arêde LO, Matsumoto SN, Santos JL, Viana AES, Silva PAR. Morfofisiológica do crescimento vegetativo inicial de cafeeiros arabica submetidos a aplicação via foliar de paclobutrazol.; *Coffee Science*. 2017; 12:451 - 462.
49. Martín-Rodríguez JÁ, Huertas R, Ho-Plágaro T, Ocampo JÁ, Turecková V, Tarkowská D, Ludwing-Muller J. García-Garrido J. Gibberellinabscisic acid balances during arbuscular mycorrhiza formation in tomato. *Frontier of Plant Science*. 2016; 7:1273.
50. Cerqueira AA, Marques MRC, Russo C. Avaliação do processo eletrolítico em corrente alternada no tratamento de água de produção. *Química nova*. 2011; 34: 59-63.
51. Fonseca Júnior ÉM. Ação do etileno e de intermediários reativos de oxigênio sobre o crescimento de ápices radiculares em dois genótipos de milho, na presença de alumínio. (tese de doutorado). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2011.
52. Pacurar DI, Perrone I, Bellini C. Auxin is a central player in the hormone cross-talks that control adventitious rooting. *Physiol Plant*. 2014;151: 83-96.
53. Trupiano D, Yordonov Y, Regan S, Meilan R, Tschaplinski T, Scippa GS, Busov V. Identification, characterization of an AP2/ERF transcription factor that promotes adventitious, lateral root formation in *Populus*. *Planta*. 2013; 238: 271–282.
54. Kerbauy, G. B. *Fisiologia vegetal*. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-21>

Capítulo 21

ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO E ARMAZENAMENTO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE CRAMBE

Hugo Tiago Ribeiro Amaro¹; Eduardo Fontes Araujo²; Roberto Fontes Araujo³; Andréia Márcia Santos de Souza David¹; Luiz Antônio dos Santos Dias²; Fabrício Wellington Souza Silva⁴; Josiane Cantuária Figueiredo⁵

¹Docentes do Depto de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES.

²Docentes do Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa – UFV.

³Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG.

⁴Estudante do Curso de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa – UFV.

⁵Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas - UFPEL.

E-mail: hugo.amaro@unimontes.br; efaraujo@ufv.br; roberto.araujo@ufv.br; andreia.david@unimontes.br; lasdias@ufv.br; fabricio.wellington@ufv.br; josycantuaria@yahoo.com.br

RESUMO: Com o estímulo à produção e ao uso de biodiesel, o crambe representa uma das melhores opções para o fornecimento de matéria-prima para o setor, uma vez que contém valores expressivos de óleo em suas sementes. Entretanto, há carência de informações quanto a produção de sementes de qualidade. Objetivou-se avaliar o efeito de estádios de maturação e períodos de armazenamento na germinação de sementes de crambe, cultivar FMS Brilhante. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 5 x 4. Os tratamentos constaram de cinco estádios de maturação dos frutos na colheita (plantas com 20, 40, 60, 80 e 100% de frutos marrons) e quatro períodos de armazenamento (0, 4, 8 e 12 meses). Após a colheita, as sementes foram limpas e, em seguida, submetidas à secagem artificial a 30 °C, até atingirem 10% de teor de água. As sementes foram acondicionadas em embalagem de papel e armazenadas, durante 12 meses, em sala climatizada. No início do armazenamento e após 4, 8 e 12 meses, as sementes foram avaliadas quanto à germinação. Sementes oriundas de plantas com 20, 40, 60 e 100% de frutos marrons apresentaram baixo poder germinativo logo após a colheita. Sementes de crambe, cultivar FMS Brilhante, apresentam melhor germinação quando colhidas de plantas com 80% de frutos marrons. As sementes apresentaram dormência pós-colheita, sendo quebrada durante o armazenamento. A qualidade das sementes decresce após oito meses de armazenamento.

Palavras-chave: colheita; *crambe abyssinica* Hochst.; dormência; qualidade de sementes

INTRODUÇÃO

Espécie pertencente à família Brassicaceae, o crambe (*Crambe abyssinica Hochst*) destaca-se como oleaginosa promissora para a cadeia produtiva do biodiesel, devido ao ciclo curto de produção (em torno de 90 dias), à adaptabilidade de cultivo em clima tropical e subtropical e ao alto teor de óleo, entre 30 e 45% (1), representando importante alternativa para produção de biodiesel (2).

Durante muitos anos o crambe foi utilizado como forrageira na rotação de culturas e como produtora de fitomassa para cobertura de solos em áreas de plantio direto. Com o estímulo à produção de biodiesel, a cultura tem recebido atenção por parte da pesquisa e dos agricultores, por sua fácil adaptação ao plantio direto e a sua superioridade em relação à soja e a outras espécies na produção de óleos vegetais (3). Entretanto, há carência de informações sobre o manejo da cultura, principalmente quanto ao sistema de produção de sementes de qualidade. Nesse sentido, a alta qualidade das sementes é obtida por meio da condução correta dos campos de produção e, especialmente, da realização da colheita no momento adequado, evitando que as sementes fiquem expostas às condições ambientais desfavoráveis e ao ataque de pragas e doenças.

No caso do crambe, a realização da colheita no momento certo é ainda mais importante, uma vez que a planta apresenta hábito de florescimento indeterminado (4). Para estas plantas, o florescimento e, conseqüentemente, a produção das sementes, ocorrem por um extenso período, o que evidencia os efeitos da maturação sobre a qualidade das sementes. Nessas espécies, sementes de diferentes estádios de desenvolvimento estão presentes na mesma planta. Assim, a colheita antecipada pode comprometer principalmente a qualidade, devido à ocorrência de sementes imaturas (5). Por outro lado, o atraso, além de expor as sementes às intempéries climáticas por um período maior, pode promover perdas significativas pela deiscência.

Para muitas culturas propagadas por sementes, a época de colheita não coincide com a época mais adequada para a sementeira, sendo obrigatório o armazenamento delas. Durante o armazenamento, as sementes estão sujeitas a alterações degenerativas como a desestabilização da atividade de enzimas e a desestruturação e perda de integridade do sistema de membranas celulares. Em sementes oleaginosas, como o crambe, o potencial de armazenamento é menor que nas amiláceas, devido a menor estabilidade química dos lipídeos (6). Durante o armazenamento, a umidade relativa do ar tem relação direta com o grau de umidade das sementes, enquanto a temperatura influencia a velocidade dos processos bioquímicos. Portanto, as melhores condições para manutenção da qualidade de sementes ortodoxas são baixa umidade relativa do ar e baixa temperatura. Nessas condições, o embrião mantém menor atividade metabólica (7)

Apesar de haver crescente interesse pela cultura do crambe, as pesquisas sobre tecnologia de sementes ainda são escassas. Portanto, é importante definir o ponto de colheita adequado, bem verificar a viabilidade das sementes durante o armazenamento. Objetivou-se avaliar o efeito de estádios de maturação e períodos de armazenamento na germinação de sementes de crambe, cultivar FMS Brilhante.

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de crambe, cultivar FMS Brilhante, utilizadas no experimento, foram produzidas no Campo Experimental “Professor Diogo Alves de Mello”, no Departamento de Agronomia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais

(20°45'14" latitude sul e 42°52'53" longitude oeste, a 650 m de altitude), sendo os tratamentos culturais realizados segundo as recomendações para o crambe (1).

Foram realizadas colheitas manuais de acordo com a coloração dos frutos, efetuadas quando as plantas se apresentavam com 20, 40, 60, 80 e 100% de frutos marrons. As colheitas corresponderam a 38, 45, 52, 59 e 67 dias após a antese, respectivamente. Durante a fase de florescimento, as plantas foram etiquetadas diariamente e amostradas, até obter a porcentagem de frutos marrons necessários para se efetuar a colheita. Após as colheitas, as plantas foram cortadas e levadas ao Laboratório de Pesquisa de Sementes da UFV para corte dos racemos.

As sementes foram extraídas manualmente e beneficiadas para a retirada de cascas e impurezas. Em seguida, foi determinado o teor de água das sementes pelo método de estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas (8), sendo os resultados expressos em porcentagem. As sementes foram submetidas à secagem artificial em estufa de circulação de ar forçada, à temperatura de 30 °C. A perda de água pelas sementes foi monitorada por pesagens periódicas, até atingirem o grau de umidade aproximadamente 10%, utilizando-se a equação proposta (9). Após a secagem, as sementes foram acondicionadas em embalagem de papel (saco de papel comum, com capacidade de 1 kg) e armazenadas por 12 meses em sala climatizada, com temperatura média de 20 °C e umidade relativa próxima aos 55%. No início do armazenamento e a cada quatro meses, as sementes foram avaliadas quanto à germinação.

O teste de germinação foi conduzido em caixas plásticas tipo gerbox, utilizando-se três subamostras de 50 sementes por repetição. As sementes foram distribuídas entre duas folhas de papel mata-borrão, previamente umedecidas com solução de KNO_3 , em volume equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. As caixas contendo as sementes foram colocadas em câmara de germinação tipo BOD, regulada com temperatura constante de 25 °C. As avaliações foram realizadas no quarto e no sétimo dia após a semeadura, contabilizando o número de plântulas normais, e os resultados expressos em porcentagem, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes -RAS (8).

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições, disposto em esquema fatorial 5 x 4. Os tratamentos constaram de cinco estádios de maturação na colheita (plantas com 20, 40, 60, 80 e 100% de frutos marrons) e quatro períodos de armazenamento (0, 4, 8 e 12 meses).

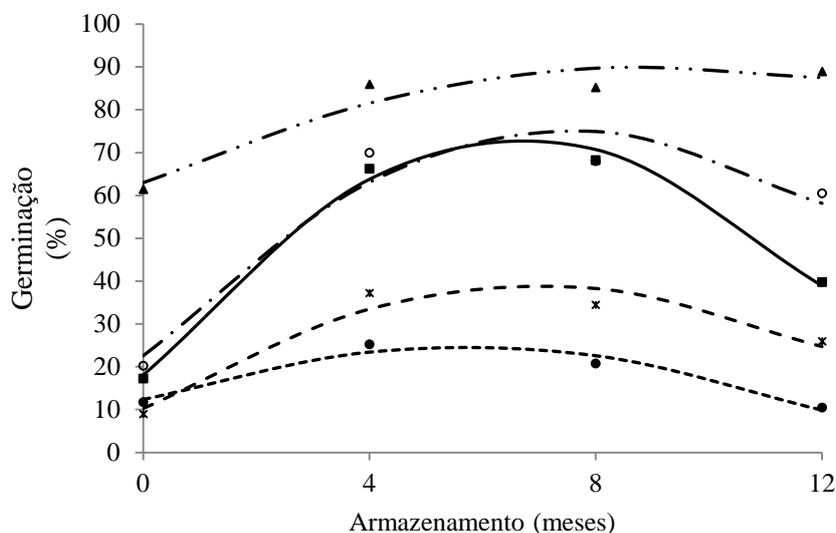
Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando os efeitos foram significativos, as médias relacionadas aos estádios de maturação foram estudadas por meio da análise de regressão, escolhendo-se os modelos adequados para representá-las com base na significância dos coeficientes do modelo e no valor do coeficiente de determinação (R^2), e os efeitos dos períodos de armazenamento, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância revelou que a interação entre os estádios de maturação e períodos de armazenamento foi significativa para a germinação das sementes de crambe. Durante o armazenamento, os dados referentes aos diferentes estádios de maturação se ajustaram a modelos de comportamento quadrático (Figura 1).

Para colheitas realizadas quando as plantas estavam com 20% de frutos marrons, inicialmente verificou-se germinação de 12,36%, com incrementos nos resultados até aproximadamente 5,7 meses de armazenamento, momento em que ocorreu o máximo de germinação estimada (24,5%). A partir desse estágio de maturação, houve redução nos

valores, com germinação estimada em 9,9%. Esses resultados caracterizam uma colheita antecipada, com efeitos negativos sobre a qualidade das sementes, possivelmente em função da presença de sementes dormentes.



Estádios de Maturação (% frutos marrons)	Equação de regressão	R ²
• 20	$\hat{y} = 12,3625*+4,2468x-0,3710x^2$	0,95
○ 40	$\hat{y} = 22,5625**+13,7031**x-0,8945**x^2$	0,93
▪ 60	$\hat{y} = 18,0750*+16,2687**x-1,2109**x^2$	0,99
▲ 80	$\hat{y} = 62,9875**+5,9343*x-0,3242**x^2$	0,90
* 100	$\hat{y} = 10,2625+8,0968**x-0,5742*x^2$	0,93

Figura 1. Germinação (%) de sementes de crambe colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas ao armazenamento. Obs.: * e ** significativo a 5 e 1% pelo teste “t”, respectivamente.

A desuniformidade presente nos racemos do crambe, possivelmente, contribuiu para a dormência das sementes em diferentes graus (10; 11). Além dos fatores genéticos, alguns fatores ambientais, como o comprimento do dia, a qualidade da luz, a nutrição mineral, a competição, a temperatura, o estágio fisiológico da planta e a posição da semente na planta-mãe, têm grande influência na dormência de sementes durante seu desenvolvimento (12).

Sementes com baixa germinação foram obtidas com colheitas realizadas no estágio com 100% de frutos marrons, com baixos valores observados em todos os períodos avaliados, caracterizando colheitas tardias com efeitos prejudiciais à qualidade das sementes. Observa-se que sementes oriundas de plantas com 40 e 60% de frutos marrons também apresentaram baixo poder germinativo logo após a colheita, cujos valores foram inferiores a 25% de germinação (Figura 1). Sementes de crambe apresentam alto grau de dormência logo após a colheita, sendo superada após um período de armazenamento (10), como observado no presente trabalho.

Verifica-se que o melhor resultado de germinação foi proporcionado nas colheitas quando as plantas estavam com 80% de frutos marrons. Após a colheita, a germinação foi

de 62,9%. À medida que se prolongou o tempo de armazenamento, houve incremento na germinação das sementes, atingindo a máxima germinação (90,14%) aos nove meses de armazenamento. A partir desse período, houve redução nos valores, com germinação próxima aos 87% quando as plantas apresentaram 100% de frutos marrons (Figura 1).

Observa-se que as condições em que as sementes foram armazenadas foram eficientes na manutenção da viabilidade das sementes colhidas nesse estágio de maturação. Depois das operações de beneficiamento, as sementes são destinadas ao armazenamento, onde permanecem até a ocasião apropriada para a semeadura e/ou comercialização. O objetivo principal do armazenamento é preservar a qualidade das sementes, reduzindo ao mínimo o seu processo de deterioração, o qual pode ser mais rápido ou lento, dependendo das características ambientais e da própria espécie (13). Alguns autores relataram que o emprego de câmara fria e de embalagem impermeável mantém o vigor das sementes de crambe e pode constituir tecnologia eficiente para conservar o potencial fisiológico das sementes, por até 180 dias de armazenamento (14). A embalagem de polietileno foi eficiente para o armazenamento das sementes de crambe, verificando também que as sementes apresentam dormência pós colheita, sendo parcialmente superada após seis meses de armazenamento, nas condições avaliadas (15).

Durante o armazenamento, as condições em que as sementes são submetidas são determinantes para a garantia da sua qualidade fisiológica, e embora essa qualidade não possa ser melhorada, as condições adequadas durante esse período contribuirão para mantê-las viáveis por um tempo mais longo, retardando o processo de deterioração (16).

Ao analisar os efeitos dos estádios de maturação em cada período de armazenamento, observa-se que logo após a colheita, as sementes oriundas do estágio com 80% de frutos marrons apresentaram germinação superior aos demais estádios, que não se diferiram entre si (Tabela 1). Aos quatro e oito meses de armazenamento, sementes oriundas de plantas com 40, 60 e 80% de frutos marrons apresentaram melhores resultados em relação a 20 e 100% de frutos marrons.

Tabela 1. Germinação (%) de sementes de crambe colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas ao armazenamento.

Estádio de maturação*	Armazenamento (meses)			
	0	4	8	12
20	11,75 B	25,25 B	20,75 B	10,50 D
40	20,25 B	70,00 A	68,00 A	60,50 B
60	17,25 B	66,25 A	68,25 A	39,75 C
80	61,50 A	86,00 A	85,25 A	89,00 A
100	9,00 B	37,25 B	34,50 B	26,00 C
Médias	23,95	57,00	55,35	45,15

Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. *Estádios de maturação: % de frutos marrons.

As sementes recém-colhidas apresentaram menores valores de germinação. A obtenção de menores valores oriundos de sementes recém-colhidas provavelmente resultou de uma manifestação da dormência residual das sementes de crambe. Esse fato não impediu a germinação, mas tornou o processo mais lento e desuniforme.

A dormência apresenta profundidade inversamente proporcional à sua idade, ou seja, é mais intensa em sementes recém-colhidas (17). O baixo percentual de germinação

verificado após a colheita, principalmente nos estádios iniciais de maturação (Tabela 1), se deve a algum tipo de dormência atribuída a fatores como: dureza do tegumento, regulação hormonal com excesso de ácido abscísico e ausência de giberilina, temperatura extrema ou frio intenso e imaturidade do embrião (18).

A dormência tem sido considerada como um mecanismo de adaptação das espécies, mas do ponto de vista agrícola pode inviabilizar a comercialização de sementes, prejudicando também o correto estabelecimento das plantas em função da germinação lenta e desuniforme. Assim, há necessidade de estudos que identifiquem condições mais viáveis que permitam a quebra de dormência dessas sementes após a colheita e durante o armazenamento.

Em adição, é importante destacar que o estudo da maturação em sementes é realizado em colheitas efetuadas em intervalos regulares após a antese, podendo ser testadas quanto à germinação quando ainda estiverem úmidas (recém-colhidas) ou secas, isto é, após deixá-las entrar em equilíbrio higroscópico com ambiente de baixa umidade relativa, verificando também os efeitos durante o armazenamento.

Ressalta-se que, em condições de campo, a evolução de cada característica típica da maturação não é fácil de ser monitorada e a fixação de uma data ou época para a ocorrência da maturidade fisiológica em função de eventos como semeadura, florescimento e frutificação pode apresentar diferenças para uma mesma espécie e cultivar em função das condições de clima, estado nutricional das plantas, dentre outros fatores. Portanto, torna-se interessante conhecer outros parâmetros que permitam detectar a maturidade fisiológica e efeitos sobre a qualidade das sementes, correlacionando-os com características morfológicas da planta, dos frutos e/ou sementes.

CONCLUSÕES

Sementes de crambe, cultivar FMS Brilhante, apresentam melhor germinação quando colhidas de plantas com 80% de frutos marrons. As sementes apresentaram dormência pós-colheita, sendo quebrada durante o armazenamento. A qualidade das sementes decresce após oito meses de armazenamento.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) e Universidade Federal de Viçosa (UFV) pelo apoio técnico ao desenvolvimento da pesquisa; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão de bolsas de estudo e apoio financeiro..

REFERÊNCIAS

1. Pitol C, Broch DL, Roscoe R. Tecnologia e produção: crambe 2010. Maracaju: Fundação MS; 2010.
2. Trzeciak MB, Neves MB, Vinholes PS, Villela FA. Utilização de sementes de espécies oleaginosas para produção de biodiesel. Informativo Abrates. 2008; 18:30-38.

3. Neves MB, Trzeciak MB, Vinholes PS, Tillman AC, Villela FA. Qualidade fisiológica de sementes de crambe produzidos em Mato Grosso do Sul. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DE AGROENERGIA, 2007. Pelotas, RS. Anais... Pelotas, RS: Embrapa; 2007.
4. Oliveira MB, David AMSS, Amaro HTR, Assis MO, Rodrigues BRA, Aspiazu I, Carvalho AJ. Épocas de colheita e qualidade fisiológica de sementes de crambe. Semina: Ciências Agrárias (Online). 2014; 35: 1785-1792.
5. Melo PCT, Ribeiro A. Produção de sementes de cebola: cultivares de polinização aberta e híbridos. In: Castellane PD, Nicolosi WM, Hasegawa M. (Ed.). Produção de sementes de hortaliças. Jaboticabal, FCAV/FUNEP; 1990.
6. McDonald MD. Seed deterioration, physiology, repair and assessment. Seed Science and Technology. 1999; 22(3):531-539.
7. Carvalho NM, Nakagawa, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP; 2012.
8. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV; 2009.
9. Cromarty AS, Ellis RH, Roberts EH. Design of seed storage facilities for genetic conservation. Rome: International Board of Plant Genetic Resources; 1985.
10. Oliva ACE. Qualidade de sementes de crambe submetidas a métodos de secagem e períodos de armazenamento [dissertação]. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP; 2014.
11. Costa LM, Resende O, Gonçalves DN, Sousa KA. Coeficiente de difusão efetivo para a secagem de sementes de crambe (*Crambe abyssinica*). Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 2011; 15(10):1089-1096.
12. Hilhorst HWM. Definitions and hypotheses of seed dormancy. In: Bradford KJ, Nonogak H. Seed development, dormancy and germination. Oxford: Blackwell; 2007.
13. Vieira AR, Silva DM, Rodrigues JRM. Inovações tecnológicas na produção de sementes. Informe Agropecuário. 2006; 27(232):32-38.
14. Masetto TE, Gordin CRB, Quadros JB, Rezende RKS, Scalon SPQ. Armazenamento de sementes de *Crambe abyssinica* Hochst. ex R.E.Fr em diferentes embalagens e ambientes. Revista Ceres. 2013; 60(5):646-652.
15. Amaro HTR, David AMSS, Assis MO, Rodrigues BR, Cangussú LVS, Oliveira MB. Qualidade fisiológica de sementes de crambe (*Crambe abssynica* Hoechst) durante o armazenamento, em função de embalagens. Magistra. 2015; 27(1):138-144.

16. Sedyama T, Reis MS, Sedyama T. Produção de sementes de soja em Minas Gerais: considerações técnicas. Viçosa: UFV; 1981.
17. Marcos Filho J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. 2. ed. Londrina: Abrates; 2015.
18. Martins LD, Costa FP, Lopes JC, Rodrigues WN. Influence of pre- germination treatments and temperature on the germination of crambe seeds (*Crambe abyssinica* Hochst). *Idesia*. 2012; 30(3):23-28.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-22>

Capítulo 22

EVOLUÇÃO DA FISILOGIA VEGETAL SEGUNDO CHARLES DARWIN: REVISÃO

Pedro Henrique Silva de Rossi¹; Juliana Audi Giannoni²

¹Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos – Faculdade de Tecnologia de Marília – FATEC; E-mail: pps.2010.ph@gmail.com, ²Docente/pesquisadora do Depto de Toxicologia – Faculdade de Tecnologia de Marília – FATEC. E-mail: jaudigiannoni@gmail.com

RESUMO: Charles Darwin dedicou mais de 20 anos de sua vida a uma variedade de investigações em plantas superiores (angiospermas). Foi implicitamente assumido que estes estudos nas áreas de botânica descritiva e experimental fisiologia vegetal foram realizadas para corroborar seu princípio de descida com modificação. No entanto, seu filho, Francis Darwin, que era biólogo vegetal profissional, apontou que os interesses de seu pai eram ambos de um de natureza fisiológica e evolutiva. Neste trabalho, descrevemos o trabalho de Darwin sobre a fisiologia das plantas de uma perspectiva moderna. Com base em uma revisão de vários campos de investigação, deduzimos a existência de uma abordagem darwiniana (evolucionária) à fisiologia vegetal e definimos esta disciplina científica emergente como o estudo experimental e análise teórica das funções do verde, sésil organismos de uma perspectiva filogenética.

Palavras-chave: Circunutações; Charles Darwin; Evolução; Seleção natural; Fisiologia vegetal

INTRODUÇÃO

No ano do centenário de seu nascimento, Charles Darwin (1809- 1882) é talvez mais conhecido por seu livro seminal “A Origem das Espécies” (1859), em que ele propôs e documentou extensivamente a teoria de que a seleção natural é a principal força motriz para a inovação evolutiva adaptativa. Certamente, é justo dizer que a maior parte da literatura que trata de suas muitas realizações é focado em detalhes biográficos em torno das façanhas que em última análise engendrou o conceito de evolução adaptativa por meio da seleção natural ou sobre a questão de adaptação por seleção natural é propensa a circular lógica. (1)

Em contraste, pouco se fala sobre as conquistas científicas de Darwin após a publicação de “A Origem das Espécies” além de talvez recontar e analisar os críticos e defender sua teoria de evolução organísmica. No entanto, os 20 anos pós-Origem de Darwin eram em muitos aspectos tão ou talvez mais produtivos, particularmente em termos de seu fascínio permanente pela botânica e fisiologia vegetal. (2)

Este interesse não está mais bem articulado do que nos escritos de seu filho Francis Darwin (1848-1925), que foi um biólogo vegetal profissional. Em um semi autobiográfico

ensaio publicado há um século, Francis descreve sua relação intensa do pai com "organismos verdes sésseis" como sendo de dois tipos, que podem ser distinguidos aproximadamente como evolucionários e fisiológicos. Assim em seu trabalho puramente evolutivo, por exemplo em "A Origem de Espécies" e em seu livro sobre "Variação sob Domesticação", plantas, bem como animais, serviam de material para suas generalizações. Ele era amplamente dependente do trabalho de outros e correspondentemente, regozijou-se com o emprego de seu maravilhoso poder de observação na fisiologia (botânica) por problemas que ocuparam tanto de sua vida posterior. Neste trabalho fisiológico, ele foi em grande parte incentivado por seu desejo apaixonado de compreender a máquina de todos os seres vivos, coisas, seus interesses, fisiológicos e evolutivos, eram na verdade, tão entrelaçados que não podem ser nitidamente separados. (3)

Dados esses dois interesses opostos, não é surpreendente que o zoólogo, o biólogo evolucionista e o filósofo Ernst Mayr (1904-2005) identificou duas abordagens diferentes dentro das ciências biológicas – que tomadas por fisiologistas e biólogos do desenvolvimento que estão interessados na função e ontogênese de organismos individuais e a abordagem adotada por biólogos evolucionistas que analisam transgeracionais (ou seja, filogenética) eventos subjacentes à evolução adaptativa e diversificação. (4)

Indiscutivelmente, existem motivos para questionar esta visão polarizada da biologia, assim como há razões para argumentar que nenhuma das abordagens, mesmo em sua forma purista, pode render uma explicação "final" para qualquer coisa. E, mesmo que admitamos que as duas abordagens existem como um dicotomia pedagógica (uma admissão de que acreditamos em Darwin nunca teria feito), é evidente que a distinção entre o que Mayr chamou de "duas biologias" tornou-se turva como questões mais profundas sobre genomas de plantas e a biologia do desenvolvimento exige cada vez mais afiliações interdisciplinares mais sofisticadas entre os pesquisadores em campos de especialização amplamente diferentes.(4)

DARWIN COMO BOTÂNICO E FISILOGISTA VEGETAL

O fascínio de Darwin pelas plantas, que continuou por quase 40 anos após seus primeiros esboços de "A Origem das Espécies", parece ter começado com um interesse precoce na polinização da biologia. Além dos numerosos exemplos de evolução adaptativa que podem ser extraídos de o estudo de espécies polinizadas por insetos, Darwin também foi perfeitamente ciente das consequências da endogamia de seu estudos de animais domesticados. Ele raciocinou sabiamente que "como as plantas são adaptadas por tais diversificadas e eficazes significa para fertilização cruzada, pode ter sido inferido só desse fato eles tiraram grande vantagem do processo". (3)

Apesar dos equívocos historicamente triviais, Darwin realizou experimentos botânicos, como os do fototropismo de coleópteis (que antecederam a elucidação da auxina por Fritz Went, 80 anos atrás), continuam a lançar uma longa sombra, na verdade, tanto que eles são tratados individualmente no seções seguintes. (5)

O PODER DOS MOVIMENTOS E A TEORIA DE DARWIN DE CIRCUNUTAÇÃO

Em uma de suas monografias mais influentes (que beneficiou com a ajuda de seu filho Francis), Darwin (1880) descreveu em detalhes os movimentos amplamente prevalentes comum a quase todas as plantas terrestres. Esses movimentos são

essencialmente as mesmas do caule das trepadeiras - o eixo dobra sucessivamente em todas as direções, de modo que a ponta do tiro gira. (5)

FOTOMORFOGÊNESE E PLASTICIDADE FENOTÍPICA

Darwin foi totalmente ciente da importância da luz para o crescimento das plantas. De fato, o naturalista britânico foi um dos primeiros a experimentar os efeitos da luz na morfologia e no desenvolvimento das plantas. Ele estava particularmente interessado em como a luz influenciava as plantas e os movimentos. No entanto, devido às limitações tecnológicas, ele e seu filho não conseguiram descobrir a ação específica da luz visível no desenvolvimento dos órgãos. (6)

Hoje, sabemos que foto e escoto morfogênese (ou seja, desenvolvimento da planta na presença e ausência de luz, respectivamente) são estratégias de sobrevivência inter-relacionadas que ocorrem onipresente dentro do reino vegetal. Essas estratégias envolvem fotorreceptores complexos (fitocromos; uma variedade de receptores de luz azul / UV) que foram caracterizados em detalhes e que permitem um grau substancial de plasticidade fenotípica. (7)

Até meados do século XX, o papel da plasticidade fenotípica na evolução foi comparativamente negligenciado, apesar do interesse considerável na "Norma de Reaktionen" ("Norma de reação") e a capacidade óbvia de muitas espécies de manifestarem frequentemente fenótipos alternativos de forma dramática em diferentes configurações ambientais, um recurso bem conhecido por Lamarck, Darwin e outros naturalistas. (8)

Embora seja verdade que experimentos têm geralmente mostrado que o ambiente ao invés do genótipo, variação observada em angiospermas, nem sempre é o caso que as respostas fenotipicamente plásticas são adaptativas. Alguns traços plásticos podem ser seletivamente neutros, enquanto outros podem ser mal adaptativo. Por exemplo, nitrogênio intracelular com baixa disponibilidade reduz o crescimento foliar, a concentração de nitrogênio e área da lâmina. Além disso, menores concentrações de nitrogênio na folha estão correlacionados com taxas fotossintéticas líquidas reduzidas. (9)

TAXA METABÓLICA BASAL E A RELAÇÃO PFEFFER-KLEIBER

Embora a maioria dos organismos possam alterar o desenvolvimento de suas aparências em resposta a estímulos ambientais, nenhuma forma de vida é capaz de evitar as leis da química ou da física, uma regra que Darwin (1859) já mencionou. Isso pode ajudar a explicar por que muitos, senão todos processos fisiológicos manifestam relacionamentos de "escala". Talvez o mais famoso deles seja conhecido como "Lei de Kleiber's", embora deva ser mais apropriadamente chamado de "Relacionamento Pfeffer – Kleiber". (5)

Até onde sabemos, Pfeffer (1897/1904) foi o primeiro a apontar explicitamente que as plantas, assim como os animais, são aeróbicas organismos de modo que seu crescimento e desenvolvimento sejam estritamente dependente da disponibilidade de oxigênio atmosférico. Na verdade, ele é o autor da famosa frase "*Ohne Atmung kein Leben*" ("sem respiração sem vida"). Com base em seu resumo de todas as informações pertinentes disponíveis na literatura, ele concluiu que os fisiologistas devem determinar o "*Spezifische Athmungstätigkeit*" ("a taxa específica de respiração") de diferentes órgãos da planta e fornecer dados quantitativos em a unidade "volume de oxigênio consumido por hora e

grama fresca massa". Além disso, Pfeffer (1897/1904) descreveu e discutiu a "teoria do ar de fogo" de Anton-Laurent Lavoisier (1743-1794), que postula que o metabolismo dos organismos pode ser visto como um processo de combustão. Clássico de Lavoisier experimentos de respiração de 1784, realizados com pequenos mamíferos como sistema experimental, mais tarde deu origem ao conceito de "fogo da vida" da energética animal. (10)

OTIMIZAÇÃO METABÓLICA E "ADAPTACIONISTA" DA EVOLUÇÃO DARWINIANA

Uma visão míope da evolução "adaptacionista" darwiniana levam à suposição ingênua de que natural direcional a seleção invariavelmente resulta na otimização de todos processos fisiológicos e metabólicos, bem como características fenotípicas morfológicas. Na verdade, Darwin (1859) frequentemente fala sobre "estruturas que foram aperfeiçoadas". Alguns avanços teóricos recentes na teoria alométrica são baseada nesta suposição e suas consequências sobre o escala de fenômenos tão diversos como taxas de crescimento anual, partição de biomassa para folhas, caules e raízes e o efeitos da densidade populacional na frequência do tamanho distribuições de membros da mesma espécie nas comunidades. (11)

No entanto, muitas de suas previsões resistiram a investigação empírica persistente. As taxas de crescimento também variam aproximadamente de um par outro com a capacidade das plantas de colher luz solar, avaliada seja em termos de concentração de pigmento fotossintético de células de algas ou massa de folha seca em pé. (12)

Da mesma forma, os padrões de alocação de biomassa para folhas e caules observados em uma ampla constelação de plantas vasculares são estatisticamente indistinguível daqueles observados para o alocação de biomassa para filídeos e gametangióforos em musgos ou os equivalentes morfológicos de carófitos. (13)

CONCLUSÃO

Neste trabalho, voltamos às raízes de "Darwin e resumiu-se algumas das mais importantes áreas de pesquisa na interface entre as plantas fisiologia e biologia evolutiva.

Em outras palavras, a fisiologia evolutiva das plantas é a explícita fusão de duas agendas de pesquisa distintas: a busca pelos princípios gerais de como os organismos verdes funcionam e os ampla questão de como as plantas foram moldadas por evolução para funcionar em contextos ambientais particulares. Esta área de pesquisa representa um romance multidisciplinar abordagem a uma série de questões levantadas por Charles Darwin 150 anos atrás, quando a primeira edição de seu livro Sobre o A Origem das Espécies foi publicada.

O eminente botânico alemão Julius Sachs resumiu o princípio da evolução de Darwin como segue: "Deve-se ressaltar que, a teoria da descendência com modificação foi deduzida da observação de que novas propriedades se acumulam em diferentes variedades. Este fato, combinado com o conhecimento de que, desde o mais primitivo para as plantas mais organizadas, um *continuum* de intermediárias formas existe, levou à ousada e seminal hipótese de que o as plantas mais complexas evoluíram gradualmente de formas inferiores através da produção contínua de variedades.

Neste trabalho, voltamos às raízes de “Darwin e resumiu-se algumas das mais importantes áreas de pesquisa na interface entre as plantas fisiologia e biologia evolutiva.

Em outras palavras, a fisiologia evolutiva das plantas é o explícito fusão de duas agendas de pesquisa distintas: a busca pelo princípios gerais de como os organismos verdes funcionam e os ampla questão de como as plantas foram moldadas por evolução para funcionar em contextos ambientais particulares. Esta área de pesquisa representa um romance multidisciplinar abordagem a uma série de questões levantadas por Charles Darwin 150 anos atrás, quando a primeira edição de seu livro Sobre o A Origem das Espécies foi publicada.

REFERÊNCIAS

1. KUTSCHERA U (2007) Plant-associated methylobacteria as co-evolved phytosymbionts: a hypothesis. *Plant Signal Behav* 2:74–78.
2. AYRES P (2008) The aliveness of plants: the Darwins at the dawn of plant science. Pickering & Chatto, London.
3. DARWIN C (1876). The effects of cross and self fertilisation in the vegetable kingdom. John Murray, London.
4. MAYR E (2004). What makes biology unique? Considerations on the autonomy of a scientific discipline. Cambridge University Press, Cambridge.
5. KUTSCHERA, U., & NIKLAS, K. J. (2009). Evolutionary plant physiology: Charles Darwin’s forgotten synthesis. *Naturwissenschaften*, 96(11), 1339–1354. doi:10.1007/s00114-009-0604-z.
6. SACHS J (1865). Handbuch der Experimental-Physiologie der Pflanzen. Verlag Wilhelm Engelmann, Leipzig.
7. SAGE RF, PEARCY RW (1987). The nitrogen use efficiency of C3 and C4 plants. II. Leaf nitrogen effects on the gas exchange characteristics of *Chenopodium album* (L.) and *Amaranthus retroflexus* (L.). *Plant Physiol* 84:959–963.
8. KLEIBER M (1961). The fire of life: an introduction to animal energetics. Wiley, New York.
9. BROWN JH, GILLOOLY JF, ALLEN AP, SAVAGE VM, WEST DB (2004). Toward a metabolic theory of ecology. *Ecology* 85:1771–1789.
10. NIKLAS KJ (2009). Functional adaptation and phenotypic plasticity at the cellular and the whole plant level. *J Biosci* (in press).
11. SCHERP P, GROTHA R, KUTSCHERA U (2001). Occurrence and phylogenetic significance of cytokinesis-related callose in green algae, bryophytes, ferns and seed plants. *Plant Cell Rep* 20:143–149.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-23>

Capítulo 23

APLICAÇÃO FOLIAR DE HIDRÓXIDO DE COBRE, ESCURECIMENTO DE FRUTOS E °BRIX DOS FRUTOS DE ATEMOIA

**Caroline Pardine Cardoso¹; Felipe Girotto Campos²; Gustavo Ribeiro Barzotto³;
Gabriel Maluf Napoleão⁴; Lauro Pontes de Campos⁵; Carmen Sílvia Fernandes
Boaro⁶**

¹Estudante do Curso de Pós-Graduação de Ciências Biológicas (Botânica) - IB – UNESP; E-mail: caroline.pardine@unesp.br, ²Docente Substituto do Depto de Bioestatística, Biologia Vegetal, Parasitologia e Zoologia – IB – UNESP. E-mail: felipe.girotto@unesp.br, ³Estudante do Curso de Pós-Graduação de Horticultura – FCA – UNESP. E-mail: gustavo.barzotto@unesp.br, ⁴Estudante do Curso de Pós-Graduação de Horticultura – FCA – UNESP. E-mail: gabriel.maluf@unesp.br, ⁵Estudante do Curso de Ciências Biológicas – IB – UNESP. E-mail: lauro.pontes@unesp.br, ⁶Docente do Depto de Bioestatística, Biologia Vegetal, Parasitologia e Zoologia – IB – UNESP. E-mail: carmen.boaro@unesp.br.

RESUMO: Atemoia (*Annona x atemoya* Mabb.) produz fruto de interesse econômico com sabor doce e agradável. Antracnose, principal doença provocada por fungo, *Colletotrichum*, causa perda na produção de fruto de atemoia, sendo controlada com fungicida a base de cobre. O elemento pode causar escurecimento da casca do fruto e mesmo sem perda da doçura, provocar sua desvalorização em até 40%. Estudou-se o escurecimento e sólidos solúveis (°Brix) de frutos de plantas de atemoia pulverizadas com hidróxido de cobre (Cu(OH)₂), município de Botucatu – SP. Delineamento em blocos casualizados, avaliou 0, 1 e 3,9 ml L⁻¹ de Cu(OH)₂ aplicado quinzenalmente, que constituíram os seguintes tratamentos: T₁: ausência de Cu(OH)₂ - (tratamento controle), T₂: 3,9 ml L⁻¹ Cu(OH)₂ - duas aplicações, T₃: 3,9 ml L⁻¹ Cu(OH)₂ – quatro aplicações, T₄: 1 ml L⁻¹ Cu(OH)₂ - sete aplicações e T₅: 1 ml L⁻¹ Cu(OH)₂ - 11 aplicações. Utilizou-se adjuvante de origem vegetal (0,01 ml L⁻¹) em todos os tratamentos. Avaliando-se o escurecimento da casca diariamente, a determinação de sólidos solúveis (°Brix) foi realizada em 60 frutos, dois por árvore, aos 154 dias (frutos imaturos) e 169 dias (frutos maduros), após início das pulverizações dos frutos em estágio de chumbinho. Apesar do escurecimento da casca com prejuízo da comercialização a partir do quinto dia pós-colheita, sete pulverizações com 1 ml L⁻¹ de Cu(OH)₂ (T₄) revelou frutos com °Brix iguais a 11,16 (imaturos) e 26,16 (maduros). Cobre em baixa concentração e maior frequência contribuiu com a distribuição dos fotoassimilados para os frutos e com sua conversão em açúcares.

Palavras-chave: *Annona x atemoya* Mabb.; Fungicida; Sólidos Solúveis.

INTRODUÇÃO

A família Annonaceae apresenta importância econômica por sua ampla utilização, como espécies para ornamentação (1), na indústria de perfumaria (2) e consumo de frutos in natura que apresentam sabor extremamente adocicado (3). O gênero *Annona* L. pertence à família Annonaceae e compreende cerca de 162 espécies de árvores e arbustos (4), dentre elas a atemoia (*Annona x atemoya* Mabb.), derivada do cruzamento da cherimóia (*Annona cherimola* Mill.) e fruta do conde (*Annona squamosa* L.) (5), com origem em Miami, EUA por P. J. Wester em 1908.

Um desafio para produção de atemoia em áreas tropicais é o patógeno do gênero *Colletotrichum*, que causa a doença conhecida como antracnose, a mais comum da família Annonaceae, provocando escurecimento de folhas e frutos e em casos severos, desfolha prematura (6). Como resultado do ataque do fungo, a diminuição da fotossíntese pode levar a prejuízo da produtividade e qualidade dos frutos de atemoia, comprometendo o retorno econômico de pomares. Para combater a doença, produtores rurais utilizam fungicida a base de cobre, componente de formulações de fungicidas e bactericidas por seu elevado espectro de atividade (7) desempenhado por sua ação redox (8).

O cobre é um micronutriente que, em excesso na planta provoca estresse, induzindo a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs), como o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), que ao reagir com o superóxido (O_2^-) libera radicais hidroxilas (OH^\cdot). Portanto, em elevada concentração, ao induzir estresse oxidativo, o cobre estimula resposta antioxidante (9, 10). Este mecanismo de defesa, envolve o sistema antioxidante enzimático, composto pelas enzimas superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO), e o sistema antioxidante não enzimático, envolvendo substâncias do metabolismo especializado, como compostos fenólicos e terpenos (11).

Na fotossíntese, plantas utilizam energia solar, água e CO_2 na síntese de carboidratos (12). Este processo depende da integridade de proteínas transportadoras de elétrons como a plastocianina, que apresenta cobre em sua composição, correspondendo a cerca de 50% do elemento nos cloroplastos (13), responsável por manter o fluxo de elétrons utilizados na redução do $NADP^+$ à $NADPH_2$ utilizado na regeneração da Rubisco e na biossíntese de amido ou sacarose (9).

Em frutos de Annonaceae, a mudança qualitativa marcante durante o amadurecimento é a diminuição do teor de amido por sua hidrólise (14) seguido do aumento de açúcares solúveis (15), por ação da enzima invertase (16; 17). Essa conversão tem efeito no sabor, textura e nos teores de sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ Brix) dos frutos. O $^{\circ}$ Brix é utilizado como índice de maturação e, para atemoia pode variar entre 4 e 27 $^{\circ}$ Brix (18). Tanto em graviola (*Annona muricata* L.) (14) como em atemoia (19, 20, 21), durante a maturação, constatou-se diminuição de teores de amido e aumento dos teores de açúcares solúveis.

A aparência externa é um dos principais parâmetros para aquisição da fruta utilizado pelos consumidores e, de acordo com dados obtidos junto aos atacadistas do CEAGESP – SP, ocorre desvalorização de até 40% do preço devido às manchas na casca. Essas manchas podem ocorrer tanto pela presença de antracnose quanto pela ação das enzimas antioxidantes, POD e a PPO também atuam no processo de escurecimento do fruto, o que acarreta alterações indesejáveis na cor, sabor e aroma de alimentos (14).

O presente trabalho teve como objetivo estudar o controle do escurecimento do fruto por hidróxido de cobre aplicado nas plantas de atemoia e os sólidos solúveis totais (SST) dos frutos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Botucatu, interior do estado de São Paulo, localizado a 22°59'31,2" S e 48°28'28,2" W, na propriedade Estância Rio Sul, utilizando trinta plantas de atemoia (*Annona x atemoya* Mabb.) cultivar Thompson em um pomar com sintomas de antracnose.

O experimento foi conduzido em blocos casualizados. A partir da recomendação de produto registrado pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA para controle de antracnose em Annonaceae foram avaliadas aplicações de hidróxido de cobre, aplicado quinzenalmente, que constituíram os seguintes tratamentos: T₁: ausência de Cu(OH)₂ - (tratamento controle), T₂: 3,9 ml L⁻¹ Cu(OH)₂ - duas aplicações (equivalente à metade da frequência de aplicações recomendada para o produto registrado pelo MAPA), T₃: 3,9 ml L⁻¹ Cu(OH)₂ - quatro aplicações (equivalente à recomendação da concentração e frequência do produto registrado), T₄: 1 ml L⁻¹ Cu(OH)₂ - sete aplicações e T₅: 1 ml L⁻¹ Cu(OH)₂ - 11 aplicações. Utilizou-se adjuvante de origem vegetal (0,01 ml L⁻¹) em todos os tratamentos.

Foram coletados e avaliados dois frutos por árvore totalizando 60 frutos. Após colheita, durante 15 dias, a avaliação de escurecimento da casca foi realizada diariamente conforme Batten (1990) (22), de acordo com "Organization for Economic Cooperation and Development (OECD)" Australiano – escala para "custard apples" realizada com notas de 1 a 5, sendo 1 = muito ruim, casca > 70% escurecida, 5 = muito bom, casca sem escurecimentos. Notas < 3 indicam frutos impróprios para comercialização. Os sólidos solúveis foram determinados em frutos imaturos e maduros, respectivamente aos 154 e 169 dias após o início dos tratamentos, por meio de refratômetro analógico RHB32, respectivamente, no primeiro e 15º dia após a colheita. Os resultados foram expressos em °Brix (23).

A normalidade e a homogeneidade das variâncias foram verificadas pelos testes ShapiroWilk e Levene e submetidas à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade (24) com o programa estatístico AgroEstat®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos 2 e 3, comparados aos demais, apresentaram frutos com menores notas, indicando maior escurecimento e menor qualidade da casca na primeira avaliação (tabela 1). Nesses tratamentos, a concentração de cobre igual a 3900 mg L⁻¹ pode explicar maior atividade das enzimas antioxidantes relacionadas ao escurecimento, uma vez que, a literatura refere que a aplicação de hidróxido de cobre em baixas concentrações (100 mg L⁻¹) não ativa as enzimas antioxidantes (25). Além disso, o Cu é conhecido por aumentar os níveis de transcrição de genes codificantes dessas enzimas, o que sugere que tanto nível de transcrição como atividade das enzimas são responsáveis pelo escurecimento (26). A atividade das enzimas antioxidantes pode aumentar devido à estresses, ocorrendo maior formação de H₂O₂ e, conseqüentemente, maior atividade enzimática (27). Os frutos de todos os tratamentos apresentaram superfície da casca com escurecimento superior a 50% a partir do nono dia de avaliação (tabela 1), prejudicando sua comercialização. Apesar das notas baixas dos frutos do tratamento 4 aos 169 dias (tabela 1), a coloração da casca, observada na figura 2, sugere menor oxidação quando comparada à dos demais tratamentos.

Os frutos dos tratamentos 1 e 3 não se mostraram adequados para consumo e comercialização durante os 15 dias pós-colheita, uma vez que, apresentaram bolor,

enquanto os demais revelaram somente casca escurecida. Portanto, os tratamentos 2, 4 e 5 foram aqueles que apresentaram menor escurecimento e maior sanidade durante os 15 dias de avaliação pós-colheita.

A conversão de açúcares não solúveis a açúcares solúveis (15), no presente estudo, levou frutos maduros a apresentarem maior °Brix do que os imaturos (tabela 2). No tratamento 4 os frutos maduros apresentaram maior °Brix, em relação ao tratamento 1 (controle). Esse tratamento não diferiu dos tratamentos 2 e 5. O tratamento 2 apresentou no início da avaliação maior superfície escura e o 5 já no terceiro dia foi considerado impróprio para comercialização. Esses resultados permitem a escolha do tratamento 4 como o mais adequado para controle de escurecimento de casca de fruto, sem prejuízo no °Brix, que inclusive se revelou maior.

No tratamento 4 o direcionamento de esqueletos carbônicos/açúcares para os frutos pode ter contribuído com maior °Brix, conforme já observado na cultura do café (*Coffea arabica* L.) (28).

Embora o escurecimento da casca dos frutos tenha sido constatado na avaliação pós-colheita, deve ser ressaltado que o teor de sólidos solúveis totais se revelou acima daquele observado por Chitarra & Chitarra (18). Dessa forma, o presente estudo demonstrou que frutos de atemoia com casca escurecida devido à aplicação de hidróxido de cobre, podem ser doces e próprios para consumo.

Tabela 1 – Média das notas de escurecimento das cascas dos frutos de acordo com Batten (22). A primeira avaliação ocorreu aos 154 dias e a última aos 169 dias após a primeira aplicação de hidróxido de cobre a partir do estágio de chumbinho. Sessenta frutos foram avaliados.

Concentração e frequência de aplicação de Cu(OH) ₂	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,0 ml L ⁻¹	3,33	3,33	3,33	3,66	3,57	3,00	3,00	3,00	2,66	2,66	1,83	1,83	1,83	1,00	1,00
3,9 ml L ⁻¹ – 2 vezes	3,50	3,50	3,50	3,16	3,16	3,00	3,00	3,00	2,50	2,50	1,83	1,83	1,83	1,00	1,00
3,9 ml L ⁻¹ – 4 vezes	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,66	2,66	2,66	2,16	2,16	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00
1,0 ml L ⁻¹ – 7 vezes	4,16	4,16	3,16	3,00	3,00	2,83	2,83	2,83	2,67	2,67	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00
1,0 ml L ⁻¹ – 11 vezes	4,16	4,16	3,16	2,83	2,83	2,83	2,83	2,83	2,67	2,67	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00

Notas de 1 a 5, sendo 1 = muito ruim, casca > 70% escurecida, 5 = muito bom, casca sem escurecimentos. Notas < 3 frutos impróprios para comercialização.



Figura 1 – Frutos imaturos aos 154 dias após a primeira aplicação de hidróxido de cobre a partir do estágio de chumbinho. a: Tratamento 1 ($0,0 \text{ ml L}^{-1} \text{ Cu(OH)}_2$); b: Tratamento 2 ($3,9 \text{ ml L}^{-1} \text{ Cu(OH)}_2$ – duas vezes); c: Tratamento 3 ($3,9 \text{ ml L}^{-1} \text{ Cu(OH)}_2$ – quatro vezes); d: Tratamento 4 ($1,0 \text{ ml L}^{-1} \text{ Cu(OH)}_2$ – sete vezes); e: Tratamento 5 ($1,0 \text{ ml L}^{-1} \text{ Cu(OH)}_2$ – sete vezes).

Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 2 – Frutos maduros aos 169 dias após a primeira aplicação de hidróxido de cobre a partir do estágio de chumbinho. a: Tratamento 1 (0,0 ml L⁻¹ Cu(OH)₂); b: Tratamento 2 (3,9 ml L⁻¹ Cu(OH)₂ – duas vezes); c: Tratamento 3 (3,9 ml L⁻¹ Cu(OH)₂ – quatro vezes); d: Tratamento 4 (1,0 ml L⁻¹ Cu(OH)₂ – sete vezes); e: Tratamento 5 (1,0 ml L⁻¹ Cu(OH)₂ – sete vezes).

Fonte: Arquivo pessoal.

Tabela 2 – °Brix dos frutos avaliados aos 154 (primeira avaliação pós-colheita) e 169 (15^a avaliação pós-colheita) dias após a primeira aplicação de hidróxido de cobre a partir do estágio de chumbinho dos frutos.

Concentração e frequência de aplicação de Cu(OH) ₂	Fruto imaturo		Fruto maduro	
0,0 ml L ⁻¹	10,25	Ba	25,12	Abc
3,9 ml L ⁻¹ – 2 vezes	12,25	Ba	26,65	Aab
3,9 ml L ⁻¹ – 4 vezes	11,70	Ba	24,00	Ac
1,0 ml L ⁻¹ – 7 vezes	11,79	Ba	28,29	Aa
1,0 ml L ⁻¹ – 11 vezes	10,25	Ba	26,75	Aab

Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo Teste Tukey ($\alpha = 5\%$), letras minúsculas comparam °Brix entre tratamentos, na coluna, e maiúsculas °Brix entre épocas de maturação dos frutos, nas linhas. DMS (5%) = 2,0955

CONCLUSÕES

Plantas de atemoia pulverizadas com hidróxido de cobre na concentração igual a 1 ml L⁻¹ e aplicada sete vezes a partir do estágio de chumbinho dos frutos, revelaram elevado

°Brix e embora não tenha controlado totalmente o escurecimento da casca é apropriado para consumo.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

Ao Sr. Valmor Menzen, que gentilmente cedeu parte de seu pomar para a realização do presente estudo.

REFERÊNCIAS

1. Silva-Junior MC, Pereira BAL. 100 Árvores do Cerrado. Brasília: Rede Sementes do Cerrado; 2012.
2. Judd WS, Campbell CS, Kellogg EA, Stevens PS. Plant Systematics. A Phylogenetic Approach. Massachusetts: Sinauer Associates; 1999.
3. Tokunaga T. Cultura da Atemoia. Campinas: CATI; 2005.
4. Chatrou LW, Pirie MD, Erkens RHJ, Couvreur TLP, Neubig KM, Abbott JR, et al. A new subfamilial and tribal classification of the pantropical flowering plant family Annonaceae informed by molecular phylogenetics. *Bot J Linn Soc.* 2012;169(1):5–40.
5. Lim TK. *Annona atemoya*. *Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants*, 2012; 1: 171-175.
6. Ploetz RC. Diseases of Atemoya, Cherimoya, Soursop, Sugar Apple and Related Fruit Crops. *Diseases of Tropical Fruit Crops*. 2003.
7. La Torre A, Jovino V, Caradonia F. Copper in plant protection: current situation and prospects. *Phytopathologia Mediterranea*. 2018; 2; 57: 201-236.
8. Yruela I. Copper in plants: acquisition, transport and interactions. *Functional Plant Biology*. 2009; 36: 409-430.
9. Taiz L, Zeiger E. *Fisiologia Vegetal*. Porto Alegre: Artmed; 2013.
10. Kumar V, Pandita S, Singh Sidhu GP, Sharma A, Khanna K, Kaur P, et al. Copper bioavailability, uptake, toxicity and tolerance in plants: A comprehensive review. *Chemosphere [Internet]*. 2021 [acesso em 2021 ago 10];262:127810. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127810>
11. Fridlyand LE, Backhausen JE, Scheibe R. Homeostatic regulation upon changes of enzyme activities in the Calvin cycle as an example for general mechanisms of flux control. What can we expect from transgenic plants? *Photosynth Res.* 1999;61(3):227–39.

12. Raven PH, Evert RF, Eichhorn SE. *Biologia Vegetal*. 8ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2014.
13. Pilon M, Abdel-Ghany SE, Cohu CM, Gogolin KA, Ye H. Copper cofactor delivery in plant cells. *Curr Opin Plant Biol*. 2006;9(3):256–63.
14. Paull RE, Deputy J, Chen NJ. Changes in organic acids, sugars, and headspace volatiles during fruit ripening of soursop (*Annona muricata* L.) *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 1983,08(6): 931-934.
15. Mosca JL, Cavalcante CEB, Dantas TM. Características Botânicas das Principais Anonáceas e Aspectos Fisiológicos de Maturação. *Embrapa Agroindústria Trop Doc* 106. 2006;1:28.
16. Chen TH, Huang YC, Yang CS, Yang CC, Wang AY, Sung HY. Insights into the catalytic properties of bamboo vacuolar invertase through mutational analysis of active site residues. *Phytochemistry* [Internet]. 2009 [acesso em: 2021 ago 09] ;70(1):25–31. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2008.10.004>
17. Manoochehri H, Hosseini NF, Saidijam M, Taheri M, Rezaee H, Nouri F. A review on invertase: Its potentials and applications. *Biocatal Agric Biotechnol* [Internet]. 2020 [acesso em: 2021 ago 04] ;25(Março):101599. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101599>
18. Chitarra MIF, Chitarra AB. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/ FAEPE; 1990.
19. Alves RE, Filgueiras HAC, Mosca JL. Qualidade de frutas nativas da america latina para processamento: ata ou pinha (*Annona squamosa* L.). Fortaleza: Frutales; 2001.
20. Lundgren GA. Conservação de atemoia submetida a 1-metilciclopropeno [dissertação]. Botucatu: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; 2017.
21. Vieira GHM. Tratamentos físicos em pós-colheita de atemoia ‘Thompson’ [tese]. Botucatu: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; 2018.
22. Batten DJ. Effect of temperature on ripening and post-harvest life of fruit of atemoya (*Annona cherimola* Mill. x *A. squamosa* L.) cv. 'African Pride'. Holanda: Scientia-Horticulturae; 1990.
23. AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry International. Washington. 1992; 13: 1015.
24. Zar JH. *Biostatistical Analysis*. New Jersey, Pearson. 2010; 5.
25. Gong Q, Wang L, Dai T, Zhou J, Kang Q, Chen H, et al. Effects of copper on the growth, antioxidant enzymes and photosynthesis of spinach seedlings. *Ecotoxicol Environ Saf* [Internet]. 2019 [acesso em 2021 ago 03];171(Janeiro):771–80. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.01.016>

26. Buapet P, Mohammadi NS, Pernice M, Kumar M, Kuzhiumparambil U, Ralph PJ. Excess copper promotes photoinhibition and modulates the expression of antioxidant-related genes in *Zostera muelleri*. *Aquat Toxicol* [Internet]. 2019 [acesso em 2021 ago 12];207(Agosto 2018):91–100. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2018.12.005>
27. Lara RO. Alterações Bioquímicas, Fisiológicas, Anatômicas e Proteômica de sementes florestais sob estresse térmico [tese]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2019.
28. Lacerda JS. Produção, composição química e qualidade da bebida de café arábica em razão da dose de Cobre e Zinco [tese]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2014.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-24>

Capítulo 24

EXTRAÇÃO DA PROTEÍNA E ANÁLISE DOS PERFIS HEMAGLUTINANTE E ANTICOAGULANTE COM SANGUE HUMANO “O” POSITIVO, DE FRUTOS DA CASTANHOLA (*TERMINALIA CATAPPA LINN.*)

Ana Thaís Campos de Oliveira ¹; Fernanda Tayla de Sousa Silva ²; Luis Kenedy Alves Rocha Filho ³; Otaniel Lima de Oliveira ⁴; Renata Chastinet Braga ⁵

¹Mestranda em Tecnologia de Alimentos - IFCE, *Campus* Limoeiro do Norte, Ceará, Brasil; euthaiscampos.alimentos@gmail.com, ²Mestranda em Tecnologia de Alimentos - IFCE, *Campus* Limoeiro do Norte, Ceará, Brasil; tayliinhaf@gmail.com, ³Mestrando em Tecnologia de Alimentos - IFCE, *Campus* Limoeiro do Norte, Ceará, Brasil; kenedyalimentos@gmail.com, ⁴Mestrando em Tecnologia de Alimentos - IFCE, *Campus* Limoeiro do Norte, Ceará, Brasil; otaniel74@gmail.com, ⁵ Docente do IFCE, *Campus* Limoeiro do Norte, Ceará, Brasil), rchastinet@ifce.edu.br

RESUMO: Nos cotilédones de algumas sementes podem conter proteínas com atividades biológicas específicas, como as lectinas que são capazes de aglutinar eritrócitos, ou inibidores de proteases que agem anticoagulantes naturais que regulam a atividade de proteases. Assim, este trabalho teve por objetivo realizar a extração das proteínas presentes nos cotilédones da semente da castanhola em pHs diferenciados, além de verificar a presença de compostos com atividades anticoagulante e hemaglutinante. Foi então realizada a extração das proteínas, verificando-se a atividade hemaglutinante, anticoagulante e também a concentração de proteínas pelo método do Biureto. Os resultados indicaram não haver a presença de lectinas ou inibidores por não haver atividade coagulante e hemaglutinante nas amostras. Utilizando o método do Biureto foi possível perceber que a concentração de proteína foi baixa, o que pode sugerir que a concentração do extrato poderia não ser suficiente para as atividades testadas, sugerindo-se realizar novamente os testes com maiores concentrações.

Palavras-chave: cotilédones; lectina; proteases

INTRODUÇÃO

Conhecida no Brasil como castanhola, a *terminalia catappa* Linn., pertence à família Combretaceae, e é uma espécie que se desenvolve em regiões tropicais e subtropicais, especialmente e áreas costeiras. Sua introdução no país se deu inicialmente como árvore ornamental, com a chegada dos europeus (1). Foi inserida principalmente nas regiões Nordeste e Sudeste, é também chamada de amendoeira da praia, arvore-do-amor, chapéu-de-sol, guarda-sol, figueira da Índia (2). Se adapta aos mais diferentes solos, o que facilitou sua integração no país com suas condições edafoclimáticas (1).

Nativa da Índia, sua altura é pode alcançar entre 25 a 45 m (3). Para muitos a castanhola não é valorizada pelo ponto de vista alimentar, e mesmo pesquisas mostrando que no fruto é encontrado altos valores nutricionais, a maioria das pessoas a desprezam (3).

Seus frutos, popularmente chamadas de amêndoas ou amêndoas indianas, são comestíveis e são usados em alimentos, especialmente para crianças, pássaros e outros animais. A noz, dentro da semente, além da sua polpa, também é comestível e fonte de proteínas e lipídios (4), (5), (6).

O fruto possui na sua constituição exocarpo (exterior), mesocarpo (polpa), endocarpo (semente rígida) que, em seu interior contém uma amêndoa de coloração esbranquiçada, coberta por uma película. A cor desse fruto vai variar do verde ao vináceo, dependendo do estado de maturação, sendo ele também é carnoso, drupáceo e glabro (1).

O fruto pode ser aproveitado na alimentação de diversas formas, geleias, sucos, incorporado à receitas, sendo utilizado como fonte de carboidratos, vitamina C e fibras, além de propriedades antioxidantes (2). O fruto da castanhola tem alguns benefícios, pois além de possuir um potencial antioxidante, ele também tem efeitos anti-inflamatório, antitumoral e antidiabético. A amêndoa do fruto pode favorecer possibilidade de aplicação tecnológica. A amêndoa do fruto pode favorecer possibilidade de aplicação tecnológica, na busca alternativa por alimentação mais saudável, para favorecer população de baixa renda (1).

Tecnologicamente, a separação das partes comestíveis dessa fruta aumenta sua utilização, seja como matéria prima no enriquecimento e/ ou suplementação de formulações já existentes, seja na transformação alimentícias em diversos produtos. Com acesso e uso adequado das tecnologias, pode-se promover a separação das partes das frutas para processá-las em farinha, polpa e óleos (7).

O método de Biureto ($\text{NH}_2\text{CONHCOCH}_2$), é utilizado para determinar a concentração total de proteínas em diversos tipos de meios como: soro ou plasma sanguíneo, alimentos, tecidos animais, saliva e etc (8). É uma determinação colorimétrica medida por espectrofotometria, sendo bastante empregada por suas vantagens como, ser bastante específica, simples, rápida e barata, baseando-se na reação deste reativo, composto por uma mistura de Cu^{2+} , $\text{Cu}(\text{OH})_2$ e tartarato de sódio (complexante que estabiliza o Cu^{2+} em solução aquosa) (9), (10). O Cu (II) reage com proteínas, em meio alcalino, formando um complexo quadrado planar com ligações peptídica (11). Esta reação resulta em solução violeta (12), sendo este o princípio do método utilizado para determinar proteínas em fertilizantes e suplementos alimentares (13).

Parte fundamental das plantas, as sementes são responsáveis pela sua propagação no ambiente, apresentando a função de nutrir e proteger o embrião nos estágios da germinação. Para exercer tais funções, esses órgãos precisam de uma grande variedade de moléculas, como as proteínas. A quantidade de proteína presente nas sementes pode variar de 10% em cereais a 40% em algumas leguminosas e oleaginosas. Dentre suas funcionalidades é dado destaque as funções metabólicas e estruturais, reserva de aminoácidos para uso durante a germinação e crescimento das plântulas, além de função de proteção (14).

A utilização das sementes como fonte para alimentação do homem, deu um dos grandes estímulos para o início da atividade agrícola. Mesmo existindo diversas espécies de vegetais no mundo produtoras de sementes, poucas são aquelas aproveitadas na dieta

animal e humana, assim sendo, isso porque nem todas possuem componentes ideias para se ingerir, possuindo toxicidade (15).

A lectina é uma glicoproteína de aproximadamente 120 kilodaltons, possuindo afinidade com receptores glicosilados de células epiteliais, que se localizam na mucosa intestinal, sendo assim proteínas ditriminentais nos processos de digestão e absorção de nutrientes (16).

Com estrutura heterogênea, as lectinas são proteínas que possuem propriedade específica de se ligar a monossacarídeos e alguns de seus derivados. Em geral, elas constituem-se de protômeros, que são úteis para agrupá-las em famílias, e esse arranjo tridimensional é responsável pela diversidade de estruturas quaternárias conhecidas. Mesmo assim com essas diversas estruturas, as lectinas possuem a propriedade de ligar-se a carboidratos e assim discriminar glicoconjugados complexos de acordo com a composição dos monossacarídeos e o padrão de ligação (15).

Assim, elas têm a capacidade de reconhecer e se associarem através de ligações de hidrogênio e interações de Van der Waals, de forma reversível, apresentando também funções catalíticas e características imunológicas. Estas proteínas são especialmente conhecidas por esta capacidade de se ligarem aos hidratos de carbonos da superfície de eritrócitos, aglutinando-os. Para realizarem essa atividade hemaglutinante, as lectinas precisam de cátions Ca^{2+} e Mn^{2+} , que estão associados aos aminoácidos que realizam a ligação aos carboidratos (17).

Independentemente do tipo de estrutura ou ligação, as lectinas podem ser encontradas em plantas em especial nas sementes, onde são abundantes. O seu possível papel nas plantas em relação a defesa contra mamíferos, insetos e fitopatógenos é bem bastante estudado (15).

Estas interações na natureza são responsáveis por diversos fenômenos biológicos e funções fisiológicas que tem papel fundamental na defesa plantas. Essa proteção contra agentes patógenos acontece devido a capacidade que essas proteínas tem de aglutinarem esses agentes. Dessa forma, nas plantas elas vão estar presentes em locais onde ocorre o maior potencial de invasão, tendo também a propriedade de se ligarem a fungos que se desenvolvem nesses lugares, impedindo seu crescimento. As lectinas que possuem somente um único domínio de ligação a um carboidrato, vão formar um complexo monovalente que possui baixa afinidade. Porém, para que exerçam esse papel inibitório em processos biológicos, é necessário haver uma maior afinidade e especificidade, para isso elas devem apresentar diversos domínios de ligação com carboidratos (17).

As lectinas tem despertado cada vez mais interesse e diversos estudos vem sendo desenvolvidos, com aplicação em diversas áreas como agricultura, investigação biomédica e biotecnológica e etc. A utilização dessas proteínas tem promovido avanços tanto tecnológicos, como terapêuticos, através desses mecanismos de regulação de várias vias celulares glicoconjugadas, comunicação célula-célula e hospedeiro-patógeno. Porém a ingestão dessas proteínas não tem efeito tóxico para o homem, pois não são degradadas durante a digestão, assim sendo, se estiverem presentes no intestino podem ligarem-se aos carboidratos das células e interferirem na absorção de nutrientes, o que provocaria carências nutricionais, inibição de enzimas intestinais, efeitos degenerativos em membranas celulares e alterações no sistema imunológico e hemaglutinantes ao se ligarem aos eritrócitos (17).

Em relação a atividade biológica de coagulação, sabemos que o sistema circulatório de mamíferos é fechado, e este constitui o principal sistema de transporte do corpo. Neste sistema circulam o sangue, líquido complexo onde se encontram diversos tipos celulares e moleculares. Atribuídas ao sangue, algumas de suas funções básicas resumem-se em nutrição, oxigenação e remoção de resíduos resultantes do metabolismo dos tecidos diversos do corpo animal. Isto só ocorrerá se este sistema se apresentar em condição de homeostasia, processo pelo qual o organismo dispõe para manter as funções sanguíneas equilibradas e não haja extravasamento de plasma para outros tecidos, apresentando então um conjunto de processos bem regulados (18).

A coagulação é um complexo de defesa do organismo responsável por manter a integridade do sistema circulatório nos mamíferos em meio à algum trauma ou lesão. Sendo assim, a clássica cascata de coagulação proposta em 1964 por Macfarlane (19) é formada por uma sequência complexa de reações químicas ocasionando a formação de um coágulo de fibrina. Esse mecanismo pode ser iniciado pela via intrínseca (após um dano tecidual) ou através da via extrínseca, onde proteínas plasmáticas denominadas pro-enzimas são convertidas em suas formas enzimáticas, como glicoproteínas e protrombina. Sequencialmente estas irão formar complexos com cofatores, tais como cofatores V e VII (20).

Entre tanto, recentemente foi proposto um novo modelo que se baseia em superfícies celulares, no qual, para manter a homeostasia é necessário que substâncias procoagulantes ativadas permaneçam no local da lesão para a formação de tampão plaquetário e de fibrina. O processo de coagulação sanguínea neste novo modelo é iniciado a partir da exposição do fator tecidual (FT) na corrente sanguínea. Desse modo, o fator tecidual não é expresso somente nas células endoteliais, mas está presente nas membranas das células ao redor do leito vascular, como fibroblastos e células do músculo liso. Sendo assim, o FT é exposto na circulação sanguínea pela lesão endotelial e de células vizinhas ou através da ativação de células endoteliais e monócitos (21).

Dessa forma, todas as reações da coagulação precisam ser reguladas rigorosamente a fim de evitar a ativação excessiva desse sistema, a formação de rede de fibrina desnecessária e a obstrução vascular. Para tal, existe a ação de proteínas inibitórias as quais atuam como anticoagulantes naturais regulando a atividade de proteases envolvidas nesse processo como o fator V, e a trombina duas serinoproteases imprescindíveis no processo de coagulação (14).

Esse trabalho teve por objetivo realizar a extração da proteína presente nos cotilédones da semente da castanhola pelo método de extração em pHs diferenciados. Além de verificar a presença de compostos com atividades anticoagulante e hemaglutinante.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de Castanhola (*Terminalia catappa* Linn.) foram obtidos no município de Jaguaribe – CE, abertos com o auxílio de facas para acessar os cotilédones, sendo em seguida macerados com almofariz e pistilo para obtenção de uma farinha fina.

Para a extração das proteínas presentes nos cotilédones utilizou-se o método de extração por pHs diferentes (22). Pesou-se 2 g de amostra em 03 (três) béqueres distintos, acrescentando-se em seguida 20 ml de Solução de Acetato de Sódio pH 5,0 ao béquer 1, 20 ml de Solução de Tampão Fosfato de sódio pH 7,0 ao béquer 2 e 20 ml de Solução de

Tampão Fosfato de sódio pH 9,0 ao béquer 3. Homogeneizou-se com o auxílio de agitação magnética por 30 minutos e posteriormente centrifugou-se a 5000 rpm/10 minutos. Por fim os sobrenadantes foram guardados em frascos e identificados adequadamente em freezer para posterior utilização.

O sague utilizado no estudo foi humano saudável (O positivo), coletado em laboratório utilizando seringa e agulha, sendo o mesmo centrifugado a 3.000 RPM por 10 minutos, retirando-se o soro para posterior análise de atividade anticoagulante. Para a lavagem das hemácias, foram feitas lavagens contínuas com NaCl 0,15 mol/L. Homogeneizou-se a mistura hemácia e NaCl 0,15mol/L lentamente e centrifugou-se por 15 min. em seguida dispensou-se o sobrenadante e repetiu-se o processo de lavagem por mais 4 vezes por 5 min. cada. Determinou-se o hematócrito utilizando uma solução de bicarbonato 0,1mol/L em espectro de absorção atômica.

Utilizou-se tubos de ensaio, adicionando-se 100 µL de NaCl 0,15 M para todos os tubos. No primeiro tubo adicionou-se 100 µL da amostra de castanhola. Diluições seriadas foram feitas, homogeneizando-se completamente antes de cada transferência. Em seguida adicionou-se 100 µL de uma suspensão de eritrócito humano a 2% em cada tubo, realizou-se a incubação em banho maria dos tubos a 37 °C por 30 min. realizando-se as leituras após seu arrefecimento à temperatura ambiente.

Foram misturados 100 µL de extrato da amostra a 100 µL de plasma sanguíneo citratado em um tubo de ensaio. A mistura permaneceu incubada a 37° C por 30 minutos em banho-maria, depois foram adicionados 100 µL de cloreto de cálcio 0,020 M e observou-se o tempo de coagulação. O controle foi feito utilizando-se 100 µL de tampão em substituição da amostra com um tempo de coagulação médio.

Para a elaboração da curva preparou-se uma solução de Albumina sérica bovina 16 g/dl, e em seguida realizou-se diluições seriadas nas seguintes concentrações 2, 4, 8 e 12 g/dL.

Preparou-se os pontos da curva em duplicata, utilizando-se 100 µL das concentrações (2, 4, 8, 12 e 16 g/dL de Albumina sérica bovina), 5 ml de biureto e 3 gotas de hidróxido de sódio. Em seguida leu-se cada ponto da curva em espectrofotômetro à 540 nm.

Preparou-se as amostras (pH 5, pH 7 e pH 9) em duplicata, utilizando-se 100 µL de amostra, 5 ml de biureto e 3 gotas de hidróxido de sódio. Em seguida leu-se cada ponto da curva em espectrofotômetro à 540 nm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para nas análises de atividade anticoagulante e hemaglutinante podem ser observados na tabela 1.

Tabela 1 – Resultados das análises de atividade anticoagulante e hemaglutinante.

Amostra	pH	AA*	AH*
	5	Neg./Neg.	Neg./Neg.
	7	Neg./Neg.	Neg./Neg.

Castanhola

9

Neg./Neg.

Neg./Neg.

*AA = Atividade Anticoagulante; AH = Atividade Hemaglutinante

As análises demonstraram que não houve atividade anticoagulante para nenhuma das amostras analisadas em diferentes variações de pH. Os resultados apresentados podem sugerir que nenhuma delas possui capacidade intrínseca de inibir a cascata de coagulação.

Uma baixa atividade anticoagulante pode estar associada a fatores como o processo de obtenção da amostra com possível inativação das proteínas decorrente do sol. Além disso, outro fator a ser considerado seria a ausência de compostos químicos estruturais e inibidores da coagulação na castanhola.

Os anticoagulantes são largamente utilizados para o tratamento de alterações sanguíneas que requerem inibição da coagulação, são importantes em processos pós-cirúrgicos e diálises, além de auxiliar no tratamento de várias outras doenças vasculares como a trombose venosa profunda.

A heparina é um fármaco de origem animal amplamente utilizado e consiste de um polissacarídeo sulfatado formado por unidades dissacarídicas repetitivas. No entanto, o seu uso prolongado pode ocasionar alguns efeitos colaterais como trombocitopenia (23). Desta forma diversos estudos empenham-se em obter moléculas que possam substituir o uso da heparina, destacando-se os polissacarídeos sulfatados proveniente de algas marinhas (24).

Os principais compostos com atividade anticoagulante extraídos de plantas são os compostos fenólicos, citando os compostos cumarínicos, flavonoides e taninos, além dos terpenos e polissacarídeos (23).

Muitos compostos sulfonados como galactanas possuem a capacidade de estender o tempo normal de coagulação sanguínea. A atividade anticoagulante vai depender diretamente da densidade das cargas dessas moléculas e também da posição dos radicais de sulfato das mesmas (25).

Carvalho (26), analisou sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart., popularmente conhecida como jucá ou pau-ferro e verificou que o extrato apresentou atividade anticoagulante, porém não persistiu, com cerca de 30 minutos a coagulação aconteceu, mostrando assim que a semente possui compostos anticoagulantes, mas não em quantidades suficientes para evitar a coagulação.

No presente estudo também não se encontrou atividade hemaglutinante para nenhum dos tratamentos com pH 5, 7 e 9, ou seja, os extratos não foram capazes de aglutinar as hemácias. Assim sendo, pode ser compreendido que possivelmente a semente da castanhola não possui em sua composição a presença de lectinas ou outros compostos hemaglutinantes. Fato também observado por da Cruz et al. (27), que ao analisarem sementes do fruto de atemóia, verificaram a não ocorrência de atividade hemaglutinante.

De acordo com Grangeiro et al. (28), mesmo sendo amplamente distribuída na natureza, a lectina é encontrada em especial nas sementes das plantas, principalmente nas leguminosas, o que pode ser afirmado por ele ao analisar sementes de *Parkia Platycephala* Bent (faveira), e encontrar a presença de lectina, especialmente quando extraída em pH 4,0. Fato também confirmado por Cavada et al. (29) que ao analisar sementes de *Canavalia brasiliensis* Mart. (feijão-bravo do Ceará), detectou a presença de lectinas.

O Conhecimento da composição química de sementes é importante para a obtenção de novos compostos a partir dos componentes de estoque, como as proteínas que correspondem a uma grande porção das sementes (30).

As lectinas são proteínas que tem capacidade de gerar aglutinação em células animais ou vegetais pelo mecanismo de interação com carboidratos ocasionando a precipitação de polissacarídeos, glicoproteínas e glicolípídeos (30).

Os resultados obtidos na análise de proteínas pelo método do biureto, podem ser observados na tabela 2.

Tabela 2 - Absorbância da amostra de cotilédone da semente de castanhola em diferentes pH's.

pH	Absorbância
5	0,035
7	0,045
9	0,017

As amostras apresentaram absorbâncias muito baixas, ficando estas abaixo da menor absorbância da curva elaborada (Figura 1), desta forma não sendo possível calcular a concentração de proteínas presentes nas amostras.

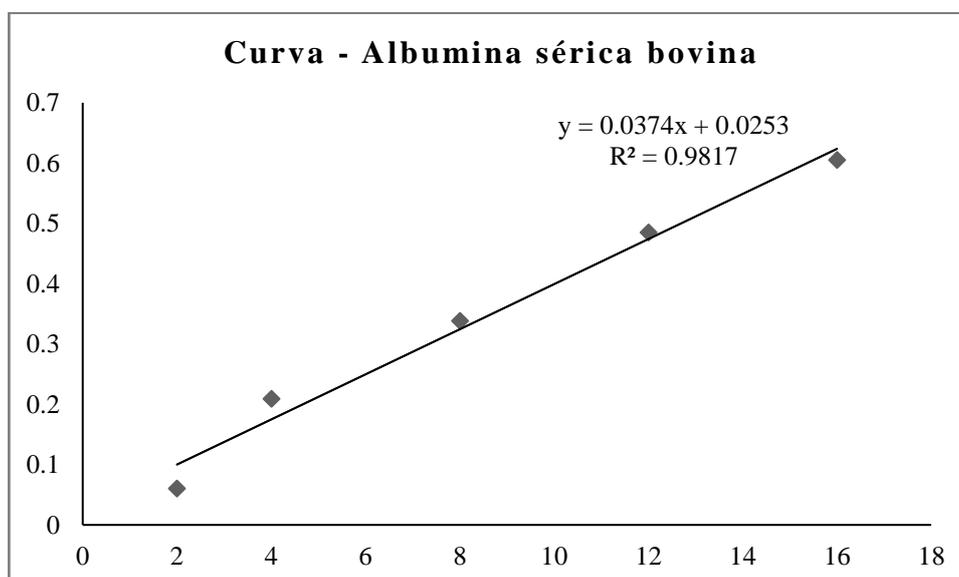


Figura 1 – Curva de absorbância da albumina sérica bovina.

Fonte: Próprios autores (2019)

Apesar de apresentar uma pequena quantidade de proteína, o pH 7 demonstrou ser o resultado mais satisfatório comparado aos outros como observa-se na tabela 2. Segundo Santos, Lorenzo e Lanne (7), o fruto da castanhola (*Terminalia catappa* Linn), possui uma grande quantidade de proteínas, servindo de alimento para crianças, pássaros e outros animais, o que não pode ser confirmando por este estudo, onde os resultados mostraram uma quantidade pouco significativa de conteúdo proteico. Isso pode ter ocorrido por

interferência do método escolhido, ou mesmo devido a parte analisada do fruto (cotilédone), não possuir alta concentração de proteínas.

Esse resultado indica sugere que os testes de atividade anticoagulante e hemaglutinante possa ter sido comprometido pela baixa concentração de proteínas.

CONCLUSÕES

A partir das análises realizadas, infere-se que a concentração de proteínas estava muito baixa, que possivelmente essa concentração tenha interferido diretamente nas atividades biológicas testadas, sugere-se que extratos mais concentrados sejam preparados e os testes repetidos.

REFERÊNCIAS

1. de Souza, ALG, Ferreira MCR, de Miranda LR, Silvino RCDAS, Lorenzo ND, Correa NCF, dos Santos OV. Aproveitamento nutricional e tecnológico dos frutos da castanhola (*Terminalia catappa* Linn.). Revista Pan-Amazônica de Saúde. 2016; 7: 23-29.
2. Rodrigues RH. Viabilização e aceitação de geleia de fruto de castanhola (Trabalho de conclusão de curso). Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2018.
3. Leite DM, Silva APDF, de Mattos MA, Sousa APM, Grande C. Caracterização Física e Química de *Terminalia catappa* Linn, Utilizadas na Arborização de Áreas Urbanas de Cuité-PB. Blucher Chemistry Proceedings. 2015; 3: 647-654.
4. Ivani SDA, Silva BMDS, Oliveira CD, Môro FVI. Morfologia de frutos, sementes e plântulas de castanhola. (*Terminalia catappa* L. - combretaceae). Revista Brasileira de Fruticultura de Jaboticabal. 2008; 30: 517-522.
5. Lucena Filho IV. Elaboração da farinha da amêndoa da castanhola (*Terminalia catappa* linn) e avaliação da composição centesimal e das propriedades funcionais tecnológicas (Trabalho de conclusão de curso). João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2018.
6. da Nóbrega Santos E, dos Anjos Bezerra E, da Silva LMA, Cavalcanti MT. Elaboração e caracterização da farinha do fruto da castanhola (*Terminalia catappa* Linn). Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. 2017; 12(2), 362-365.
7. Santos OVD, Lorenzo ND, Lannes SCDS. Chemical, morphological, and thermogravimetric of *Terminalia catappa* Linn. Food Science and Technology. 2016; 36: 151-158.
8. Rego PCS. Determinação de proteínas totais em suplementos proteicos advindos do soro do leite (Trabalho de Conclusão de Curso). Cuité: Universidade Federal de Campina, 2017.

9. de Sousa IRR. Teor de proteínas e rotulagem de Suplementos proteicos do soro do leite comercializados no DF (Trabalho de conclusão de curso). Brasília: Universidade de Brasília. 2019.
10. de Almeida AB, Corrêa MFS, da Silva Ferreira, D, Silva AM, do Amarante CB. Quantificação de proteínas totais em folhas de mangifera indica l. pelo método do biureto. Editora da Universidade do Estado do Pará. 2017; 70.
11. Ceroni, FL, Vanin AB. Estudo cinético das enzimas hidrolases quimosina e lactase em leite bovino. Brazilian Journal of Development. 2021; 7(2), 19040-19053.
12. Ferreira RB, Franzini, VP, Gomes Neto JA. Determinação de biureto em uréia agroindustrial por espectrofotometria. Eclética Química. 2007; 32: 43-48.
13. De Almeida VV, Canesin, EA, Suzuki RM, Palioto GF. Análise qualitativa de proteínas em alimentos por meio de reação de complexação do íon cúprico. 2013.
14. Batista VDC. Determinação das atividades antitriptica, anticoagulante, hemaglutinante e hemolítica do extrato de sementes de Eucalyptus sp (Trabalho de Conclusão de Curso). Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2016.
15. de Freitas CDT, Ramos MV, Souza DP, Marinho-Filho JDB, Teixeira FM, de Oliveira JS. Correlações entre atividade inseticida e resistência a proteólise de duas lectinas vegetais glicose/manose. Comunicata Scientiae. 2011; 2: 34-41.
16. Brune MFSS, Pinto MDO, Peluzio MDCG, Moreira MA, Barros EGD. Avaliação bioquímico-nutricional de uma linhagem de soja livre do inibidor de tripsina Kunitz e de lectinas. Food Science and Technology. 2010; 30: 657-663.
17. Branco ACFVB. Caracterização nutricional e toxicológica de espécies de plantas silvestres. Análise mineral, antioxidante e de lectinas (Dissertação). Lisboa: Instituto Superior de Agronomia, 2015.
18. Carlos MML, Freitas PDFS. Estudo da cascata de coagulação sangüínea e seus valores de referência. Acta Veterinaria Brasilica. 2007;1: 49-55.
19. Daneze ER. Descrição do status hemostático de equinos com abdome agudo por técnicas convencionais e tromboelastográficas (Tese). Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias 2019.
20. Granovski V. Purificação de fatores de coagulação VIII e VII recombinantes para o tratamento das hemofilias A e B produzidos a partir de células humanas (Dissertação). Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 2018.
21. Ferreira CN, Sousa MDO, Dusse LMSA, Carvalho MDG. O novo modelo da cascata de coagulação baseado nas superfícies celulares e suas implicações. Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia. 2010; 32: 416-421.
22. Mendes AHL, Aquino CM, Moreira LF, Almeida EJM, Braga RC. Determinação da atividade hemaglutinante, enzimática e amilásica do extrato de proteínas no

- mamão verde. In: VIII Congresso Latino-Americano e VIV Congresso Brasileiro de Higienistas de Alimentos, 2017, Fortaleza. Higiene Alimentar. Mirandópolis: Higiene Alimentar. 2017; 31: 1512-151.
23. de Oliveira RM. Avaliação das atividades antioxidante, anticoagulante e antiproliferativa de extratos aquosos de *Marsdenia megalantha* (Dissertação). Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2011.
24. Rocha HAO, Farias EHCD, Bezerra LCLM, Albuquerque IRL, Medeiros VP, Queiroz KCS, Leite EL. Polissacarídeos sulfatados de algas marinhas com atividade anticoagulante. *Infarma (Brasília)*. 2004;16: 82-87.
25. Quinderé ALG. Propriedades na nocicepção e na inflamação de uma fração polissacarídica sulfatada da alga marinha *Acanthophora muscoides* (Dissertação). Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2011.
26. Cavaleiro MG, Farias DF, Fernandes GS, Nunes EP, Cavalcanti F S, Vasconcelos IM, Melo VMM, Carvalho AF. Atividades biológicas e enzimáticas do extrato aquoso de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart., Leguminosae. *Rev Bras Farmacogn*. 2009; 19: 586-591.
27. da Cruz LSD, Lima RZ, Abreu CMPD, Corrêa AD, Pinto LDMA. Caracterização física e química das frações do fruto atemoia (*gefnor*). *Cienc Rural*. 2013; 43: 2280-2284.
28. Grangeiro TB, de Oliveira JTA, Moreira RA, Cavada BS. Estudos preliminares de uma lectina de sementes de *Parkia platycephala* Benth. *Acta Botanica Brasilica*. 1990; 4: 69-74.
29. Cavada BS, Vieira CC, Silva LMDA, Oliveira JTAD, Moreira RDA. Comportamento da lectina de sementes de *Canavalia brasiliensis* Mart. durante a germinação em presença de luz. *Acta Botanica Brasilica*. 1990; 4: 13-20.
30. Chevreuil LR, Gonçalves JFDC, Bariani A, Rodrigues J VFC, Pando SC. Detecção de inibidores de tripsina e atividade hemaglutinante em sementes de leguminosas arbóreas da amazônia. *Acta Amazonica*. 2009; 39: 199-205.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-25>

Capítulo 25

FATORES DE INFLUÊNCIA NA FLORAÇÃO, FRUTIFICAÇÃO E PEGAMENTO DE FRUTOS EM FRUTÍFERAS

James Matheus Ossacz Laconski¹; Paulo Henrique da Silva Nogueira²; Marcos Paulo Bertolini da Silva³.

¹Eng. Agrônomo, Mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO), Guarapuava, PR, Brasil. e-mail: james-matheus@hotmail.com.

²Eng. Agrônomo, Faculdades do Centro do Paraná (UCP), Pitanga, PR, Brasil. e-mail: phnogueira53@gmail.com.

³Eng. Agrônomo, Mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO), Guarapuava, PR, Brasil. e-mail: marcosbertolini21@gmail.com.

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi buscar, através da consulta em periódicos, os fatores que levam a essa condição, bem como os impactos que podem causar em floração, frutificação e produtividade. A busca de informações foi realizada a partir da consulta de artigos científicos, indexados nas bases *Scielo*, *Web of Science*, *Scopus* e Periódicos Capes, e de acordo com a pertinência à temática foram definidos para serem abordados na presente revisão. Os fatores relacionados podem ser agrupados em duas categorias: fatores externos e fatores internos. Os internos são subdivididos em: tendências evolutivas, e envolvem a presença de flores perfeitas e imperfeitas, heterostilia, peculiaridades estruturais, receptividade do estigma, flores abortivas ou pistilos ou óvulos abortados e pólen não viável; influências genéticas, se tratando da incompatibilidade, e fatores fisiológicos, que se relacionam com a polinização prematura e retardada, à condição nutritiva e idade da planta. Já os fatores externos, são subdivididos em fatores ambientais, envolvendo as condições do ambiente, como: temperatura, umidade, chuva, luminosidade e vento, e defensivos agrícolas. Outro fator de destaque são os hormônios vegetais, os quais tem sua ação modulada por diversas situações, as quais estão envolvidas principalmente com estresses, que podem atuar como aceleradores ou inibidores na abscisão de frutos. O conhecimento dos processos envolvidos e o impacto deles na produção são essenciais para que possam ser contornados, possibilitando maior redução de seus efeitos, bem como tornar o cultivo de frutas mais rentável e eficiente.

Palavras-chave: Abortamento de frutos; fatores externos; fruticultura; infrutificação

INTRODUÇÃO

A produção de frutas no mundo em 2017 foi de aproximadamente 865 milhões de toneladas, com uma área de 65 milhões de hectares. O principal produtor de frutas é a China, seguido pela Índia e Brasil, os quais apresentaram, respectivamente, 92 e 39 milhões

de toneladas produzidas ⁽¹⁾. Aliada a produção de frutíferas está seu consumo, que vem aumentando devido à preocupação maior, por parte dos consumidores, por hábitos alimentares saudáveis ^(2,3).

A busca por maiores produtividade e frutas de qualidade se faz necessária afim de atender essa demanda ⁽⁴⁾, e com isso, entender aqueles que interferem direta ou indiretamente na produção, é essencial ⁽⁵⁾.

A redução da produção de frutíferas podem estar relacionadas a diversos fatores, como: sanidade, uma vez que plantas infectadas por determinados patógenos podem ter até 50% de perdas na produtividade, como é o caso da podridão amarga (*Glomerella cingulata*) na macieira (*Malus domestica*) ⁽⁶⁾; nutrição, que se relaciona ao estado nutricional das plantas para acúmulo de reservas, frutificação, boa relação folhas/ fruto, fotossíntese, síntese de hormônios, entre outros ⁽⁷⁾ e ambientais que se referem as condições de seca, temperatura, ventos e luminosidade ^(8,9).

De acordo com Wani et al. ⁽¹⁰⁾ (2010) as variáveis citadas podem conferir em uma redução na floração e pegamento de frutos, induzindo à infrutuosidade e além disso, impactar em baixos níveis de açúcar, frutos de tamanho reduzido, e baixa produtividade ^(11,12). A frutificação se refere ao estado em que uma planta é capaz de florescer, produzir frutos e também leva-los à maturidade. A sua incapacidade de realizar esse processo é chamada de infrutificação, em que em muitos casos, apesar de uma boa floração, a planta acaba não sendo eficaz no pegamento dos frutos ⁽¹⁰⁾.

A queda fisiológica de frutos é um processo que consiste na abscisão destes antes de se encontrarem maduros, podendo ocorrer por diversos fatores e impactam de maneira relevante na frutificação final ⁽¹³⁾.

A infrutificação é um grande problema para os fruticultores, e em muitos casos acaba por diminuir a produção e tornar o cultivo de frutas menos rentável. Dorđević et al. ⁽¹⁴⁾ (2019) citam que o aumento da frequência de temperaturas extremas podem impactar na redução da taxa de sucesso da fertilização, ocasionando baixa frutificação. Além disso, Peña Mojica e Carabali Muñoz ⁽¹⁵⁾ (2018) verificaram que a polinização é essencial para uma frutificação eficiente, a qual está susceptível a diversas situações.

Nesse sentido, compreender os fatores que levam à infrutuosidade, que se relaciona com a floração e pegamento dos frutos, é essencial para buscar métodos que possam contornar eventuais situações. O objetivo do presente estudo foi buscar, através da consulta em periódicos, os fatores que levam a essa condição, bem como os impactos que podem causar em floração, frutificação e produtividade.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo é uma revisão de literatura, realizada durante os meses de março a maio de 2021. A busca de informações foi realizada a partir da consulta de artigos científicos, indexados nas bases *Scielo*, *Web of Science*, *Scopus* e Periódicos Capes.

Os descritores utilizados foram: “productivity”, “fruit set”, “flowering”, “fruitful”, “abortion of fruits”, “pollination”, “nutrition”, “temperature”, “environmental factors”, “fruit drop” e “physiological”. A busca foi fixada apenas por literatura publicada nos últimos 22 anos, ou seja, publicações de 1999 a 2021.

Os trabalhos adquiridos foram analisados, e de acordo com a pertinência à temática foram definidos para serem abordados na revisão. Para serem considerados os artigos deveriam se relacionar à floração, pegamento de frutos e produtividade de frutíferas

e terem sido publicados preferencialmente em inglês em periódicos de alto fator de impacto ou qualis A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3 e B4.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A busca de dados nas bases proporcionou o encontro de oitenta e sete artigos que atenderam aos critérios de inclusão previamente estabelecidos. A infrutuosidade é um dos problemas que acometem os pomares, e pode ser ocasionada por diversos fatores, como por exemplo: idade do pomar, clima, disponibilidade de nutrientes e fatores antropogênicos, que são mencionados por Fernández-Martínez et al. ⁽¹⁶⁾ (2017).

Din et al. ⁽¹⁷⁾ (2019) e Wani et al. ⁽¹⁰⁾ (2010) mencionam diversos fatores associados a falta de frutificação, que envolvem, além dos já citados, desequilíbrio entre crescimento vegetativo e frutificação, falta de floração, inibição da produção de botões, esterilidade, entre outros. Os autores agrupam essas causas em duas categorias: fatores externos e internos. Os internos são subdivididos em: tendências evolutivas, e envolvem a presença de flores perfeitas e imperfeitas, heterostilia, peculiaridades estruturais, receptividade do estigma, flores abortivas ou pistilos ou óvulos abortados e pólen não viável; influências genéticas, se tratando da incompatibilidade, e fatores fisiológicos, que se relacionam com a polinização prematura e retardada, à condição nutritiva e idade da planta (Figura 1).

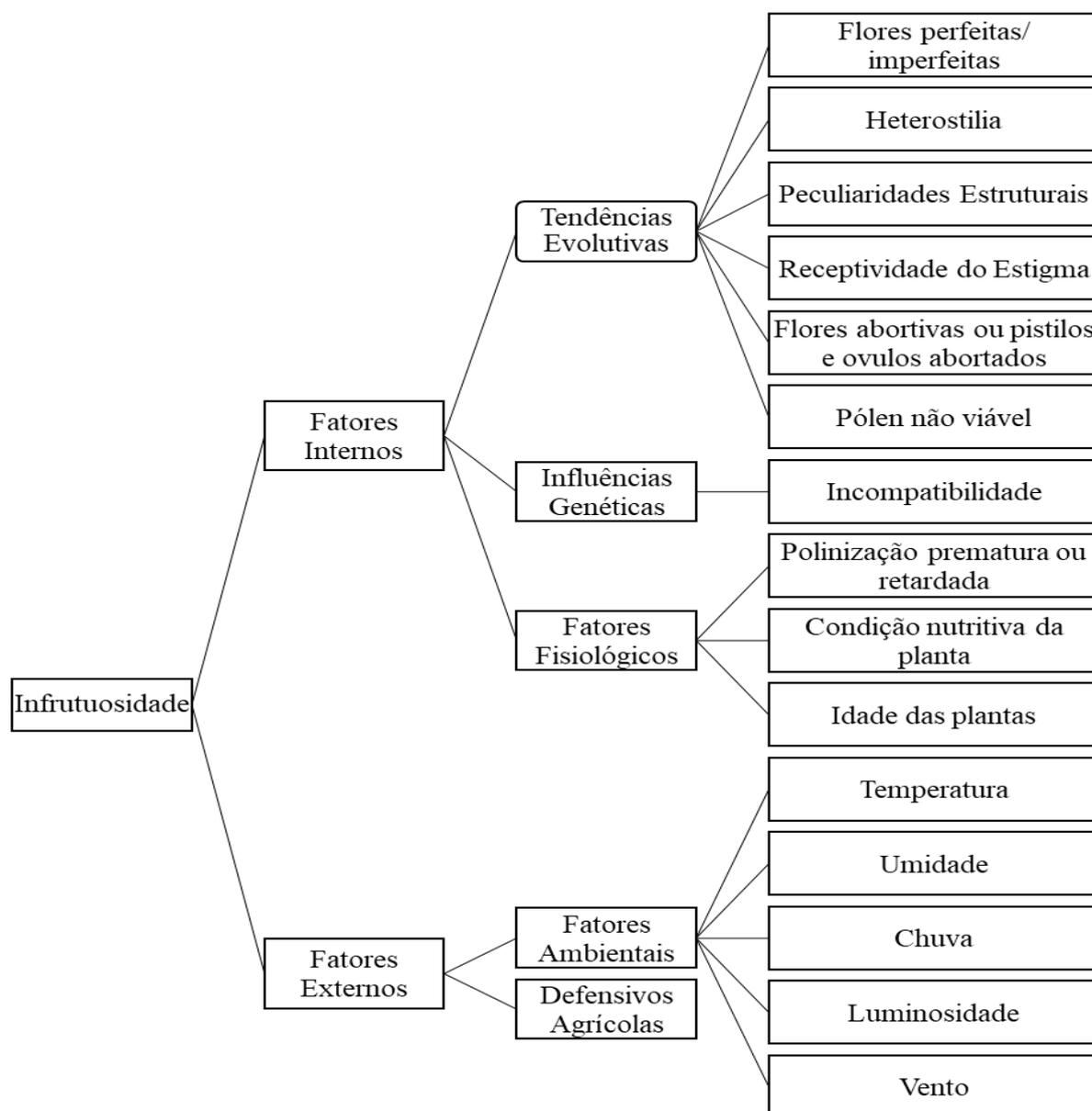


Figura 5. Fluxograma baseado nos fatores externos e internos envolvidos com a infrutuosidade, e seus respectivos sub intens.

Fonte: Din et al. ⁽¹⁷⁾ (2019) e Wani et al. ⁽¹⁰⁾ (2010).

Já os fatores externos, são subdivididos em fatores ambientais, como: temperatura, umidade, chuva, luminosidade e vento, e defensivos agrícolas, uma vez que podem afetar de diversas maneiras os processos relacionados a frutificação das frutas. A figura acima demonstra a divisão em categorias e subdivisões desses fatores, conforme Din et al. ⁽¹⁷⁾ (2019) e Wani et al. ⁽¹⁰⁾ (2010). Alguns desses fatores e subdivisões também são citados por Burgos, Albuquerque e Egea ⁽¹⁸⁾ (2004), Garratt et al. ⁽¹⁹⁾ (2013), Lee, Kim e Han ⁽²⁰⁾ (2009), Nava et al. ⁽²¹⁾ (2009), Ortega, Dicenta e Egea ⁽²²⁾ (2007) e Serra et al. ⁽²³⁾ (2016).

FATORES INTERNOS

Estão envolvidos aspectos internos às plantas, e são subdivididos em tendências evolutivas, influências genéticas e fatores fisiológicos.

TENDÊNCIAS EVOLUTIVAS

As tendências evolutivas se referem a aspectos inerentes as plantas, que podem estar relacionados a características mais primitivas ou àqueles que se relacionam a características genéticas ⁽²⁴⁾.

Flores Perfeitas e Imperfeitas

Dentro dos fatores de tendências evolutivas temos a presença de flores perfeitas e imperfeitas. Uma flor perfeita possui partes masculinas e femininas, enquanto que uma flor imperfeita pode ser estaminada (porção masculina funcional, possuindo somente estames) ou pistilada (porção feminina funcional, apresentando apenas pistilos) ⁽²⁵⁾. A partir disso, surgem os conceitos de plantas monoicas e dioicas.

Plantas monoicas são aquelas em que as flores masculinas e femininas se encontram na mesma planta, mas em diferentes locais ⁽²⁶⁾. Já as dioicas são aquelas em que as flores masculinas e femininas ocorrem em diferentes plantas ⁽²⁷⁾. Tais estruturas se relacionam com a frutificação pela necessidade de uma análise de layout e estruturação de pomares, levando em conta a necessidade de haver plantas de flores masculinas próximas as de flores femininas ^(26,28).

Heterostilia

A heterostilia é outro fator que se relaciona com as tendências evolutivas. Trata-se de um polimorfismo floral, em que as flores distinguem, de forma geneticamente determinada, no comprimento do estigma e das anteras. Em situações em que indivíduos apresentam flores de estames curtos e estilete longo, são chamadas de longistilas, enquanto que as que apresentam flores de estames longos e estilete curto, são denominadas brevistilas ^(24,29).

Essas diferentes formas das flores, podem causar diferenças no tamanho e número de pólen entre brevistilas e longistilas, o que pode comprometer a fertilidade dessas flores ⁽³⁰⁾. Esse comprometimento é citado por Stehlik, Caspersen e Barrett ⁽³¹⁾ (2006), os autores relataram que a depender do aparecimento de flores com dimorfismo floral a transferência de pólen e a consequente fertilização são afetadas.

Wani et al. ⁽¹⁰⁾ (2010) mencionam que a ocorrência da heterostilia é comum em frutíferas do gênero *Prunus*. Sua presença é relatada também por Singh et al. ⁽³²⁾ (2006), porém, nas cultivares Ganesh-1 e Kandhari, em romanzeira (*Punica granatum*). Os autores também avaliaram a queda de flores em ambas as cultivares e os resultados demonstram que flores com heterostilia do tipo brevistilas apresentaram maior queda em ambas as cultivares, sendo 78% para a Ganesh-1 e 81% para Kandhari. Já, flores com homostilia (ausência de polimorfismo floral) apresentaram 11,2% para a cultivar Ganesh-1 e 11,7% de queda para Kandhari.

Peculiaridades estruturais

As peculiaridades estruturais se referem à presença da dicogamia. A dicogamia é um fenômeno que ocorre em flores de vegetais, em que há um amadurecimento do gineceu e androceu, que representam respectivamente a porção feminina e masculinas das flores, em momentos diferentes ⁽³³⁾. Além disso, Naghiloo e Bockhoff ⁽³⁴⁾ (2020) citam que a dicogamia se refere à separação temporal das funções sexuais dentro de uma flor, sendo considerado um mecanismo eficaz para evitar a autofecundação.

A dicogamia possui alguns tipos, no presente estudo trataremos da protoginia e da protoandria. A dicogamia protândrica é conferida a espécies de vegetais em que o androceu se torna viável antes do gineceu, como ocorre com a gravioleira (*Annona muricata*). Já a protoginia, o gineceu se torna viável antes do androceu, situação que ocorre em bananeiras (*Musa spp.*) ^(33,35).

Meena et al. ⁽³⁵⁾ (2017) citam que essas peculiaridades, podem comprometer a frutificação de frutíferas, uma vez que, por se tratar de um mecanismo que favorece a polinização cruzada, a utilização de polinizadores é essencial. A influência da dicogamia é relatada por Campos et al. ⁽³⁶⁾ (2004), os autores protegeram flores de fruta-do-conde (*Annona squamosa* L.) de modo a forçar à autopolinização. Esse processo propiciou a ausência de formação de frutos, confirmando a essencialidade da polinização cruzada em plantas que apresentam a dicogamia.

Receptividade do estigma

A receptividade do estigma é o período em que este se encontra receptivo aos grãos de pólen para que ocorra a fertilização. Ou seja, é o tempo em que a flor é capaz de frutificar, desde que não haja limitação na polinização ^(10,37).

Sanzol, Rallo e Herrero ⁽³⁷⁾ (2003) buscando verificar qual o fator de maior responsabilidade em falhas na frutificação, avaliaram o efeito da receptividade do estigma, em pereiras (*Pyrus communis*) no decorrer de 10 dias. Os autores polinizaram flores de pereiras aos 0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias após a antese (abertura das flores) e verificaram a frutificação das plantas. A maior frutificação final se deu aos 0, 2 e 4 dias após a antese, enquanto que nos demais o valor foi diminuindo progressivamente. Os resultados demonstram que a receptividade estigmática é maior em momentos mais próximos à antese e está intimamente relacionada à produtividade da cultivar avaliada.

Além disso, Zanandrea et al. ⁽³⁸⁾ (2011) avaliaram a receptividade do estigma em diferentes cultivares de pessegueiro (*Prunus persica*) e relataram que o maior grau ocorreu 48 horas após a polinização, ocorrendo uma diminuição após esse período. Essa diminuição ao longo do tempo após a antese, na receptividade do estigma é relatada também em algumas espécies do gênero *Citrus* ⁽³⁹⁾, macieiras (*Malus domestica*) ⁽⁴⁰⁾, kiwizeiro (*Actinidia deliciosa*) ⁽⁴¹⁾, e cherimoieira (*Annona cherimola*) ⁽⁴²⁾.

Flores Abortivas e pistilos ou óvulos abortados

Esse fator ocorre em flores em desenvolvimento, através de interferências no desenvolvimento dos elementos que compõe suas partes. Como por exemplo causas relacionadas a óvulos e pistilos, os quais são relatados em ameixeiras (*Prunus domestica*) por Guerra et al. ⁽²⁸⁾ (2011), e em damasqueiro (*Prunus armeniaca* L.) por Julian, Herrero e Rodrigo ⁽⁴³⁾ (2010).

Demais causas relacionadas à formação das estruturas são relatados por Wani et al. ⁽¹⁰⁾ (2010), como: defeitos em embriões e óvulos em macieira (*Malus domestica*),

degeneração do pólen em kiwizeiro e defeitos no pistilo em noqueira-pecã (*Carya illinoensis*). As defeituosidades em embriões são também relatados por Ji et al. ⁽⁴⁴⁾ (2019) em videira (*Vitis vinifera*), por Chu, Lin e Chang ⁽⁴⁵⁾ (2015) em licheira (*Litchi chinensis*) e em cajuzeiro (*Anacardium occidentale*) por Bhattacharya ⁽⁴⁶⁾ (2005).

Tais situações podem ser eventuais, ou por características genéticas. Há relatos de que são relacionados à fatores externos, como altas temperaturas, falha na polinização, temperaturas, ocorrência de geadas, bem como idade da planta, situação nutricional e incompatibilidades ^(43,46).

Pólen não viável

A viabilidade do pólen corresponde a capacidade deste em se depositar no estigma, desenvolver o tubo polínico, e junto ao óvulo originar o embrião para posteriormente o fruto. Portanto, a sua não funcionalidade é um fator de destaque que pode levar a infrutuosidade ⁽⁴⁷⁾.

A viabilidade pode estar relacionada a fatores como temperaturas moderadas, alta umidade e intensidade de luz, as quais proporcionam sua redução ⁽¹⁷⁾, bem como fatores inerentes, como seu tamanho, conforme relatado por Kelly, Rasch e Kalisz ⁽⁴⁸⁾ (2002). Os autores sugeriram que a variação no tamanho dos grãos de pólen podem ser utilizados para estimar sua viabilidade.

Essa não viabilidade é relatada por Tello et al. ⁽⁴⁷⁾ (2018), como um dos fatores que explicam a frutificação pobre e o excesso da abscisão de flores em videira. Além disso, a presença de pólenes inviáveis também são citados em espécies selvagens de caricáceas potencialmente adequadas para a utilização no melhoramento do mamoeiro (*Carica papaya*), e também em cerejeira doce (*Prunus avium* L.). Qiu et al. ⁽⁴⁹⁾ (2021) verificaram que pólenes não viáveis (deformados) provocaram a abscisão de frutos em cerejeira.

INFLUÊNCIAS GENÉTICAS

As influências genéticas se relacionam com fatores genéticos que podem gerar a diminuição de frutificação das frutíferas, sendo a incompatibilidade o principal exemplo desse fator ⁽¹⁰⁾.

Incompatibilidade

A incompatibilidade é compreendida como a incapacidade de uma planta produzir zigotos após a polinização. A partir desse conceito, surge a autoincompatibilidade que se refere também a incapacidade de uma planta produzir zigotos, porém, após a autopolinização, ou seja, a ausência de capacidade de uma planta que seu auto poliniza originar zigoto, e conseqüentemente o fruto ⁽⁵⁰⁾.

Esse processo pode estar associado à processos físicos e bioquímicos, como o reconhecimento da composição genética do pólen pelo estigma, pode envolver secreções do tecido estigmático que impedem o desenvolvimento do tubo polínico ⁽⁵¹⁾ ou bloqueio das etapas iniciais de hidratação e germinação do pólen sobre o estigma ⁽¹⁸⁾.

A presença da autoincompatibilidade é relatada em várias cultivares de tangerina (*Citrus reticulata*) ⁽⁵²⁾, em macieira (*Malus dosmetica*) ⁽⁵³⁾, goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) ⁽⁵⁴⁾, ameixeira-japonesa (*Prunus salicina*) ⁽⁵⁵⁾, cerejeira doce (*Prunus avium*)

⁽⁵⁶⁾, maracujazeiro (*Passiflora alata*) ⁽⁵⁷⁾, algumas cultivares de mangueira (*Mangifera indica*) ⁽⁵⁸⁾, entre outras.

A presença da autoincompatibilidade em plantas, as tornam totalmente dependentes da polinização para a produção de frutos e sementes ^(52,59). Seu efeito na produtividade é relato por Guerra et al. ⁽²⁸⁾ (2011) em ameixeira, e em duas cultivares de mangueira (*Mangifera indica*) por Dutta et al. ⁽⁵⁸⁾ (2013). Os autores perceberam que as cultivares ‘Amrapali’ e ‘Mallika’ quando submetidas a autopolinização e polinização aberta, tiveram todos os seus frutos abortados na primeira situação, evidenciando a alta autoincompatibilidade dos materiais, seu efeito sobre o pegamento dos frutos de mangueira, e a necessidade da polinização aberta.

FATORES FISIOLÓGICOS

Os fatores fisiológicos envolvem aspectos de metabolismo e fisiologia das plantas que levam a infrutificação, queda de frutos ou uma floração inadequada. Podem ser divididos em: polinização prematura ou retardada, condições de nutrição e idade das plantas ^(17,60).

Polinização prematura ou retardada.

A polinização consiste no processo de transferências de pólen para a superfície do estigma, comumente vetorizada por abelhas ou mediada pelo vento, seguida por uma adesão dos grãos de pólen às células estigmáticas ⁽⁶¹⁾.

Esse processo pode ser influenciada por alguns fatores, e para que ocorra de maneira eficiente é importante que se leve em conta se há produção de pólen viável em grandes quantidades, se a floração de plantas polinizadoras e polinizadas é coincidente, há quantidade significativa de vetores de pólen, a distância entre apiários (conjunto de colmeias) é adequada, se há uso de inseticidas próximos ou até mesmo no próprio pomar, e a influência de mudanças climáticas ^(15,17).

As abelhas são os insetos mais bem adaptados a visita floral, razão pela qual se tornaram essenciais para a polinização e para a reprodução da maioria das plantas, incluindo as de interesse agrícola. Suas ações em polinização demonstram essa essencialidade em diversas plantas, principalmente aquelas que apresentam autoincompatibilidade ⁽⁶¹⁾.

Drummond ⁽⁶²⁾ (2020) cita que mirtilheiros (*Vaccinium angustifolium*) são altamente dependentes da polinização. Sua frutificação varia de 10 a 50% em campos que não possuem abelhas comerciais, enquanto que naqueles com altas densidades de abelhas, a frutificação é de até 80%. O autor também menciona que a queda de frutas na cultura pode ser ocasionada por uma polinização deficiente atrelada a diversos outros fatores endógenos e exógenos.

Outro trabalho que remete à importância da polinização é o de Peña Mojica e Carabali Muñoz ⁽¹⁵⁾ (2018) em abacateiro (*Persea americana*). Os autores determinaram o efeito da densidade de abelhas na polinização e nos frutos da cultura. Os resultados indicaram que quando não haviam colmeias, o número total de frutos e o peso dos frutos, por árvores, foram de 137,9 e 21,6 kg, ao passo que ao utilizarem 6 colmeias por hectare os valores foram de 231,3 e 46,2 kg, respectivamente.

O impacto positivo da polinização, resultando em maior frutificação e produção de frutos maiores e mais uniformes são também relatados por Zhang, Tateishi e Tanabe ⁽⁶³⁾

(2010) em cherimoya, nêspereira (*Eriobotrya japonica*), macieira e pereira. De acordo com Garibaldi et al. ⁽⁶⁴⁾ (2013) os altos rendimentos das safras, estão intimamente relacionadas ao gerenciamento para uma maior polinização por meio da adição de abelhas. Além disso, a riqueza na polinização, também propiciada por distintas espécies de polinizadores, devem diminuir a variância na frutificação das plantas.

Os motivos que levam a tais vantagens de uma polinização eficiente estão associados à visitação de insetos às flores, possibilitando um aumento na deposição de pólen em seus estigmas, a qual se relaciona com o crescimento do tubo polínico e a taxa de crescimento do fruto ^(63,64).

Condição nutricional da planta

A condição nutricional da planta, está relacionada e pode influenciar no número de flores na floração, longevidade de flores, viabilidade do pólen, receptividade do estigma, germinação adequada do pólen, formação do tubo polínico, formação das estruturas que compõe a flor, alta taxa de pegamento dos frutos, fertilização, translocação de substâncias aos frutos, rendimento em produção e peso de frutos. Tais situações podem aparecer em decorrência de seca, impossibilitando a absorção de íons; ausência ou deficiência de minerais no solo, pH do solo e entre outros fatores ⁽¹⁷⁾.

Muengkaew, Chairasart e Wongsawad ⁽⁶⁵⁾ (2017) citam que a aplicação de nutrientes para as plantas é uma das formas de melhorar a frutificação e a qualidade de frutas. Os autores testaram diferentes soluções de cálcio e boro na cultivar ‘Mahachanok’ em mangueira e constataram que a não utilização desses nutrientes proporcionou uma produção de 54,7 kg por planta, enquanto que a utilização em dose máxima a produção foi de 122,8 kg por planta. Os resultados para pegamento de frutos também são relevantes, uma vez que o controle evidenciou 34,2% de pegamento de frutos, enquanto que na dose máxima de cálcio e boro, foi de 76,7%. Resultados que podem ser atribuídos à maior capacidade de produção de pólen viável conferida pelo boro e ao melhor desenvolvimento dos tubos polínicos obtido pelo cálcio.

Os efeitos benéficos da nutrição das plantas na frutificação são também relatados em pereira japonesa (*Pyrus pyrifolia*) por aplicações de cálcio, boro e zinco ⁽²⁰⁾; em romãzeira (*Punica granatum*) ⁽⁶⁶⁾ através do mineral ferro; em mirtilheiro por meio do cálcio ⁽⁶⁷⁾; em aveleira (*Corylus avellana*) ⁽⁶⁸⁾, mas podem ser encontrados em todas as frutíferas.

De acordo com Arseneault e Cline ⁽⁶⁹⁾ (2017) a queda de frutos pode estar associada a deficiência de nutrientes. A deficiência de boro, geralmente o principal motivo da queda prematura de frutos, além do que já foi mencionado, está associada a deterioração celular e redução da distribuição de carboidratos para os elementos essenciais à sua formação. Outro mineral que pode estar associado à queda é o magnésio que está atrelado à redução da fotossíntese e limitação da produção da molécula de clorofila, e conseqüentemente a produção de fotoassimilados. Nesse sentido, fornecer nutrientes de maneira equilibrada às plantas é essencial para que seja possível diminuir tais reduções na frutificação.

Idade das plantas

Trabalhos envolvendo o efeito da idade dos pomares na produção e pegamento de frutos, são escassos, porém, sabe-se que conforme vão ficando mais velhos, a uma tendência em reduzir a produtividade. Tubelis, Salibe e Pessim ⁽⁷⁰⁾ (1999) avaliando a produção de pomar de laranjeiras aos oito até 27 anos, concluiu que a idade é capaz de

influenciar na produtividade dos pomares. Além disso, Bhattacharya ⁽⁴⁶⁾ (2005) menciona que conforme se avança na idade dos pomares de cajuzeiro, ocorre uma diminuição na produção de grãos de pólen viáveis.

FATORES EXTERNOS

Os fatores externos envolvem condições do ambiente bem como fatores antrópicos, como o efeito de defensivos agrícolas ⁽¹⁰⁾. Trata-se de elementos que induzem a resposta da planta a eventuais situações, que na maioria dos casos acabam por influenciar em aspectos de produtividade e qualidade ⁽⁴⁹⁾.

FATORES AMBIENTAIS

Os efeitos ambientais compreendem aqueles de ocorrência natural, como temperatura, umidade, chuva, luminosidade e vento. Tais eventos podem propiciar a facilitação de infecção de patógenos, favorecer o ataque de pragas, induzirem a ativação de hormônios que podem causar abscisão de frutos e folhas e comprometer o funcionamento adequado da fotossíntese ⁽⁴⁹⁾.

Temperatura

A temperatura tem grande importância na frutificação, uma vez que é capaz de afetar os processos que a envolvem, como por exemplo a polinização, uma vez que os voos dos polinizadores são limitados a temperaturas abaixo de 10°C ⁽⁷¹⁾, bem como as temperaturas mais elevadas ⁽⁷²⁾.

Temperaturas acima de 32°C podem favorecer a dessecação da superfície do estigma e podem também diminuir a longevidade do óvulo ⁽⁴⁹⁾. Em mirtilheiro, Yang et al. ⁽⁷³⁾ (2019) cita que as altas temperaturas podem provocar um desenvolvimento acelerado de pólen, aumentando o número de pólenes inviáveis ou reduzindo sua germinação, inibirem o número e o alongamento dos tubos polínicos, e por consequência causam baixa frutificação. Os autores também mencionam que as temperaturas baixas podem, similarmente às altas, diminuir a viabilidade do pólen e a receptividade do estigma.

A influência da temperatura também pode ocorrer na fixação dos frutos. O pessegueiro, necessita de acumular horas de frio, e tal evento pode ser afetado por um aumento de temperatura, causando uma diminuição na germinação dos grãos de pólen, bem como no pegamento dos frutos, que pode contribuir para produzir frutificações erráticas ^(38,74).

Umidade

A umidade se envolve com a frutificação, floração e o pegamento de frutos por promover o ressecamento das secreções estigmáticas quando em baixas quantidades ⁽¹⁷⁾. Além disso, possui influência no desenvolvimento vegetativo e no estado fitossanitário das frutíferas.

Youssef e Roberto ⁽⁷⁵⁾ (2020) avaliando diferentes fungicidas para o controle de diversos patógenos na macieira, como *Venturia inaequalis*, *Colletotrichum* spp., *Botryosphaeria obtuse*, *Oidium* spp., e etc, que são favorecidos sob condições de alta umidade, evidenciaram um abortamento de frutos de 40% quando não houve controle.

Resultados que evidenciam que a incidência de doenças está relacionada com o abortamento de frutos. Além disso, doenças como huanglongbing e a queda-dos-frutos (*Colletotrichum acutatum*) nos citros ^(76,77), necrose apical (*Alternaria alternata*) em aveleira (*Corylus heterophylla*) ⁽⁷⁸⁾, antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em mangueira ⁽⁷⁹⁾, também estão associadas à alta umidade e ao favorecimento na queda prematura dos frutos.

A umidade se relaciona ao aporte suficiente de água para a planta. Em situações de estresse hídrico pode ocorrer também o favorecimento do abortamento dos frutos nos citros ⁽⁸⁰⁾ e em azeitonas (*Olea europaea*), e no número final de frutos por árvore em macieiras ⁽⁸¹⁾.

Chuva

Cada frutífera possui um período de tempo em que não devem ocorrer precipitações no florescimento para que a polinização seja bem sucedida. Episódios de chuva durante a floração podem diminuir a distribuição de grãos de pólen, o número de grãos de pólen germinados no estigma, aumento da dificuldade na polinização e provocam a disseminação de doenças ^(10,82).

Em amêndoas, Ortega, Dicenta e Egea ⁽²²⁾ (2007) testaram o efeito da chuva em estigmas polinizados afim de descobrir as consequências no sucesso da fertilização, através da retenção dos grãos de pólen na superfície do estigma e da frutificação após diferentes simulações de chuvas. Os autores constataram que nas amêndoas a adesão do pólen no estigma é rápida, portanto, a influência negativa na frutificação só ocorre quando a chuva se dá antes do pólen pousar no estigma.

Luminosidade

A luminosidade está intimamente relacionada com a fotossíntese que por consequência está associada à respiração e absorção de íons. A baixa intensidade de luz, ocasionada por situações de alta nebulosidade ou sombra, podem reduzir as reservas de carboidratos nas árvores, portanto, com esse baixo acúmulo de amido durante o dia, a respiração pode esgotar uma grande parte das reservas da planta e com isso promover a abscisão de frutos ⁽⁸¹⁾. Esse efeito dos carboidratos é relatado na lichieira, por Peng et al. ⁽⁸³⁾ (2013). Os autores constaram a influência por meio de um anelamento em ramos que apresentavam frutos, comparados à condição normal. O anelamento impediu o transporte de carboidratos aos frutos e ocasionaram sua abscisão.

Azeitonas cultivadas em condições bem iluminadas costumam ser mais pesadas que as cultivadas em baixa intensidade de luz e também possuem maior porcentagem de óleo ⁽⁸⁴⁾. Na macieira, Zhu et al. ⁽⁸⁵⁾ (2011) verificaram que o sombreamento na cultura, pode promover uma queda de frutos de até 100%, ocasionada por fatores relacionados aos carboidratos.

Vento

O vento é um fator que pode colaborar com a polinização, mas também quando em excesso pode resultar em baixa frutificação, o que pode ser atribuído ao ressecamento do estigma. Culturas como pereira e framboeseira (*Rubus idaeus*) apresentam uma certa sensibilidade aos ventos, e nesse sentido, a utilização de quebra-ventos é essencial ⁽⁸⁶⁾.

DEFENSIVOS AGRICOLAS

A utilização de defensivos pode reduzir a polinização, no caso de inseticidas e consequentemente afetar atributos de produtividade. Além disso, podem também ser tóxicos as flores causando seu abortamento, reduzem a viabilidade do pólen, sua liberação e germinação, reduzem o crescimento do tubo polínico e por consequência, reduzem a frutificação ⁽¹⁷⁾.

Esse impacto é relatado por Imani, Keshavarzi e Hosseinava ⁽⁸⁷⁾ (2011), que testaram os impactos de fungicidas no desenvolvimento do pólen da amendoeira (*Prunus dulcis*), e constataram que todos os fungicidas resultaram em redução da germinação do pólen e alongamento do tubo polínico em amêndoas.

A utilização de herbicidas, como clomazone e o glyphosate, tem maior ocorrência nos meses de setembro e outubro, que coincide com a floração e a formação dos frutos em laranjeiras. A deriva de tais produtos em pomares, podem promover a queda prematura e a formação de manchas cloróticas em folhas e frutos e a morte de ramos ⁽⁸⁸⁾.

HORMÔNIOS VEGETAIS

Outro fator de destaque são os hormônios vegetais, os quais tem sua ação modulada por diversas situações, as quais estão envolvidas principalmente com estresses, que desencadeiam mudanças bioquímicas, moleculares e fisiológicas levando a importantes modificações de sinalização que podem atuar como aceleradores ou inibidores na abscisão de frutos ⁽⁸¹⁾.

Os hormônios etileno, ácido abscísico (ABA) e em alguns casos as citocininas, agem como aceleradores de abscisão, ao passo que a auxina e a giberelina desempenham ações na inibição desse processo. A biossíntese de etileno e a aplicação exógena pode provocar a abscisão de órgãos reprodutivos. Quanto ao ABA, grandes quantidade estimulam a síntese de etileno e provocam a abscisão. Já a citocinina pode acelerar o momento da abscisão ^(13,81).

CONCLUSÃO

Estresses externos e internos às plantas levam a perturbações que acabam por diminuir a floração, aumentar a abscisão de frutos e diminuir a frutificação. Esses eventos relacionam-se com a diminuição da fotossíntese, produção de grãos de pólen não viáveis ou com deformações, diminuição da receptividade do estigma, baixa absorção de nutrientes, diminuição do processo de polinização, ativação de hormônios que induzem a redução de elementos essenciais à frutificação, disseminação de doenças, inibição do desenvolvimento do tubo polínico, formação defeituosa de estruturas e etc.

O conhecimento dos processos envolvidos e o impacto deles na produção são essenciais para que possam ser contornados, possibilitando maior redução de seus efeitos, bem como tornar a o cultivo de frutas mais rentável e eficiente.

REFERÊNCIAS

1. DERAL. Fruticultura: Análise da Conjuntura. Paraná Governo do Estado Secretaria da Agricultura e do Abastecimento [Internet]. 2020 [citado 29 de maio de 2021]; Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-01/fruticultura_2020.pdf
2. Souza VR de, Aniceto A, Abreu JP, Montenegro J, Boquimpani B, Jesuz VA de, et al. Fruit-based drink sensory, physicochemical, and antioxidant properties in the Amazon region: Murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth and *verbascifolia* (L.) DC) and tapereba (*Spondia mombin*). *Food Science & Nutrition*. 2020;8(5):2341–7.
3. Tiburski JH, Rosenthal A, Deliza R, de Oliveira Godoy RL, Pacheco S. Nutritional properties of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) pulp. *Food Research International*. 2011;44(7):2326–31.
4. Szpadzik E, Zaraś-Januszkiewicz E, Krupa T. Storage quality characteristic of two minikiwi fruit (*Actinidia arguta*) cultivars: ‘Ananasnaya’ and ‘Bingo’ - A new one selected in Poland. *Agronomy*. 2021;11(1):134.
5. Lemoine NP, Doublet D, Salminen J-P, Burkepile DE, Parker JD. Responses of plant phenology, growth, defense, and reproduction to interactive effects of warming and insect herbivory. *Ecology*. 2017;98(7):1817–28.
6. Bragança CAD, Damm U, Baroncelli R, Massola JR NS, Crous PW. Species of the *Colletotrichum acutatum* complex associated with anthracnose diseases of fruit in Brazil. *Fungal Biology*. 2016;120(4):547–61.
7. Poojan S, Pandey D, Trivedi AK, Pandey AK, Pandey M. Efficacy of foliar application of nutrients on yield and quality of guava. *Journal of Environmental Biology*. 2020;41:1061–7.
8. Deluc LG, Quilici DR, Decendit A, Grimplet J, Wheatley MD, Schlauch KA, et al. Water deficit alters differentially metabolic pathways affecting important flavor and quality traits in grape berries of Cabernet Sauvignon and Chardonnay. *BMC Genomics*. 2009;10. Disponível em: <https://go-gale.ez132.periodicos.capes.gov.br/ps/i.do?p=AONE&sw=w&iissn=14712164&v=2.1&it=r&id=GALE%7CA202382959&sid=googleScholar&linkaccess=abs>
9. Diaz-Vivancos P, Faize L, Nicolás E, Clemente-Moreno MJ, Bru-Martinez R, Burgos L, et al. Transformation of plum plants with a cytosolic ascorbate peroxidase transgene leads to enhanced water stress tolerance. *Annals of Botany*. 2016;117(7):1121–31.
10. Wani IA, Bhat MY, Lone AA, Mir MY. Unfruitfulness in fruit crops: Causes and remedies. *AJAR*. 2010;5(25):3581–9.
11. Lammerich S, Kunz A, Damerow L, Blanke M. Mechanical crop load management (CLM) improves fruit quality and reduces fruit drop and alternate bearing in european plum (*Prunus domestica* L.). *Horticulturae*. 2020;6(3):52.

12. Seehuber C, Damerow L, Blanke M. Regulation of source: sink relationship, fruit set, fruit growth and fruit quality in European plum (*Prunus domestica* L.)—using thinning for crop load management. *Plant Growth Regul.* 2011;65(2):335–41.
13. Botton A, Eccher G, Forcato C, Ferrarini A, Begheldo M, Zermiani M, et al. Signaling pathways mediating the induction of apple fruitlet abscission. *Plant Physiology.* 2011;155(1):185–208.
14. Đorđević M, Cerović R, Radičević S, Nikolić D, Milošević N, Glišić I, et al. Pollen tube growth and embryo sac development in ‘Pozna Plava’ plum cultivar related to fruit set. *Erwerbs-Obstbau.* 2019;61(4):313–22.
15. Peña Mojica J, Carabali Muñoz A. Effect of Honey Bee (*Apis mellifera* L.) Density on Pollination and Fruit Set of Avocado (*Persea americana* Mill.) Cv. Hass. *Journal of Apicultural Science.* 24 de março de 2018;62.
16. Fernández-Martínez M, Vicca S, Janssens IA, Espelta JM, Peñuelas J. The role of nutrients, productivity and climate in determining tree fruit production in European forests. *New Phytologist.* 2017;213(2):669–79.
17. Din S, Wani RA, Wani AW, Nisar F, Farwah S, Rizvi S, et al. Fruit set and development: Pre-requisites and enhancement in temperate fruit crops. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry.* 2019;1203–16.
18. Burgos L, Albuquerque N, Egea J. Review. Flower biology in apricot and its implications for breeding. *Spanish Journal of Agricultural Research.* 2004;2.
19. Garratt MPD, Truslove CL, Coston DJ, Evans R, Moss ED, Dodson C, et al. Pollinator deficits in UK apple orchards. *Journal of Pollination Ecology.* 2013;12.
20. Lee S-H, Kim W-S, Han T-H. Effects of post-harvest foliar boron and calcium applications on subsequent season’s pollen germination and pollen tube growth of pear (*Pyrus pyrifolia*). *Scientia Horticulturae.* 2009;122(1):77–82.
21. Nava G, Dalmago G, Bergamaschi H, Paniz R, Santos R, Marodin G. Effect of high temperatures in the pre-blooming and blooming periods on ovule formation, pollen grains and yield of ‘Granada’ peach. *Scientia Horticulturae.* 2009;122:37–44.
22. Ortega E, Dicenta F, Egea J. Rain effect on pollen–stigma adhesion and fertilization in almond. *Scientia Horticulturae.* 2007;112(3):345–8.
23. Serra S, Leisso R, Giordani L, Kalcsits L, Musacchi S. Crop load influences fruit quality, nutritional balance, and return bloom in ‘Honeycrisp’ apple. *HortScience.* 2016;51(3):236–44.
24. Sakai S, Wright SJ. Reproductive ecology of 21 coexisting *Psychotria* species (Rubiaceae): when is heterostyly lost? *Biological Journal of the Linnean Society.* 2008;93(1):125–34.

25. Wang W, Hao H, Bai Q, Qi P, Su S, Fu X, et al. Hermaphroditism and fertility in *Pistacia chinensis* Bunge. Geological Society of America. 2015;1074:129–33.
26. Zhang L, Guo C, Lu X, Sun X, Liu C, Zhou Q, et al. Flower development of heterodichogamous *Juglans mandshurica* (Juglandaceae). Front Plant Sci . 2021;12. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2021.541163/full>
27. Campbell LG, Luo J, Mercer KL. Effect of water availability and genetic diversity on flowering phenology, synchrony and reproductive investment in summer squash. The Journal of Agricultural Science. 2013;151(6):775–86.
28. Guerra ME, Wunsch A, López-Corrales M, Rodrigo J. Lack of fruit set caused by ovule degeneration in Japanese plum. Journal of the American Society for Horticultural Science. 2011;136(6):375–81.
29. Aavik T, Carmona CP, Träger S, Kaldra M, Reinula I, Conti E, et al. Landscape context and plant population size affect morph frequencies in heterostylous *Primula veris*—Results of a nationwide citizen-science campaign. Journal of Ecology. 2020;108(6):2169–83.
30. Dessein S, Ochoterena H, De Block P, Lens F, Robbrecht E, Schols P, et al. Palynological characters and their phylogenetic signal in Rubiaceae. Bot Rev. 2005;71(3):354–414.
31. Stehlik I, Caspersen JP, Barrett SCH. Spatial ecology of mating success in a sexually polymorphic plant. Proc Biol Sci. 2006;273(1585):387–94.
32. Singh NP, Dhillon WS, Sharma KK, Dhatt AS. Effect of mechanical deblossoming on flowering and fruitset in pomegranate cvs. Ganesh-1 and Kandhari. Indian Journal of Horticulture. 2006;63:383–5.
33. Çetınbas A, Ünal M. An overview of dichogamy in angiosperms. RIPB [Internet]. 2014; 4(5). Disponível em: <https://updatepublishing.com/journal/index.php/ripb/article/view/2629>
34. Naghiloo S, Bockhoff RC. A combination of dichogamy and herkogamy mediates reproductive success in the desert shrub *Zygophyllum fabago*. Journal of Arid Environments. 2020;182:104279.
35. Meena A, Dutta F, Marak M, Pathak P. Dichogamy in fruit crops. International Journal of Agriculture Innovations and Research. 2017;5:889–90.
36. Campos R da S, Lemos EEP de, Oliveira JF de, Fonseca FKP da, Santiago AD, Barros PG. Polinização natural, manual e autopolinização no pegamento de frutos de pinheira (*Annona squamosa* L.) em Alagoas. Revista Brasileira de Fruticultura. 2004;26(2):261–3.
37. Sanzol J, Rallo P, Herrero M. Stigmatic receptivity limits the effective pollination period in 'Agua de Aranjuez' pear. Journal of the American Society for Horticultural Science. 2003;128:458–62.

38. Zanandrea I, Raseira M do CB, Santos J dos, Silva JB da. Receptividade do estigma e desenvolvimento do tubo polínico em flores de pessegueiro submetidas à temperatura elevada. *Ciência Rural*. 2011;41(12):2066–72.
39. Montalt R, Cuenca J, Vives MC, Navarro L, Ollitrault P, Aleza P. Influence of temperature on the progamic phase in *Citrus*. *Environmental and Experimental Botany*. 2019;166:103806.
40. Kon TM, Schupp MA, Winzeler HE, Schupp JR. Screening thermal shock as an apple blossom thinning method. I. stigmatic receptivity, pollen tube growth, and leaf injury in response to temperature and timing of thermal shock. *HortScience*. 2020;55(5):625–31.
41. Sanzol J, Herrero M. The “effective pollination period” in fruit trees. *Scientia Horticulturae*. 2001;90(1):1–17.
42. Lora J, Herrero M, Hormaza JI. Stigmatic receptivity in a dichogamous early-divergent angiosperm species, *Annona cherimola* (Annonaceae): Influence of temperature and humidity. *American Journal of Botany*. 2011;98(2):265–74.
43. Julian C, Herrero M, Rodrigo J. Flower bud differentiation and development in fruiting and non-fruiting shoots in relation to fruit set in apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Trees*. 2010;24:833–41.
44. Ji W, Guo R, Wang J, Jiao X, Yan Z, Chang Q, et al. Grey correlation analysis of physiological and biochemical factors in embryo abortion of seedless grape. *Acta Horticulturae Sinica*. 2019;46(8):1473–85.
45. Chu Y-C, Lin T-S, Chang J-C. Pollen effects on fruit set, seed weight, and shriveling of ‘73-S-20’ litchi- with special reference to artificial induction of parthenocarpy. *HortScience*. 2015;50(3):369–73.
46. Bhattacharya A. Age-dependent pollen abortion in cashew. *Current Science*. 2005;88:1169–71.
47. Tello J, Montemayor MI, Forneck A, Ibáñez J. A new image-based tool for the high throughput phenotyping of pollen viability: Evaluation of inter- and intra-cultivar diversity in grapevine. *Plant Methods*. 2018;14(1).
48. Kelly JK, Rasch A, Kalisz S. A method to estimate pollen viability from pollen size variation. *American Journal of Botany*. 2002;89(6):1021–3.
49. Qiu Z, Wen Z, Hou Q, Qiao G, Yang K, Hong Y, et al. Cross-talk between transcriptome, phytohormone and HD-ZIP gene family analysis illuminates the molecular mechanism underlying fruitlet abscission in sweet cherry (*Prunus avium* L.). *BMC Plant Biology*. 2021;21(1).
50. Pu Y, Huo R, Lin Q, Wang F, Chun X, Huang H, et al. Investigation and screening of chrysanthemum resources to identify self-compatible mutants. *Scientia Horticulturae*. 2021;281:109931.

51. Matzrafi M, Preston C, Brunharo CA. Review: evolutionary drivers of agricultural adaptation in *Lolium* spp. *Pest Management Science*. 2021;77(5):2209–18.
52. Santos RS da, Carneiro LT, Peroba de Oliveira Santos J, Silva MM da, de Oliveira Milfont M, Castro CC. Bee pollination services and the enhancement of fruit yield associated with seed number in self-incompatible tangelos. *Scientia Horticulturae*. 2021;276:109743.
53. Stavert JR, Bailey C, Kirkland L, Rader R. Pollen tube growth from multiple pollinator visits more accurately quantifies pollinator performance and plant reproduction. *Sci Rep*. 2020;10(1):1–9.
54. Finatto T, Santos K, Steiner N, Bizzocchi L, Holderbaum D, Ducroquet J, et al. Late-acting self-incompatibility in *Acca sellowiana* (Myrtaceae)1. *Australian Journal of Botany*. 2011;59:53–60.
55. Guerrero BI, Guerra ME, Rodrigo J. Establishing pollination requirements in japanese plum by phenological monitoring, hand pollinations, fluorescence microscopy and molecular genotyping. *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*. 2020;(165):e61897.
56. Patzak J, Henychová A, Paprstein F, Sedlák J. Utilization of molecular methods for evaluation of sweet cherry (*Prunus avium* L.) genetic resources. *Acta Horticulturae*. 2020;441–8.
57. Spadotti DMA, Bibiano LBJ, Rezende JAM. Unlikely transmission of Cowpea aphid-borne mosaic virus by hand pollination of passionflower. *Trop plant pathol* [Internet]. 2021; Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40858-021-00429-1>
58. Dutta SK, Srivastav M, Rymbai H, Chaudhary R, Singh AK, Dubey AK, et al. Pollen–pistil interaction studies in mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae*. 2013;160:213–21.
59. Kendall LK, Gagic V, Evans LJ, Cutting BT, Scalzo J, Hanusch Y, et al. Self-compatible blueberry cultivars require fewer floral visits to maximize fruit production than a partially self-incompatible cultivar. *Journal of Applied Ecology*. 2020;57(12):2454–62.
60. Singh P, Sharma KM. Advancement and efficacy of plant growth regulators in Ber (*Ziziphus mauritiana* lamk) a review. *Journal of Applied and Natural Science*. 2020;12(3):372–9.
61. Dresselhaus T, Franklin-Tong N. Male–female crosstalk during pollen germination, tube growth and guidance, and double fertilization. *Molecular Plant*. 2013;6(4):1018–36.
62. Drummond FA. Wild blueberry fruit drop: a consequence of seed set? *Agronomy*. 2020;10(7):939.

63. Zhang C, Tateishi N, Tanabe K. Pollen density on the stigma affects endogenous gibberellin metabolism, seed and fruit set, and fruit quality in *Pyrus pyrifolia*. *Journal of experimental botany*. 2010;61:4291–302.
64. Garibaldi L, Steffan-Dewenter I, Winfree R, Aizen M, Bommarco R, Cunningham S, et al. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science (New York, NY)*. 2013;339.
65. Muengkaew R, Chaiprasart P, Wongsawad P. Calcium-boron addition promotes pollen germination and fruit set of mango. *International Journal of Fruit Science*. 2017;17(2):147–58.
66. Davarpanah S, Tehranifar A, Zarei M, Aran M, Davarynejad G, Abadía J. Early season foliar iron fertilization increases fruit yield and quality in pomegranate. *Agronomy*. 2020;10(6):832.
67. Gerbrandt EM, Mouritzen C, Sweeney M. Foliar calcium corrects a deficiency causing green fruit drop in ‘draper’ high bush blueberry *Vaccinium corymbosum* l.). *Agriculture (Switzerland)*. 2019;9(3).
68. Liu J, Liu J, Zhang X, Wei H, Ren J, Peng C, et al. Pollen tube in hazel grows intermittently: Role of Ca²⁺ and expression of auto-inhibited Ca²⁺ pump. *Scientia Horticulturae*. 2021;282.
69. Arseneault MH, Cline JA. AVG, NAA, boron, and magnesium influence preharvest fruit drop and fruit quality of ‘Honeycrisp’ apples. *Canadian Journal of Plant Science*. 2017;98(3):741–52.
70. Tubelis A, Salibe AA, Pessim G. Relações entre a produção de laranja “Westin” e as precipitações em Botucatu, SP. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 1999;34(5):771–9.
71. Greenop A, Mica-Hawkyard N, Walkington S, Wilby A, Cook SM, Pywell RF, et al. Equivocal evidence for colony level stress effects on bumble bee pollination services. *Insects*. 2020;11(3).
72. Dag A, Eisenstein D, Gazit S. Effect of temperature regime on pollen and the effective pollination of “Kent” mango in Israel. *Scientia Horticulturae*. 2000;86(1):1–11.
73. Yang Q, Liu E, Fu Y, Yuan F, Zhang T, Peng S. High temperatures during flowering reduce fruit set in rabbiteye blueberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 2019;144(5):339–51.
74. Carpenedo S, Bassols M do C, Franzon RC, Byrne DH, Silva JB da, Carpenedo S, et al. Stigmatic receptivity of peach flowers submitted to heat stress. *Acta Scientiarum Agronomy*. 2020
75. Youssef K, Roberto SR. Premature apple fruit drop: Associated fungal species and attempted management solutions. *Horticulturae*. 2020;6(2).

76. Frare GF, Couto HTZ, Ciampi-Guillard M, Amorim L. The causal agent of citrus postbloom fruit drop, *Colletotrichum acutatum*, can survive on weeds. *Australasian Plant Pathology*. 2016;45(4):339–46.
77. Tang L, Vashisth T. New insight in Huanglongbing-associated mature fruit drop in citrus and its link to oxidative stress. *Scientia Horticulturae*. 2020;265.
78. Cheng YQ, Ming YT, Yang BW, Liu T, Liu JF. First report of *alternaria alternata* causing hybrid hazel (*Corylus heterophylla* × *C. avellana*) fruit drop in China. *Plant Disease*. 2017;101(2):382.
79. Chang C-H, Lin T-S, Yang W-J. Invading time of *Colletotrichum gloeosporioides* affects fruit drop and infection rate in “Irwin” mango (*Mangifera indica* L.). *Horticulture Environment and Biotechnology*. 2012;53(6):452–9.
80. Morgan KT, Zotarelli L, Dukes MD. Use of irrigation technologies for citrus trees in Florida. *HortTechnology*. 2010;20(1):74–81.
81. Sawicki M, Ait Barka E, Clément C, Vaillant-Gaveau N, Jacquard C. Cross-talk between environmental stresses and plant metabolism during reproductive organ abscission. *Journal of Experimental Botany*. 2015;66(7):1707–19.
82. Silva SR, Almeida NM, de Siqueira KMM, Souza JT, Castro CC. Isolation from natural habitat reduces yield and quality of passion fruit. *Plant Biology*. 2019;21(1):142–9.
83. Peng G, Wu J, Lu W, Li J. A polygalacturonase gene clustered into clade E involved in lychee fruitlet abscission. *Scientia Horticulturae*. 2013;150:244–50.
84. Reale L, Nasini L, Cerri M, Regni L, Ferranti F, Proietti P. The influence of light on olive (*Olea europaea* L.) fruit development is cultivar dependent. *Front Plant Sci* [Internet]. 2019.
85. Zhu H, Dardick CD, Beers EP, Callanhan AM, Xia R, Yuan R. Transcriptomics of shading-induced and NAA-induced abscission in apple (*Malus domestica*) reveals a shared pathway involving reduced photosynthesis, alterations in carbohydrate transport and signaling and hormone crosstalk. *BMC Plant Biol*. 2011;11:138.
86. Privé J-P, Allain N. Wind reduces growth and yield but not net leaf photosynthesis of primocane-fruited red raspberries (*Rubus idaeus* L.) in the establishment years. *Can J Plant Sci*. 2000;80(4):841–7.
87. Imani A, Keshavarzi M, Hosseinava S. Impacts of selected fungicides on pollen development in almond. *Acta Horticulturae*. 2011;912:757–8.
88. Foresti ER, Nepomuceno MP, Alves PLDCA, Foresti ER, Nepomuceno MP, Alves PLDCA. Simulação da deriva de clomazone e glyphosate em mudas de laranja “Hamlin”. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2015;37(2):367–76.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-26>

Capítulo 26

PERDAS PÓS-COLHEITA COMO DESAFIO PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL: REVISÃO

Vanessa Caroline de Oliveira¹, Mariana Cássia Silva², Fabrícia Queiroz Mendes³, Ronei Carlos de Oliveira⁴.

¹Estudante do Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal – UFV-CRP, E-mail: vanessa.c.oliveira@ufv.br, ² Agrônoma, FUPAC - mariana.fga@hotmail.com, ³ Docente Dr^a. do Instituto de Ciências Agrárias UFV-CRP, E-mail: fabricia.mendes@ufv.br. ⁴ Agrônomo, FUPAC - ronei_oliveira07@hotmail.com.

RESUMO: O agronegócio nos últimos anos tem passado por variações tanto na oferta de alimentos bem como no valor comercializado dos produtos. Isto tem gerado variações de preços, que tem sido sentido pelo consumidor final. Um dos gargalos em toda a logística do agronegócio é a grande perda de alguns produtos alimentícios. Este artigo teve por objetivo descrever o processo e causa de desperdícios e perdas de frutas e hortaliças e os desafios para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável. Com técnicas adequadas na colheita, na pós-colheita, beneficiamento, embalagem, transporte e comércio, é possível reduzir ou minimizar as perdas. As dificuldades de logística de transporte e gestão da produção do campo até o consumidor final são os maiores responsáveis pela perda e desperdício de alimentos, impactando no valor dos mesmos. Portanto conclui-se que é necessário a utilização de capacitação, informação e orientação de transporte correto, embalagens corretas a fim de minimizar perdas no setor agrícola e principalmente políticas públicas de unificação setorial entre produtor, distribuidor e consumidor.

Palavras-chave: Agroalimentação; deterioração; gestão; perdas pós-colheita; perdas quantitativas

INTRODUÇÃO

A cada ano a agricultura sustentável de alimentos vem se tornando uma prioridade para todo o sistema do agronegócio no Brasil e no mundo. A redução das perdas de alimentos vem sendo considerado pelos agricultores uma das principais prioridades de minimização de custos. No Brasil hoje, a perda de alimentos, considerando toda a cadeia produtiva (do campo até a chegada do alimento na mesa do consumidor) representa aproximadamente 28% do total produzido, (significando mais de 10 milhões de toneladas de alimentos). Esta perda diminui os ganhos do produtor e elevam o preço para o consumidor (1). Nos países como Estados Unidos, Austrália e Inglaterra, se concentra um dos maiores índices de perdas chegando a 36% no âmbito do varejo até o consumidor final, de tudo que é produzido no campo (2).

A perda considerável de alimentos desencadeou ações governamentais, institucionais e empresariais, no combate ao desperdício. Neste sentido, foi criando o SDG-12, (Desenvolvimento Sustentável Número 12), que tem por objetivo reduzir em 50% o

desperdício global de alimentos per capita até o ano de 2030, através de sistemas integrados e sustentáveis entre o campo e o consumidor final (3).

Este trabalho se justifica pelo reconhecimento de desperdícios de alimentos, e a necessidade de conhecer as metodologias estruturais em toda a cadeia agrícola, na busca para minimizar estas perdas e, conseqüentemente, reduzir preços ao consumidor final. O objetivo deste artigo foi descrever o processo e causa de desperdícios e perdas de alimentos, desafios para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável e desenvolver reflexões problematizadoras sobre a realidade do tema proposto.

Tipos de perdas em frutas e hortaliças e seus fatores causais

As perdas alimentares referem-se à diminuição da disponibilidade de alimentos para serem consumidos nas fases de produção, pós-colheita e durante o processamento, enquanto o desperdício é decorrente de práticas inadequadas adotadas em geral no varejo, residências domiciliares e restaurantes (4). Sendo assim, o desperdício de alimentos acontece devido a comportamentos intencionais, e a perda de alimentos acontece por ações não intencionais (5). Na Figura 1 está representada as causas das perdas na cadeia alimentar de pós-colheita.

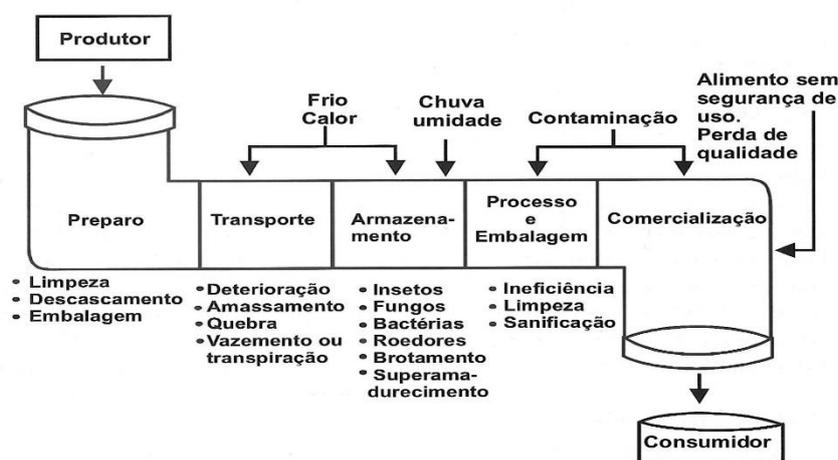


Figura 1- Causas de danos aos alimentos na cadeia de comercialização

Fonte: Adaptado (6, 7).

De maneira geral, as perdas podem ser caracterizadas em relação a termos quantitativos, qualitativos e nutricionais. As perdas quantitativas correspondem à perda de peso do alimento por perda de água ou de matéria seca. Nessa categoria também é incluído as perdas durante o manuseio inadequado de produtos agrícolas e perdas acidentais. Os dados baseados na perda de peso por umidade em frutas e hortaliças, são utilizados para monitorar a conservação do alimento (8). O nível máximo de perda de peso que é aceitável para produtos agrícolas varia em função de cada espécie (10). A Tabela 1 apresenta os dados médios de perda de peso máximo em vários produtos agrícolas.

Tabela 1 – Perda de peso máxima em % aceitável para produtos hortícolas

Produto	Perda de Peso (%)
Brócolis	4
Couve-flor	4
Alface	5
Cenoura	8
Laranja	5

Maçã	5
Morango	6
Pimentão	7
Tomate	7

Fonte: (11, 12).

As perdas qualitativas são caracterizadas por perdas no sabor e aroma e decomposição na aparência e textura, de acordo com padrões locais no comércio e consumidor. Essas perdas são de difícil análise pois na maioria das vezes são realizadas de modo subjetivo (9). As perdas nutricionais acontecem devido a reações metabólicas, que tem como consequência a diminuição dos nutrientes como vitaminas, lipídeos, proteínas e outros (7). O efeito dessas perdas conjuntas ou individuais levam a desvalorização do valor comercial do produto agrícola. Na Tabela 2 está representado alguns produtos agrícolas e a precibilidade dos mesmos. A sua vida útil depende de suas características físicas e também da atividade respiratória.

Tabela 2 – Classificação de frutas e hortaliças quanto a sua vida útil e % perdas

Precibilidade	Vida Útil (semanas)	Produtos	Perdas (%)
Muito elevada	<1	Folhosos, figo, morango	25-50
Elevada	1-2	Uva, goiaba, cenoura, pepino, pimentão	20-40
Moderada	2-4	Laranja, pêra, maçã, limão, cebola, batata	15-30
Baixa	>4	Abóbora, moranga, frutas secas, nozes	10-20

Fonte: (8)

As causas primárias das perdas pós-colheita são aquelas que acometem diretamente frutas e hortaliças e são classificadas da seguinte maneira (7):

- 1) **Biológicas:** Acometimento por insetos, roedores perdendo a qualidade por danos físicos e biológicos
- 2) **Microbiológicas:** Deterioração por fungos e bactérias nos alimentos armazenados. Podem sintetizar substâncias tóxicas, o que reduz ou limita a segurança para consumo do produto agrícola.
- 3) **Químicas:** Durante o armazenamento do produto agrícola pode ocorrer naturalmente alterações de sabor, cor textura. Pode ocorrer também outro tipo de contaminação com substâncias químicas prejudiciais à saúde, causando perda do alimento limitando sua segurança para consumo.
- 4) **Mecânicas:** amassamentos, quedas, cortes e outros devido ao manuseio incorreto
- 5) **Fisiológicas:** devido a taxa de respiração e elevada produção de etileno; perda de massa; amaciamento dos tecidos.

As causas secundárias diferente das causas primárias de perdas pós-colheita, acontecem por influencia humana. São consideradas como: pré-colheita e colheita inadequada, embalagem e manuseio incorreto; transporte inadequado, o não uso da cadeia do frio durante transporte e armazenamento de produtos agrícolas (7).

Locais de Perdas

A segurança e qualidade de frutas e hortaliças é determinado antes mesmo da sua colheita (13). Nesse processo de pré-colheita e colheita são indispensáveis o uso das Boas Práticas Agrícolas (BPA) para se obter uma matéria-prima vegetal de qualidade e para diminuição das perdas. A colheita depende da espécie, do período de colheita e da maturidade do produto agrícola. Pode ser caracterizada como colheita única ou múltipla.

Na colheita única, os produtos são colhidos todos de uma vez, já na colheita múltipla pode-se fazer várias colheitas em períodos diferentes em uma mesma planta. A operacionalização da colheita pode ser manual, semimecanizada e mecanizada (10,14).

Uma embalagem não adequada para o produto, se caracteriza como um local de perda. A embalagem evita danos nos frutos como machucaduras por impacto, amassamento por empilhamento e abrasão e tem como finalidade proteger frutas e hortaliças e também fazer sua identificação (15).

O transporte é um dos locais de perda pelos danos mecânicos que podem causar em frutas e hortaliças. A intensidade desses danos pode variar com a distância a ser percorrida e com o tipo de produto transportado, e também as condições das rodovias. As perdas durante o transporte podem ter as seguintes causas: ausência de refrigeração, embalagens impróprias, acúmulo de calor entre outros (7). Deve-se atentar as características do produto, tempo de transporte e embalagem para que o mesmo chegue ao centro de comercialização com qualidade.

No armazenamento podem ocorrer deterioração de frutas e hortaliças se não houver as técnicas de preservação adequadas e conhecimento da fisiologia de cada fruto. Algumas causas de perdas no armazenamento: temperatura inadequada, grau de maturação avançado, deterioração por ataque de patógenos devido a danos mecânicos anteriores (7). Os frutos no geral possuem uma alta taxa de respiração, o que conseqüentemente causa uma perda na qualidade. Nesse caso utiliza-se o resfriamento no armazenamento e também no transporte (14). A utilização de temperaturas inadequadas pode afetar a respiração, maturação, produção de etileno, perda de peso e também favorecer o desenvolvimento de microrganismos, deixando os frutos impróprios para comercialização e consumo (15).

As centrais de distribuição de alimentos também são locais de perda para frutas e hortaliças. Temperatura inadequada, falta de cuidado no manuseio e compra de volume superestimado são uma das causas do desperdício nesse setor (7). Na Figura 2 está representado os canais de comercialização para produtos agrícolas. É importante conhecer as particularidades de cada um e criar estratégias para minimização das perdas nessa etapa de comercialização. Tem que levar em consideração as exigências de cada canal como tipo da embalagem, qualidade do produto, e as formas de abastecimento, como a disposição dos produtos agrícolas em gôndolas ou em refrigeração (16).

Figura 2 – Canais de comercialização para frutas e hortaliças



Fonte: (16)

Na Tabela 3 é apresentado as principais causas e meios de prevenção de perdas em produtos de origem vegetal. Para cada causa há um meio de prevenção, é importante

observar e saber identificar essas causas para aplicação de tecnologias de preservação dos mesmos para diminuição de perdas.

Tabela 3 – Algumas causas e meios de controle em frutas e hortaliças

Produto	Causa das Perdas	Meios de Prevenção
Frutas e Hortaliças	Esmagamento	Colheita e manuseio com cuidado, embalagem adequada
	Apodrecimento	Sanitização, armazenamento a frio e uso de fungicidas
	Senescência	Armazenamento a frio, processamento em produto saudável e comercialização rápida
	Murchamento	Armazenamento com alta umidade relativa
	Apodrecimento	Armazenamento a frio, manter fruto intacto, sanitização.
	Brotamento	Colheita e manuseio com cuidado, aplicação substâncias químicas antibrotamento.

Fonte: (17)

Gestão Rural

O empreendedorismo e a gestão rural devem ser cotidianamente relevantes na tomada de decisões no planejamento e estratégias de comercialização e implantação de tecnologias adequadas para redução das perdas. A otimização é um processo contínuo, sistemático e criterioso, a ser realizado de forma macro (1).

A implementação do ciclo de gestão, representado na Figura 2, aumenta as possibilidades positivas a tomada de decisões para a redução de perdas da produção rural.

As atribuições gerais de um produtor rural que almeja sucesso, com a implementação do ciclo de gestão, deve estar focado em pesquisas e investindo em todo o ciclo envolvido até a chegada do produto ao consumidor final

Figura 2 - Ciclo da gestão em empresas rurais

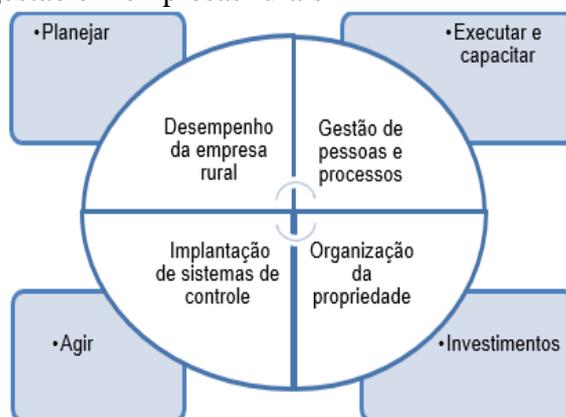


Figura 2 - Ciclo da gestão em empresas rurais

Fonte: Adaptado (1)

CONCLUSÕES

Conclui-se que as perdas de produtos agrícolas impactam diretamente de forma negativa dentro do sistema agroalimentício. O grande desafio para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável é o uso da tecnologia no campo, devendo abranger os comerciantes, produtores e centrais de distribuição de alimentos. É necessário a ampliação de infraestrutura de beneficiamento, fiscalização quanto à adesão de normas sanitárias e políticas públicas para redução das perdas de frutas e hortaliças.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

REFERÊNCIAS

1. Antunes LM, Engel A. Manual de Administração Rural: custos e produção. 1 ed. Editora Agropecuária; 1996.
2. Viana MCM, Albernaz WM, Alvarenga RC, Queiroz DS, Silva EA, Pinto Júnior ES, Albuquerque CJB, Lourenço JCC. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta em Propriedades Rurais. Cartilha. Embrapa; 2013.
3. Ipea. ODS 12: Consumo e produção sustentáveis. 2019. Acesso em: 10 ago 2021. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods12.html>.
4. Parfitt J, Barthel M, Macnaughton S. Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. Phil. Trans. The Royal Society. 2010;65:3065-3081.
5. Parry A, Bleazard P, Okawa K. Preventing food waste: case studies of Japan and the United Kingdom. Agriculture and Fisheries Papers. n. 76. OECD Publishing; 2015.
6. Booth RG. Post Harvest losses: a neglected área of concern. Agrobusiness Worldwide. 1980;2:38-45.
7. Chitarra MIF, Chitarra AB. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2 ed. rev. Editora Lavras; 2005.
8. Kader AA. Postharvest technology os horticultural crops. 3ed. University of California; 2003.
9. Bezerra, VS. Pós-colheita de Frutos. Documentos 51. Embrapa Amapá; 2003.
10. Finger FL, Vieira G. Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas. 1 ed. UFV; 2007.

11. Robinson JE, Browne KM, Burton WG. Storage characteristics of some vegetables and soft fruits. *Annals Applied Biology*. 1975;81:399-408.
12. Kays EJ. *Postharvest physiology of perishable plant products*. 1 ed. AVI Book; 1991.
13. Baptista P. *Sistemas de segurança alimentar na cadeia de transporte e distribuição de produtos alimentares*. 1 ed. Forvisão – Consultoria em Formação Integrada; 2006.
14. Ferreira MD, Magalhães PSG. Colheita. In: Ferreira MD. *Colheita e beneficiamento de frutas e hortaliças*. Embrapa Instrumentação Agropecuária; 2008.
15. Cenci SA. Boas Práticas de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças na Agricultura Familiar. In: Neto FN. *Recomendações Básicas para a Aplicação das Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação na Agricultura Familiar*. 1 ed. Embrapa Informação Tecnológica; 2006.
16. Rosa CILF, Moribe AM, Yamamoto LY, Sperandio D. Pós-colheita e comercialização. In: Brandão Filho JUT, Freitas PSL, Berian LOS, Goto R. *Hortaliças-fruto [online]*. EDUEM; 2018.
17. Bourne, MC. The world problem of postharvest food losses. *Industry and Environment*. 1981;4:3-5.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-27>

Capítulo 27

POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES NA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE ESPÉCIES FORRAGEIRAS DE CLIMA TROPICAL

Warley Rafael Oliva Brandão¹; Andréia Márcia Santos de Souza David²; Josiane Cantuária Figueiredo³ Simônica Maria de Oliveira⁴; Fernando Henrique Batista Machado⁵; Joelma Carvalho Martins⁵

¹Docente do Instituto Federal do Amapá - IFAP - e estudante do Curso de doutorado em Produção Vegetal no Semiárido - UNIMONTES; E-mail: warley.brandao@ifap.edu.br

²Docente/pesquisador do Depto de Ciências Agrárias - UNIMONTES; E-mail: andrea.david@unimontes.br

³Estudante do Curso de doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes – CCA- UFPel; E-mail: josycantuaria@yahoo.com.br

⁴Estudante do Curso de doutorado em Produção Vegetal no Semiárido - UNIMONTES; E-mail: simonica.agronomia@gmail.com

⁵Mestre em Produção Vegetal no Semiárido – UNIMONTES; E-mail: fernandobogard@yahoo.com.br; joelmacarvalhomartins@gmail.com

RESUMO: uma boa formação de pastagens começa pela qualidade da semente forrageira. O uso de sementes de baixa qualidade e a escolha indevida da forrageira influenciará diretamente na formação inicial do pasto. No entanto, as espécies forrageiras tropicais exibem algumas dificuldades, como a desuniformidade na maturação e dormência nas sementes, cujo aspectos como natureza, intensidade e persistência não estão totalmente esclarecidos. Além disso, a degrana natural das sementes é uma outra limitação à produção de sementes de espécies forrageiras tropicais, o que diminui a eficiência dos métodos de colheita e prolonga a emissão da inflorescência. Um dos principais problemas relacionados a comercialização de sementes forrageiras tropicais é a estacionalidade característica do mercado, a qual está intimamente associada à época de plantio de pastagens, que ocorre no período de chuvas. Outra dificuldade é ausência de informação legal sobre o uso alternativo para as sobras e descartes de sementes forrageiras quando não atendem os padrões mínimos de qualidade para comercialização.

Palavras-chave: colheita; dormência; maturação; pastagens

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor, consumidor e exportador de sementes de espécies forrageiras tropicais, responsável pela produção anual de mais de 150 mil toneladas (1), o que coloca as plantas forrageiras em uma das espécies mais importantes na indústria brasileira de sementes (2).

O expressivo desenvolvimento do setor exigiu que os produtores de sementes forrageiras tropicais, melhorassem a qualidade não apenas dos materiais, mas também durante todo o processo de produção de sementes (3). A produção de sementes de forrageiras está alcançando níveis tecnológicos adequados e coerentes com a importância

da atividade (4), no entanto, as espécies forrageiras tropicais exibem algumas dificuldades, como a desuniformidade na maturação e na degrana, além da dormência nas sementes, cujo aspectos como natureza, intensidade e persistência não estão totalmente esclarecidos (5).

Nesse sentido, a produção de sementes de plantas forrageiras tropicais é um investimento de alto risco, pois a obtenção de lucros nesta atividade está associada ao reconhecimento dos riscos inerentes. Cabe salientar que as cultivares dessas espécies vegetais apresentam características morfológicas, anatômicas, fisiológicas e, ou reprodutivas que variam amplamente (6).

Vale ressaltar ainda que as cultivares disponíveis foram melhoradas pelos seus potenciais de produção de forragem e não pelo potencial de produção de sementes, sendo que geralmente as condições edafoclimáticas apropriadas para que essas plantas expressem o máximo do seu potencial de produção de sementes, não coincidem com aquelas necessárias à maior expressão dos seus potenciais forrageiros. A *B. brizantha*, por exemplo, apresenta baixa produção de sementes em latitudes inferiores a 100° Sul, no entanto, essa espécie possui alto potencial de produção de forragem nesta mesma condição (7).

MERCADO ILEGAL DE SEMENTES

Estima-se que cerca de 60% do mercado brasileiro de sementes forrageiras é ilegal (8) o que culmina na queda da qualidade de sementes dessas espécies, uma vez que, como as plantas forrageiras apresentam características morfológicas, anatômicas, fisiológicas e, ou reprodutivas que variam muito, a comercialização ilegal de sementes forrageiras se configura como um mercado de alto risco (9).

Além disso, as condições edafoclimáticas e geográficas necessárias à maior expressão dos potenciais de produção de sementes, geralmente não coincidem com aquelas necessárias à maior expressão do potencial forrageiro (10).

BAIXA TAXA DE FORMAÇÃO DE SEMENTES

A baixa taxa de formação das sementes inclui diferentes causas, como o ataque por doenças fúngicas, por exemplo, espécies dos gêneros *Claviceps*, *Ustilago* e *Tilletia*; óvulos abortados, estéreis ou não fertilizados, devido a má formação de gametas; adversidades climáticas, como a ocorrência de chuvas ou ventos excessivos, forte radiação solar, umidade relativa ou temperaturas baixas; e deficiências nutricionais (2).

ASSINCRONISMO DE PRODUÇÃO

Devido principalmente a inexistência de características visualmente distinguíveis, indicadoras do grau de maturidade das sementes, com poucas exceções, à presença de mecanismos de dispersão temporal da produção, resultante de longos períodos de emergência das inflorescências e de antese e, portanto, também, de maturação das sementes imaturas, resultam em assincronismo da produção. Assim sendo, ocorre a limitação da eficiência na colheita (2).

A degrana natural das sementes é uma outra limitação à produção de sementes de espécies forrageiras tropicais, o que diminui a eficiência dos métodos de colheita e prolonga a emissão da inflorescência (11).

A degrana natural é uma característica negativa das gramíneas forrageiras, pois não consegue reter por muito tempo as sementes maduras conectadas às inflorescências, em decorrência do rompimento da camada de abscisão. Nesse sentido, a ruptura ocorre quando

a semente atinge a maturidade ou, anteriormente, caso ocorra estresses causados por chuvas excessivas, ventos fortes e deficiências nutricionais, por exemplo. (6).

Ou seja, a falta de sincronismo de emergência das inflorescências e o longo período de antese nas inflorescências individuais incidem no sincronismo da maturação das sementes, contribuindo para que se tenha uma grande variação no estágio de desenvolvimento das sementes, em qualquer momento do ciclo reprodutivo da planta (12).

DORMÊNCIA

A pesquisa relacionada a superação da dormência pode ser útil na avaliação da qualidade fisiológica em laboratório, mas principalmente em contribuir para o desenvolvimento de métodos que consigam comercializar as sementes com dormência parcial ou totalmente eliminada (5.).

Para reduzir a intensidade da dormência, existem estudos no caso de *U. humidicola*, por exemplo, nas quais as sementes recém-colhidas devem permanecer armazenadas por períodos de 6 a 9 meses, submetidas a tratamentos de escarificação com ácido sulfúrico antes da semeadura. Contudo, alguns resultados sobre a resposta das sementes dessa espécie para diferentes tratamentos de superação de dormência têm apresentado resultados inconclusivos (13).

A presença de dormência nas sementes das espécies forrageiras impõe maior conhecimento sobre a qualidade das sementes disponíveis no mercado, bem como a quantidade a ser utilizada no plantio. O uso de sementes de baixo valor cultural pode conduzir ao risco de semear uma quantidade abaixo do ideal, podendo, na maioria das vezes, ocasionar baixa densidade de plantas por área, possibilitando o surgimento de plantas daninhas (14).

COMERCIALIZAÇÃO DAS SEMENTES

Um dos principais problemas relacionados a comercialização de sementes forrageiras tropicais é a estacionalidade característica do mercado, a qual está intimamente associada à época de plantio de pastagens, que ocorre no período de chuvas. Em função disso, a manutenção das empresas necessita de bom planejamento financeiro, uma vez que o período de vendas – chuvoso - não coincide com o período que ocorre a maior parte dos gastos, que é o período da seca, quando são realizadas colheitas (2).

Outra dificuldade é a ausência de informação legal sobre o uso alternativo para as sobras e descartes de sementes forrageiras quando não atendem os padrões mínimos de qualidade para comercialização. Diferentemente, nos cereais, por exemplo, as sementes fora do padrão de comercialização podem ser vendidas como grãos. No caso das sementes de espécies forrageiras, a única alternativa é o descarte (2).

SANIDADE

Com a expansão da área cultivada de pastagens, principalmente de *B. decumbens* e *B. brizantha*, aumentou também o ataque das doenças. Associado a isso, houve carência de informações sobre a qualidade sanitária das sementes utilizadas, facilitando a introdução e disseminação de patógenos (15).

A definição dos padrões sanitários e o rigor no cumprimento da legislação de produção e comercialização de sementes forrageiras são fatores decisivos para se garantir

produtividade na pastagem e apresente ganhos econômicos satisfatórios desde sua formação (16).

COLHEITA

O método da colheita por varredura, tanto de forma manual ou mecânica, é considerado o método mais popular de colheita de sementes de gramíneas tropicais no Brasil. É um método que obteve muito sucesso em todas as cultivares de *P. maximum* e espécies de *Brachiaria*, exceto a *B. humidicola*, devido ao hábito estolonífero de crescimento, o que dificulta sua utilização. Neste método, todas as sementes produzidas pelas plantas, se acumulam sobre a superfície do solo ou em meio as plantas (6).

No entanto, um fator limitante é a grande quantidade de palhada acumulada, uma vez que sua permanência no campo acarreta em dificuldade para ser movida de um lado para outro do campo de produção, o que expõem as sementes que estão sobre a superfície do solo. Essa permanência no campo de um ano para outro diminui a produtividade de sementes para a próxima safra, pois inibe o perfilhamento das touceiras encobertas e aumenta a quantidade de impurezas nas sementes colhidas. Em diversas regiões do Brasil, a queima foi a alternativa que resolveu por muitos anos este problema. No entanto, com a legislação ambiental ficando mais rigorosa, esta prática ficou indisponível (2).

O método da colheita automatizada é eficiente na operação de colheita, porém sua capacidade de trabalho é baixa, o que raramente ultrapassa 15 hectares por dia, ou seja, quando se tem poucas máquinas para colher grandes áreas, a colheita deverá começar antes e finalizar após a época ideal, podendo comprometer a qualidade fisiológica das sementes. Isto ocorre porque geralmente o período ideal de colheita ocorre durante 7 dias, sendo que após esse período grande quantidade de sementes se desprende das inflorescências e cai ao solo, tornando-as indisponíveis para este tipo de colheita (6).

POTENCIALIDADES

Um grande potencial é que o Brasil atua sozinho no mercado internacional de sementes de forrageiras tropicais, não apresentando concorrência com outro país neste segmento. O Brasil é o maior exportador mundial do insumo, maior produtor e consumidor. No ano de 2015, por exemplo, o Brasil exportou mais de 8 mil toneladas de sementes de forrageiras tropicais, lhe rendendo um saldo positivo na balança comercial, com mais de 47 milhões de dólares (17).

Alguns países tem grande participação na compra de sementes de espécies forrageiras do Brasil, dentre eles, Venezuela, Colômbia, Panamá, México, Paraguai, Bolívia, Nicarágua e Guatemala (8). Segundo os autores, os maiores estados brasileiros produtores de sementes são Minas Gerais, Bahia, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Em 2015, por exemplo, obtiveram juntos na safra o equivalente a mais de 64 mil toneladas de sementes de espécies forrageiras tropicais.

O mercado nacional de sementes forrageiras sofreu transformações positivas na última década, como o uso de sementes de boa qualidade para o estabelecimento de pastagens. Desde o ano 2000, o mercado consumidor começou a exigir qualidade e certificação das sementes forrageiras, pressionando as empresas a desenvolverem melhorias no padrão de qualidade, como na pureza física e na germinação (18).

Ainda que na última década as pesquisas relacionadas aos programas de melhoramento e ao número de cultivares de espécies forrageiras tropicais lançadas no comércio, a preferência ainda dos consumidores são pelas cultivares tradicionais. Poucas

foram as cultivares lançadas que impactaram a pecuária brasileira, como a *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, o *Panicum maximum* cv. Colômbio, o *Panicum maximum* cv. Aruana e, possivelmente, o *Panicum maximum* cv. Mombaça (19). Segundo o autor, essas cultivares não acrescentam aumentos significativos na produtividade, ou possuem características de manejo ainda não tão bem incorporadas pelo pecuarista, por falta de conhecimento da cultivar, de como manejá-la e explorar o seu potencial.

CONCLUSÕES

A etapa mais limitante da produção é a colheita, sendo que o bom planejamento antes mesmo do plantio determina a eficiência desta etapa. A disponibilidade de equipamentos e as características de produção de sementes de cada espécie ou cultivar devem ser considerados para produção de sementes forrageiras de alta qualidade.

As atividades de produção e comércio de sementes de forrageiras tropicais, apesar de caracterizarem-se por alto risco comercial e biológico, oferecem boas oportunidades de lucros aos que reconhecem seus riscos potenciais e dominam as tecnologias apropriadas.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) e ao Instituto Federal do Amapá (IFAP) pela oportunidade de realização desta pesquisa e apoio técnico; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão de bolsas de estudo e apoio financeiro..

REFERÊNCIAS

1. Oliveira MA da S de O, Verzignassi JR, Barrios SCL, Fernandes CD, Valle CB do, Libório CB. Manejo para produção de sementes de *Brachiaria spp.* In: Jornada Científica Embrapa Gado de Corte [Anais...] Brasília: Embrapa, 2017.
2. Souza FHD. Produção de sementes para Pastagens Tropicais e Subtropicais. Forragicultura. Ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros.2013;24:367-380.
3. Oliveira S, Ludwig MP, Crizel RL, Lemes ES, Lucca Filho OA. Amassamento durante o manejo do cultivo: efeito no rendimento e na qualidade desementes de soja. Bios Jour. 2014;30: 1059-1069.
4. Pereira FAR, Ornelas A J, Hidalgo E. Avaliação do herbicida metsulfuron-methyl no controle de plantas daninhas em área de produção de sementes de pastagens. Rev Bras Her. 2000;1:179-184.
5. Martins L, Silva WR. Efeitos imediatos e latentes de tratamentos térmico e químico em sementes de *Urochloa brizantha* cultivar Marandu. Rev Brag. 2003;62:81-88.

6. Souza FHD. Produção de sementes de gramíneas forrageiras tropicais. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2001. (Documentos, 30).
7. Hopkinson JM, Souza FHD de, Diulgheroff S, Ortiz A, Sánchez M. Reproductive physiology, seed production, and seed quality of *Brachiaria*. In: Miles, JW, Maass BL, Valle CB do (eds). *Brachiaria: biology, agronomy, and improvement*. Colombia: CIAT, 1996:124-140.
8. Treichel M, Carvalho C, Beling RR. Anuário Brasileiro de Sementes 2016. Editora Gazeta Santa Cruz. Santa Cruz do Sul, 2016;72p.
9. Hacker, JB. Crop growth and development:vgrasses. In: Lock DS, Ferguson JE (Ed.). Forage seed production: 2. Tropical and subtropical species. Wallingford : CAB International, 1999. Chapter 2, p.41-56.
10. Diminiciis, BB, Vieira HD, Silva RF da, Abreus, BR de, Araújo SA do C, Jardim JG. Adubação Nitrogenada, Potássica e Fosfatada na Produção e Germinação de Sementes de Capim Quicuío-da-Amazônia. Rev Bra Sem. 2010; 32:059-065.
11. Humphreys LR, Riveros F. Tropical pasture seed production. Roma: FAO1986. 203 p.
12. Costa NMS de. Regionalização da produção de sementes de plantas forrageiras em Minas Gerais. Informe Agropecuário. 1984;10:18-23.
13. Costa CJ, ARAUJO B, BÔAS HDCV. Tratamentos para a superação de dormência em sementes de *Urochloa humidicola* (Rendle) Schweick. Pes Agrop Trop. 2011; 41:519-524.
14. Peron AJ, Evangelista AR. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. Ciên Agrot. 2004; 28:655-661.
15. Vechiato HM, Aparecido CC. Fungos em sementes de gramíneas forrageiras: restrição fitossanitária e métodos de detecção. São Paulo: Instituto Biológico, 2008. (Comunicado técnico, 89).
16. Lopes J, Fortes CA, SOUZA RM. Importância da qualidade da semente para o estabelecimento de pastagens. PUBVET. 2009; 3:1-16.
17. Agrostat, Mapa. Indicadores Gerais Agrostat. - Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro 2016. [acesso em 9 Mai 2020]. Disponível em: <<http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>>.
18. Teodoro AL, Moraes MVM, Longo ML, Júnior JR, Junior FMV, Luz, DF. Influência do revestimento de sementes e tratamento com inseticida no desenvolvimento e características nutricionais da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5 Vitória. Ver Agrar. 2011;4:213-221.
19. Ferreira S. Cenário do mercado de sementes de forrageiras no Brasil: da produção ao comércio. Abrasem, Anuário. 2016;24-29.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-28>

Capítulo 28

PROTOCOLO DE DESINFESTAÇÃO PARA ESTABELECIMENTO *IN VITRO* DE GÉRBERAS

Tarcisio Rangel do Couto¹; João Sebastião de Paula Araujo

¹Técnico em Agropecuária, Campus do Valonguinho, Universidade Federal Fluminense - UFF. Docente da Universidade Santa Úrsula - USU e da Universidade de Vassouras Campus Maricá; E-mail: tarcisiorcouto@yahoo.com.br

²Docente do Departamento de Fitotecnia, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ. E-mail: araujoft@ufrj.br

RESUMO: A gérbera (*Gerbera jamesonii* Bolus Ex. Hook), pertencente à família Asteraceae, é considerada uma das flores de corte mais populares do mundo, devido a diversidade de cores e formas das flores. O método de propagação vegetativa *in vivo* é feito pelo uso de estacas de rizoma, no entanto, a multiplicação por meio deste método é muito lenta para ser comercialmente viável. A propagação vegetativa *in vitro* é comumente usada para obtenção de novas mudas de forma mais rápida e larga escala. Um protocolo de micropropagação é composto pelas fases de estabelecimento, multiplicação, enraizamento e aclimatização. O objetivo deste trabalho foi estabelecer um protocolo de desinfestação para estabelecimento *in vitro* de gérberas. 14 genótipos de gérberas pertencentes ao banco de germoplasma da UFRRJ foram estabelecidos *in vitro* utilizando folhas com pecíolo como explante inicial. Houve a perda de sete genótipos por contaminação na fase de estabelecimento *in vitro* e sete apresentaram resposta morfogênica.

Palavras-chave: Cultivo *in vitro*, *Gerbera jamesonii*, Micropropagação.

INTRODUÇÃO

A gérbera é uma planta herbácea, pertencente à família Asteraceae e originária da África do Sul. As folhas têm formato em roseta e do pecíolo de algumas delas evoluem os brotos florais que desenvolvem pedúnculos com inflorescência terminal em capítulo. Nos últimos anos, teve um crescente interesse pelos tipos de corte, pois suas flores mostram boa durabilidade e uma variação de cores que satisfaz os mercados mais exigentes (1).

Rosa, violeta, branca, amarela e vermelha são as cores em ordem de preferência, e a crescente tendência na diversidade é apresentada em mais de 300 variedades que são lançadas a cada ano. Em função da variedade de cores, evidencia-se como cultura de elevado valor comercial, tanto para o mercado interno quanto para a exportação, com destaque nos principais centros de comercialização (2).

Existem dois métodos para a propagação da gérbera: sexual e vegetativo. Por ser uma planta de polinização cruzada, a propagação via semente não é muito interessante comercialmente, pelo fato de haver segregação na progênie o que torna a produção desta pouco interessante dada à variação produzida. Por isso, o emprego da cultura de tecidos vegetais (micropropagação) tem sido crescente para essa espécie, tornando-se uma

alternativa bastante viável para sua propagação assexual. O método mais indicado para o estabelecimento inicial da cultura é o que emprega meristemas. Entretanto, ele demanda um grande número de plantas adultas, que são destruídas para o fornecimento de explantes iniciais (3; 4). Dessa forma, a utilização de explantes como folhas, representa uma alternativa de propagação *in vitro* de gérbera.

A micropropagação possui várias etapas, desde a escolha da planta-mãe até a formação do clone. Primeiramente é necessário escolher uma planta que possua características desejáveis para serem clonadas, sendo que duas das principais delas são a adaptabilidade ao clima local e boa produtividade. Em seguida se faz necessário a desinfestação do material escolhido e do meio nutritivo que virá a ser utilizado. Posteriormente a multiplicação dos propágulos, enraizamento e aclimatização em ambiente *ex vitro* (5). Para que todas essas etapas sejam realizadas, são utilizados protocolos. Sendo que estes são procedimentos padrões para propagar uma espécie *in vitro*.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi estabelecer um protocolo de desinfestação *in vitro* de gérberas usando folhas com pecíolo como explante inicial.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de cultivo *in vitro* foi conduzido no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais – LCTV, Instituto de Agronomia – IA, Departamento de Fitotecnia – DFITO da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Seropédica-RJ.

O material vegetal utilizado como explante inicial foi obtido de 14 plantas matrizes de gérberas ('Pacific', 'Igloo', 'Igor', 'Mephisto', 'Orange Dino', 'Kozak', 'Lionela', 'Orca', gérbera amarela 1 - "GA1", gérbera rosa 1 - "GR1", Gérbera laranja 1 - "GL1", gérbera amarela 2 - "GA2", gérbera rosa 2 - "GR2", Gérbera laranja 2 - "GL2") mantidas em casa de vegetação no Setor de Horticultura – IA – DFITO.

Foram selecionadas folhas jovens com pecíolo com tamanho de aproximadamente 5 a 9 cm e com aparência saudável, sem manchas e sem sinais de pragas e doenças. Em todas as gérberas utilizadas foram extraídas folhas de 15 plantas diferentes, e quatro folhas/planta, sendo 60 explantes por gérbera e total de 840 explantes iniciais.

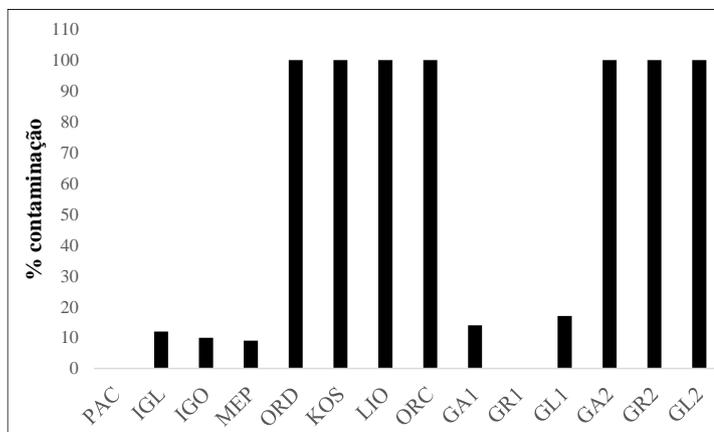
Após serem retiradas, as folhas foram colocadas em frasco com água e levadas ao laboratório, em seguida, lavadas em água corrente, imersas em solução com detergente neutro por 10 minutos sob agitação, enxaguadas em água corrente e transferidas para câmara de fluxo laminar e submetidas à desinfestação com álcool 70% por 1 minuto, seguido por hipoclorito de sódio comercial (Qboa[®]) a 0,75% e 3 gotas de tween 20 por 15 minutos, enxaguadas uma vez em água destilada autoclavada, submergidas em solução de Virkon S[®] (Chermous[®]) a 0,50% por 10 minutos e quatro enxagues em água destilada autoclavada nos tempos de 5, 5, 10 e 10 minutos.

Os explantes foram inoculados em frasco tipo condimento (120 x 25 mm) contendo 15 mL meio de cultura constituído pela formulação salina de MS (6) (Phytotechnology Laboratories[®]), 30 g L⁻¹ de sacarose P.A (Isofar[®]), na consistência sólida com 7,5 g L⁻¹ de Agar (Vetec[®]), e o pH ajustado para 5,8 antes da autoclavagem por 15 minutos a 1,0 atm. e 121 °C.

Os frascos foram transferidos para sala de crescimento com fotoperíodo de 16:8 (luz:escuro), irradiância em torno de 35 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ fornecida por lâmpadas (OSRAM[®], luz do dia). Após 30 dias foi feita a avaliação da resposta morfogênica e porcentagem de contaminação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 30 dias de cultivo *in vitro*, a figura 1 mostra a porcentagem de contaminação dos explantes dos genótipos de gérbera.



Legenda: PAC-‘Pacific’, IGL-‘Igloo’, IGO-‘Igor’, MEP-‘Mephisto’, ORD-‘Orange Dino’, KOS-‘Kozak’, LIO-‘Lionela’, ORC-‘Orca’, GA1-gérbera amarela 1, GR1-gérbera rosa 1, GL1-gérbera laranja 1, GA2-gérbera amarela 2, GR2-gérbera rosa 2 e GL2-gérbera laranja 2.

Figura 1 - Porcentagem de contaminação dos explantes de gérberas no estabelecimento *in vitro*.

De acordo com a figura 1, observou-se que metade dos genótipos apresentaram 100% de contaminação dos explantes. Alguns genótipos exibiram uma média de 10% de contaminação e os genótipos ‘Pacific’ e GR1 não tiveram contaminação nos explantes.

Devido à grande quantidade de material perdido, foi feita a identificação dos frascos com contaminantes fúngicos de todos os genótipos utilizados. O isolamento e identificação foram feitos no Laboratório de Fitopatologia – FITOLAB-DFITO-IA-UFRRJ.

Na avaliação das contaminações foram encontrados os fungos *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium*, *Aspergillus*. Para as contaminações bacterianas não foram feitas identificações, sendo as mesmas constatadas pelo aspecto visual e presença de pus bacteriano.

Na cultura de tecidos vegetais, após a escolha do explante, procedimentos para a desinfestação dos mesmos são realizados anteriormente ao estabelecimento, com o objetivo de eliminar a população microbiana nele presente e assim permitir o cultivo *in vitro*. Na natureza as plantas coexistem com uma ampla gama de microrganismos presentes nos seus diversos órgãos, no entanto, na cultura de tecidos esses microrganismos podem levar indiretamente à morte dos explantes, devido à competição pelos nutrientes do meio de cultura e por, geralmente, excretarem substâncias tóxicas aos tecidos no meio de cultura (7). Esses microrganismos podem ser encontrados em diferentes tecidos quando utilizados como explantes, como por exemplo, ápice caulinar, gemas axilares, explantes de raiz, flores e caule (8).

Dentre os contaminantes mais frequentes no cultivo *in vitro* de plantas estão os fungos filamentosos, as bactérias e as leveduras. Muitos destes não são patogênicos às plantas no campo, entretanto, tornam-se patogênicos na condição *in vitro* durante os processos de micropropagação (8). A diferença básica entre esses contaminantes está no

fato de que a ocorrência de fungos e leveduras é facilmente percebida no meio de cultura, após poucos dias de cultivo, facilitando a eliminação do material contaminado. As bactérias, por serem muitas vezes de difícil visualização, nem sempre sua presença é evidenciada no início do cultivo, sendo sua disseminação facilitada entre materiais durante as etapas da multiplicação (9).

A determinação exata da fonte de contaminação, muitas vezes é difícil, uma vez que os contaminantes podem ser introduzidos em várias etapas no processo de micropropagação. Porém, existem formas de prevenir o aparecimento de contaminações, fazendo-se o controle sistemático de todas as etapas de propagação bem como na área laboratorial (10).

Em princípio, existem quatro fontes de contaminação: a fonte de explante, o meio nutritivo, o ambiente e o operador. O mais importante destes é o explante que deve ser submetido à desinfestação antes de sua inoculação, a fim de eliminar microrganismos exógenos. Neste sentido, para prevenir ou eliminar a contaminação, várias pesquisas têm sido realizadas, as quais vão desde os estudos de medidas de assepsia até o uso de meio de cultura com produtos antimicrobianos (11; 12).

Embora as contaminações tenham causado a perda de metade dos genótipos, o protocolo de desinfestação utilizado neste trabalho foi o mais eficiente quando comparado a experimentos executados anteriormente, em que variou-se o tipo de explante (Capítulo floral jovem, capítulo floral aberto, meristema apical de brotação) e desinfetante (dióxido de cloro, água oxigenada e hipoclorito de cálcio). Também é importante destacar que dois genótipos não tiveram nenhuma contaminação.

Para minimizar a contaminação microbiana, inúmeros protocolos de desinfestação de gérbera são relatados por diversos autores.

(13) visando a regeneração de plantas *in vitro*, utilizaram como explantes iniciais Capítulos florais jovens fechados (0,5-0,7 cm de diâmetro) e seguiram a desinfestação: 2 minutos em álcool 70% - 20 minutos em hipoclorito de sódio a 1,5% - sucessivos enxagues em água destilada autoclavada. Os explantes foram divididos em três pedaços e inoculados *in vitro*.

(14) utilizando como explantes inflorescências imaturas colhidas de plantas mantidas em casa de vegetação, fizeram a seguinte desinfestação: imersão em solução de hipoclorito de sódio (20%) durante 20 minutos - dicloreto de mercúrio a 0,1% (solução aquosa) por 10 minutos e finalmente foram lavadas diversas vezes com água destilada estéril, mantendo imersos até dissecação. Os Capítulos foram seccionados em 8-10 partes e inoculados *in vitro*.

(15) visando promover a micropropagação, utilizaram explantes de folhas com tamanho 5cm x 5cm. Os explantes foram lavados cuidadosamente com água durante 5 minutos, desinfestado com etanol a 70% durante 30 segundos, e a superfície esterilizada com hipoclorito de sódio 0,1% por 10 minutos. Após, foram enxaguados cinco vezes com água destilada esterilizada, transferida para papel de filtro estéril e 15 explantes foram colocados com a superfície adaxial em contato com o meio em placas de petri para indução a organogênese.

(16) utilizaram explantes extraídos de planta matriz mantida em viveiro. Os explantes foram folhas jovens (1,5-2,8 cm) com pecíolo e Capítulo não aberto (0,3-0,7 cm de diâmetro). Desinfestação dos explantes: lavagem em água corrente e depois lavada com Extran® (20% v/v). Os explantes foram esterilizados com cloreto de mercúrio aquoso a 0,1% (p/v) durante três minutos e foram enxaguados com água destilada autoclavada por 5

vezes. Após a esterilização, as brácteas envolventes foram removidas e Capítulos cortados em pedaços, enquanto as folhas foram inoculadas intactas.

(17) visaram desenvolver um método eficiente para regenerar gérbera usando pecíolo, folha e pétala como explantes. Os botões florais (0,8-1,0 cm de diâmetro) foram removidos e dissecados para excisar os pétalas do rebordo do Capítulo. As folhas completamente expandidas e maduras com pecíolos foram removidas pouco antes da antese. Os explantes foram esterilizados com HgCl_2 a 0,1% durante 3-4 minutos e lavou-se cuidadosamente com água esterilizada para remover o resíduo. Para a indução do calo, os explantes foram cultivados em meio MS.

(18) determinando um protocolo de micropropagação por organogênese indireta em Capítulos florais de gérbera, extraiu os explantes de plantas matrizes de *Gerbera jamesonii* cv. Jaguar Cream, com aproximadamente 90 dias e fez a seguinte desinfestação: coletou Capítulos florais, com duas ou três fileiras de flores abertas, tendo sido retiradas as lígulas e todas as flores do centro do Capítulo. Em seguida, os Capítulos foram imersos em hipoclorito de sódio (2,0% de cloro ativo), por um período de 60 minutos. Cada Capítulo foi então lavado em água destilada por três vezes, cortado radialmente em quatro partes e foram inoculadas em meio de cultura MS.

(19) utilizaram como explantes Capítulos florais (0,5 a 1 cm de diâmetro) para micropropagação. Os explantes foram lavados em água corrente durante 20 minutos e embebidos em solução a 1,5% (p/v) de $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ (hipoclorito de cálcio) durante 10 minutos, depois submergidos em uma solução a 0,1% (p/v) de HgCl_2 durante 10 minutos e enxaguado três vezes em água destilada estéril. Na câmara de fluxo laminar, os Capítulos esterilizados foram cortados em 4 a 6 pedaços e inoculados *in vitro*.

(20) trabalhando com diferentes variedades de gérbera, utilizaram como explantes folhas jovens, pecíolos, pedúnculo floral e botões florais jovens (9-11 dias de idade), coletados a partir de plantas matrizes cultivadas em campo. Foram aplicados tratamentos especiais nas plantas matrizes para reduzir o nível de contaminação. Foi feita a seguinte marcha de desinfestação: as folhas e os botões florais foram lavados em água corrente por 30 minutos. Em seguida, os explantes foram imersos em detergente e depois lavados em água corrente. Os explantes foram então imersos em solução com 20% de Savlon® (v/v), um desinfetante antisséptico contendo gluconato de clorexidina e cetrimida, por 2 minutos, seguido de lavagem com água destilada autoclavada. Depois disso, os explantes foram tratados com fungicida Bendagime (1,0 g/500 ml) durante 5 minutos, seguido por várias lavagens com água destilada autoclavada. Os explantes foram então imersos em álcool 70% durante 30 segundos, seguido de três lavagens com água destilada autoclavada. A esterilização superficial final dos explantes foi feita com solução de HgCl_2 a 0,1% durante 6-7 minutos dentro da câmara de fluxo laminar. Durante esta operação, o frasco foi agitado com frequência e finalmente os explantes foram lavados cinco vezes com água destilada esterilizada. Os explantes derivados de folhas foram cultivados *in vitro* para indução de calos e brotos e os botões florais para indução de calos e regeneração *in vitro*.

(21) visando à micropropagação de gérbera de vaso, utilizaram em seus experimentos diferentes tipos de explantes: gemas de brotações, capítulo floral jovem, folhas e receptáculo floral. Segundo os autores, a taxa de sobrevivência dos explantes foi muito baixa, e além disso, viram o crescimento lento dos pouco explantes que sobreviveram, devido ao tratamento com produtos químicos severos (hipoclorito de sódio e cloreto de mercúrio). Para gérbera de vaso, os autores recomendaram a utilização de sementes como explante inicial por ter demonstrado menor contaminação em experimentos feitos posteriormente.

Como foi visto, diferentes métodos, produtos e tempos de exposição aos explantes tendem a depender do tipo e origem dos mesmos. Em geral, a maioria das pesquisas utilizaram produtos à base de cloro ou mercúrio como os principais compostos ativos. Embora a maioria dos trabalhos tenham indicado o método de esterilização, poucos informaram sobre a eficiência do método, dificultando a comparação da eficiência de cada metodologia ou produto utilizado.

CONCLUSÕES

Estabeleceu-se um protocolo de desinfestação para estabelecimento *in vitro* de sete genótipos de gérbera ('Pacific', 'Igloo', 'Igor', 'Mephisto', GA, GR e GL) a partir do explante folha peciolada.

AGRADECIMENTOS

À UFRRJ, e ao Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia-UFRRJ. À Universidade Federal Fluminense (UFF) e aos floricultores que doaram as cultivares de gérberas para a realização da pesquisa de doutorado do primeiro autor.

REFERÊNCIAS

1. INFOAGRO. El cultivo de la gerbera [Internet]. 2020 [acesso em 2020 Set 22]. Disponível em: <http://www.infoagro.com/flores/flores/gerbera.htm>.
2. REN G, LI L, HUANG Y, WANG Y, ZHANG W, ZHENG R, ZHONG C. et al. GhWIP2, a WIP zinc finger protein, suppresses cell expansion in *Gerbera hybrida* by mediating crosstalk between gibberellin, abscisic acid, and auxin. *New Phytologist*. 2018;1-15.
3. KUMARI S, KUMAR AP, SARKHEL S, SINGH P, KUMAR R. Standardization of *in vitro* mass multiplication protocol for gerbera cv. Partrizia. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2018;7(4):514-519.
4. PAWŁOWSKA B, ŻUPNIK M, SZEWCZYK-TARANIEK B, CIOĆ M. Impact of LED light sources on morphogenesis and levels of photosynthetic pigments in *Gerbera jamesonii* grown *in vitro*. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*. 2018.
5. SHYLAJA MR, SASHNA P, CHINJUSHA V, NAZEEM PA. An efficient micropropagation protocol for *Gerbera jamesonii* bolus from flower buds. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*. 2014; 4(1):641-643.
6. MURASHIGE T, SKOOG F. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*. 1962;15(1):473- 497.
7. ESPOSITO-POLESI NP, ABREU-TARAZI MF, ALMEIDA CV, TSAI SM, ALMEIDA M. Investigation of endophytic bacterial community in supposedly

- axenic cultures of pineapple and orchids with evidence on abundant intracellular bacteria. *Current Microbiology*. 2017;74:103-113, 2017.
8. ORLIKOWSKA T, NOWAK K, REED B. Bacteria in the plant tissue culture environment. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 2016.
 9. ESPOSITO-POLESI NP. Microrganismos endofíticos e a cultura de tecidos vegetais: quebrando paradigmas. *Revista Brasileira de Biociências*. 2011;9(4):533-541.
 10. OLIVEIRA OR, TERAO D, CARVALHO ACPP, SANTOS EM, SILVA JF, MORAIS JPS. Evaluation of microbial contamination level in a plant tissue culture laboratory. *Plant Cell Culture & Micropropagation*. 2007;3(1):29-54.
 11. SCHERLING C, ULRICH K, EWALD D, WECKWERTH W. A metabolic signature of the beneficial interaction of the endophyte *Paenibacillus* sp. isolate and *in vitro* grown poplar plants revealed by metabolomics. *Molecular Plant-Microbe Interactions*. 2009;22:1032-1037.
 12. DUNAEVA SE, OSLEDKIN YS. Bacterial microorganisms associated with the plant tissue culture: identification and possible role. *Agricultural Biology*. 2015;50(1)3-15.
 13. ARELLO EF, PASQUAL M, PINTO JEBP, BARBOSA MHP. Estabelecimento *in vitro* de explantes e regeneração de plântulas de *Gerbera jamesonii* Bolus Ex Hook em cultura de tecidos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 1991;26(2):269-273.
 14. RADICE S, MARCONI PL. Clonación *in vitro* de diversos cultivares de *Gerbera jamesonii* a partir de **Capítulos** florales. *Revista de la Facultad de Agronomía*. 1998;103(2):111-118.
 15. ASWATH C, WAZNEEN S. An improved method for *in vitro* propagation of gerbera. *Journal of Ornamental Horticulture*. 2004;7:141-146.
 16. TYAGI P, KOTHARI SL. Rapid *in vitro* regeneration of *Gerbera jamesonii* (H. Bolus ex Hook. f.) from different explants. *Indian Journal of Biotechnology*. 2004;3:584-588.
 17. KUMARI S, KUMAR AP, SARKHEL S, SINGH P, KUMAR R. Standardization of *in vitro* mass multiplication protocol for gerbera cv. Partrizia. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2018;7(4):514-519.
 18. REZENDE RKS, PAIVA LV, PAIVA R, CHALFUN JÚNIOR A, TORGA PP, CASTRO EM. Organogênese em **Capítulos** florais e avaliação de características anatômicas da folha de *Gerbera jamesonii* adlam. *Ciência e Agrotecnologia*. 2008;32(3):821-827.
 19. SHABANPOUR K, SHARIFI A, BAGHERI A, MOSHTAGHI N. Effect of genotypes and culture medium on shoot regeneration and proliferation of *Gerbera jamesonii*. *African Journal of Biotechnology*. 2011;10(57):12211-12217.

20. AKTER N, HOQUE MI, SARKER RH. *In vitro* Propagation in three varieties of gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus.) from flower bud and flower stalk explants. *Plant Tissue Culture & Biotechnology*. 2012;22(2):143-152.
21. ALTAF N, KHAN AR, ALI L, BHATTI IA. Tissue culture of gerbera. *Pakistan Journal of Botany*. 2009;41(1):7-10.

doi <https://doi.org/10.53934/9786599539633-29>

Capítulo 29

RECONHECIMENTO E DIFUSÃO SOBRE AS PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS – PANC

Juliana Audi Giannoni¹; Raissa Carolini dos Santos²; Pedro Henrique Silva de Rossi³; Kely Braga Imamura⁴ Alda Maria Machado Bueno Otoboni¹; Elen Landgraf Guiguer¹ Elke Shigematsu¹

¹Docente/pesquisadora do Depto de Toxicologia – Faculdade de Tecnologia de Marília – FATEC. E-mail: jaudigiannoni@gmail.com, ¹Docente/pesquisadora do Depto de Alimentos – Faculdade de Tecnologia de Marília – FATEC. E-mail: alda.otoboni@yahoo.com, ¹Docente/pesquisadora do Depto de Plantas Mediciniais – Faculdade de Tecnologia de Marília – FATEC. E-mail: elguiguer@gmail.com, ¹Docente/pesquisadora do Depto de Produção Vegetal – Faculdade de Tecnologia de Marília – FATEC. E-mail: elke_ds@hotmail.com, ²Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos- Faculdade de Tecnologia de Marília – FATEC. E-mail: raissa.santos7@fatec.sp.gov.br, ³Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos- Faculdade de Tecnologia de Marília – FATEC. E-mail: pps.2010.ph@gmail.com, ⁴Docente/coordenador – Faculdade Unyleya-Brasília, DF. E-mail: kely.imamura@hotmail.com

RESUMO: No Brasil, muitas plantas têm sido comercializadas com o nome de plantas alimentícias não convencionais (PANC). No entanto, pouco se sabe sobre estas plantas, por vezes negligenciadas, subutilizadas, porém de alto valor nutricional e de baixo valor econômico. Diante do exposto foi realizada uma pesquisa on-line, com o objetivo de avaliar os conhecimentos da população sobre tópicos relacionados as plantas PANCs, seu consumo, propriedades nutricionais e medicinais, com o auxílio da ferramenta *Forms*, disponível no sistema Google. Um questionário de múltipla escolha foi divulgado por meio de redes sociais no período de 04 a 26 de março de 2021. Os resultados obtidos foram calculados percentualmente pela ferramenta e comparados com entrevistas realizadas por outros autores, utilizando artigos publicados em base de dados on-line. Para a busca, utilizou-se as bases de dados Scielo, PubMed e Google Acadêmico. Com base nesta pesquisa podemos concluir que, grande parte dos entrevistados conhecem as PANCs, porém a minoria faz uso das mesmas.

Palavras-chave: Hortaliças subutilizadas; Potencial Nutritivo; Questionário, Regaste do consumo.

INTRODUÇÃO

As plantas sempre fizeram parte da vida humana. Historicamente, o conhecimento humano e o uso de plantas foram guiados por necessidades práticas e predileções culturais. Para algumas plantas, as espécies são amplamente distribuídas e seus usos são

padronizados, especialmente para plantas alimentícias. Plantas alimentícias são aquelas que têm uma ou mais partes, ou produtos que podem ser utilizados como alimento humano¹. Esta definição inclui tanto as plantas que são consumidas diretamente quanto aquelas que fornecem óleos, especiarias e condimentos utilizados para cozinhar. Estima-se que existam cerca de 27 mil espécies de plantas com potencial alimentício no mundo².

Todavia, quantas destas plantas são utilizadas para este propósito é uma questão muito complexa. Pesquisadores estimaram que 103 espécies de plantas são responsáveis por 90% do suprimento de comida do mundo. Embora este número seja subestimado e não reflita o número de espécies que são realmente usadas, ele nos desafia a entender o papel dos fatores não abordados pela análise desses autores, uma vez que é provável que haja um grande número de espécies com distribuição restrita, cujo uso são localizados ou foram negligenciados³.

Este grupo de plantas subutilizadas tem recebido atenção cada vez maior, principalmente como reação à expansão das monoculturas, recebendo diferentes denominações. Alguns termos utilizados para se referir a eles são: “Alimentos da fome”; “Plantas alimentícias alternativas”; “Plantas selvagens comestíveis”; “Vegetais não convencionais” ou “Vegetais tradicionais”; “Plantas para o futuro”. O Brasil é um dos países com maior biodiversidade do mundo, com um grande número de plantas domesticadas por diversas populações. No entanto, essa diversidade raramente é explorada e, portanto, deixa de contribuir para a agricultura e o desenvolvimento do país. Além disso, muitas dessas espécies estão caindo no desuso, com consequente prejuízo na diversidade genética e perda do conhecimento e uso associado a elas. Uma redução no cultivo e o uso das PANCs também foram reconhecidos. Nas últimas décadas, a urbanização enfraqueceu progressivamente a relação entre humanos, terra e cultivo de alimentos. Nesse processo, os sistemas agrícolas tradicionais perderam espaço para o agronegócio e, como consequência, aumentou-se a dependência de produtos fornecidos pela indústria alimentícia, resultando na diminuição do consumo local de alimentos, mudanças de hábitos e até mesmo a perda de identidade cultural das pessoas⁴.

Examinando este processo sob uma perspectiva dinâmica, tais mudanças podem estar associadas à perda de conhecimento relacionado à modernização, que foi observada em outros países. Diferentes autores observaram a perda de conhecimento sobre plantas entre comunidades próximas a centros urbanos quando comparados aos isolados, e relacionou este processo à descentralização⁵. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi verificar o conhecimento da população com relação as plantas PANCs, seus valores nutricionais e medicinais, bem como o seu consumo, com o auxílio de um questionário depositado na plataforma do Google *Forms*.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma pesquisa on-line, com o auxílio da ferramenta *Forms*, disponível no sistema Google, onde um questionário de múltipla escolha foi divulgado por meio de redes sociais no período de 04 a 26 de março de 2021. Foram entrevistados 396 indivíduos, maiores de 18 anos, residentes em diferente cidades e estados com o intuito de avaliar o conhecimento dos mesmos sobre tópicos relacionados as plantas PANCs. Para tanto, utilizou-se o formulário online uma vez que estamos em isolamento social devido à crise sanitária da COVID-19. Os resultados obtidos foram calculados percentualmente utilizando a própria ferramenta *Forms* e comparados com entrevistas realizadas por outros

autores, utilizando artigos publicados em base de dados on-line. Para a busca, utilizou-se as bases de dados Scielo, PubMed e Google Acadêmico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A definição de PANC, bem como as demais expressões que podem substituí-la, como “comestível selvagem”, “plantas ruderais: ou “planta alimentícia alternativa”, requer elaboração para melhor compreensão. Ao classificar uma espécie como PANC, é necessário considerar a escala de análise, bem como o grupo de pessoas que utiliza⁶. Participaram da pesquisa 396 pessoas, sendo a maioria do sexo feminino (80,3%), com idade entre 26-33 anos (22,5%) e ensino médio completo (35,9%), como mostra a Tabela 1, abrangendo um total de 65 cidades situadas entre os estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Espírito Santo.

Tabela 1. Sexo, faixa etária e escolaridade dos entrevistados no questionário

Características		Entrevistados	%
Sexo	Feminino	318	80,3
	Masculino	78	19,7
Faixa etária	18-25	74	18,7
	26-33	89	22,5
	34-41	81	20,5
	42-50	83	21
	51-57	39	9,8
	58-65	26	6,6
	66 ou mais	4	1
Escolaridade	Ensino fundamental completo	25	6,3
	Ensino fundamental incompleto	14	3,5
	Ensino médio completo	142	35,9
	Ensino médio incompleto	14	3,5
	Ensino superior completo	127	32,1
	Ensino superior incompleto	65	16,4
	Outros	9	2,3

Fonte: Autores, (2021).

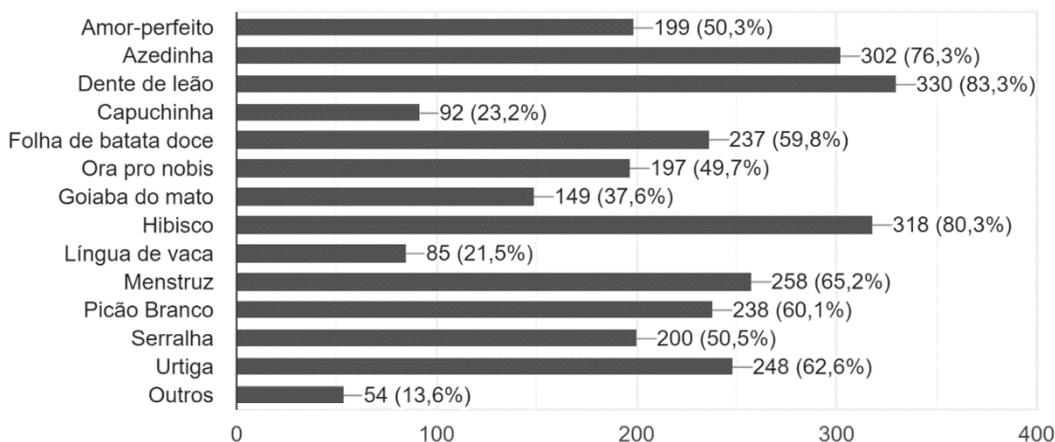
No Brasil, embora ainda modesto, observamos um crescimento na demanda por alimentos orgânicos e regionais. O ministério da Agricultura possui catálogo nacional de produtores de alimentos orgânicos e fornece certificação (selo SisOrg), atestando a qualidade do alimento⁷. Aliado a este fato, notou-se neste estudo que 43,2% dos entrevistados apresentaram algum tipo de conhecimento em relação as propriedades nutricionais das PANCs. Dado similar foi obtido (58,2%) ao questionar o conhecimento sobre as propriedades medicinais das PANCs. Ao serem perguntados sobre o consumo de PANC em suas refeições, 56,6% dos entrevistados disseram que já consumiram ou consomem regularmente plantas não convencionais. Em relação ao número de vezes por semana que os questionados costumam consumi-las, pôde-se notar que 22% consomem uma vez por semana, 8,6% de 3 a 5 vezes na semana e apenas 1,5% consomem diariamente.

O questionário também abordou se os entrevistados sabiam diferenciar as plantas PANCs que podem ser consumidas daquelas que não podem ser consumidas, apenas 26% dos questionados sabem fazer tal diferenciação. As barreiras e desafios para a integração

da *unconventional food plants* (UFP) no mercado, envolvem questões sobre produção, processamento, armazenamento, organização de suas cadeias produtivas, e aspectos negativos na imagem de seu consumo, às vezes correlacionadas com a pobreza e o baixo *status social*⁸.

De forma interessante, observou-se neste estudo que 67,4% dos entrevistados possuíam um conhecimento usual ou empírico das PANCs (Figura 1). As plantas destacadas como mais conhecidas foram: Dente-de-leão (83,3%), seguida do Hibisco (80,3%) e a terceira colocada a Azedinha (76,3%), entretanto, as plantas menos conhecidas foram: Língua de Vaca (21,5%) e a capuchinha (23,2%), como indica a figura abaixo:

Figura 1. Conhecimento sobre as plantas alimentícias não-convencionais (PANCs)



Fonte: Autores, (2021).

Quando questionados se conhecem pessoas que fazem uso cotidiano ou eventual das PANCs, notou-se que 27% dos entrevistados não conhecem ninguém que consuma plantas alimentícias não-convencionais, 21,5% possuem parentes que inserem essas plantas em sua dieta, 17,9% possuem avós que consomem, 16,4% alegaram que os pais consomem PANC, 15,2% possuem amigos que utilizam plantas PANC em sua alimentação e apenas 2% têm vizinhos que ingerem as mesmas.

CONCLUSÕES

Verificou-se neste estudo que grande parte (67,4%) dos entrevistados conhecem as PANCs, porém apenas uma pequena parte faz uso das mesmas (32,6%). Com relação as propriedades nutricionais das PANCs 43,2% dos entrevistados demonstraram ter conhecimento e 52,8% atestaram saber sua aplicação medicinal. Dentre as pessoas que consomem essas plantas não convencionais 74% alegaram não saber diferenciá-las de uma planta possivelmente tóxica, e este receio provavelmente é uma das causas do baixo consumo das PANCs. As PANCs mais conhecidas foram a Dente de Leão (83,3%) e Hibisco (80,3%) e a de menos conhecida pelos entrevistados foi a Língua de Vaca (21,5%). Nas áreas com crescente urbanização, principalmente os locais onde a população possui baixo poder aquisitivo, o incentivo ao cultivo e consumo das PANCs é interessante e

necessário, devido ao seu alto valor nutricional, medicinal e fácil acesso, uma vez que são espontâneas, além da perpetuação destas espécies e do conhecimento tradicional.

REFERÊNCIAS

1. Balick MJ, Cox PA. *Plants, People and culture: the science of ethnobotany*. 96 rd ed. New York: scientific American Library; 1996.
2. Rapaport EH, Drausal BS. Edible PLANTS. In: Levin S, editor *Encyclopedia of biodiversity* New York: Academi Press; 2001. p. 375–382.
3. Prescott-Allen R, Prescott-Allen C. How many plants feed the world? *Conserv. Biol.* 1990; 4 (4): 365-374. [Internet]. [acesso em 30 Jun 2021]. Disponível em: JSTOR, www.jstor.org/stable/2385929.
4. Leal ML, Alves RP, Hanazaki, N. Conhecimento, uso e desuso de plantas alimentícias não convencionais. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 2018; 14 (6).
5. Benz BF, Cevallos JE, Santana FM, Rosales JA, Graf SM. Losing knowledge about plant use in the sierra de Manantlan biosphere reserve, Mexico. *Econ Bot.* 2000;54(2):183–91.
6. Oliveira B. de. *Plantas alimentícias não convencionais (PANC): biodiversidade alimentar e suas representações no Brasil*. Brasília, DF: FIOCRUZ/Observatório Brasileiro de Hábitos Alimentares, 2018. [Internet]. São Paulo: [acesso em 28 Jun 2021]. Disponível em: <https://obha.fiocruz.br/index.php/2018/03/30/plantas-alimenticias-nao-convencionaispanc-biodiversidade-alimentar-e-suas-representacoes-no-brasil/>
7. MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Orgânicos*, 2018 [Internet]. São Paulo: [acesso em 28 Jun 2021]. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos>.
8. Baldermann S, Blagojević L, Frede K, Klopsch S, Neugart S, Neumann A, et al. Are neglected plants the food for the future? *Crit Rev Plant Sci.* 2016; 35(2):106–119.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-30>

Capítulo 30

RELAÇÃO PLANTA-MICRORGANISMOS ENDOFÍTICOS NA CULTURA DE TECIDOS VEGETAIS

Tarcisio Rangel do Couto¹; João Sebastião de Paula Araujo

¹Técnico em Agropecuária, Campus do Valonguinho, Universidade Federal Fluminense - UFF. Docente da Universidade Santa Úrsula - USU e da Universidade de Vassouras Campus Maricá; E-mail: tarcisiorcouth@yahoo.com.br

²Docente do Departamento de Fitotecnia, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ. E-mail: araujoft@ufrj.br

RESUMO: O processo de micropropagação possibilita a maior rapidez regenerativa das plantas, facilitando a propagação mais rápida quando as tecnologias convencionais são difíceis. No entanto, a ocorrência de bons resultados na micropropagação depende da otimização de numerosas variáveis. Ao final, uma das principais dificuldades na micropropagação de plantas é a contaminação microbiana dos explantes *in vitro*, a qual afeta o desenvolvimento da planta pela competição dos nutrientes, ou exudando substâncias que acidificam o meio de cultura e ou liberando fitorreguladores. Um dos problemas enfrentados pelos laboratórios de cultura de tecidos vegetais é a contaminação microbiana e há grande dificuldade na identificação da fonte de inóculo e o seu controle. Os microrganismos encontrados na contaminação dos explantes provêm de uma vasta e diversificada escala de grupos ecológicos. Os endofíticos são organismos que em pelo menos uma fase do seu ciclo de vida, habitam o interior de tecidos da parte aérea de plantas assintomáticas, sendo denominados endófitos facultativos ou verdadeiros conforme o grau de interação dos mesmos com as plantas hospedeiras. Assim, o objetivo desta revisão foi explorar sobre os estudos de plantas *in vitro* associadas a microrganismos endofíticos e os efeitos dessa relação.

Palavras-chave: Micropropagação, *cultivo in vitro*, bactérias, fungos.

INTRODUÇÃO

As plantas e os animais naturalmente se associam de diversas maneiras aos microrganismos. A maioria dos microrganismos endofíticos associados às plantas são provenientes do ambiente do solo. Os componentes exsudados pelas raízes, entre outros, incluem íons, oxigênio livre, água, mucilagem, aminoácidos, açúcares, vitaminas, ácidos orgânicos, nucleotídeos e enzimas. Tais exsudatos podem tanto atrair, como repelir organismos, sendo que diferentes organismos (atraídos pelo mesmo exsudato) podem resultar em diferentes respostas da planta (1). Quando atraídos, eles podem migrar para a rizosfera, em seguida para o rizoplane de seus hospedeiros, podendo então penetrar nas raízes através de rachaduras e colonizar os espaços intercelulares (2), podendo também migrar para as partes aéreas através dos vasos do xilema, apresentando uma densidade de colonização decrescente em comparação com as populações que colonizam a rizosfera ou as raízes (3).

As plantas oferecem uma vasta gama de habitats que permitem o crescimento de comunidades microbianas, incluindo desde locais ricos em nutrientes e com alta umidade, como pobres em nutrientes e com condições ambientais adversas. Os microrganismos isolados do rizoplasma e do filoplasma são denominados epifíticos, enquanto aqueles que habitam os tecidos internos por pelo menos um período de seu ciclo de vida, e aparentemente não causam qualquer dano ao hospedeiro, são chamados microrganismos endofíticos (4).

O termo endófito (Endophyte) é de origem Grega, onde *endon* significa de dentro e *phyte* significa planta. Uma possível definição para estes organismos diz que estes são microrganismos, em pelo menos uma fase do seu ciclo de vida, habitam o interior das plantas, sendo encontrados em órgãos e tecidos vegetais como ramos, folhas e raízes sem produzirem estruturas externas visíveis e sem ocasionar doenças, ou seja, sem causar qualquer dano aparente aos seus hospedeiros (5).

De acordo com a estratégia de vida adotada, os microrganismos endofíticos podem ser classificados em obrigatórios ou facultativos. Os obrigatórios são aqueles estritamente dependentes da planta hospedeira para o seu crescimento e sobrevivência, sendo que a transmissão para outra planta ocorre verticalmente, ou por algum vetor. Os facultativos apresentam um estágio de sua vida fora da planta hospedeira, sendo caracterizado como bifásico, alternando entre a planta e o meio ambiente (6).

Algumas espécies de microrganismos endofíticos são produtoras de compostos de interesse, como fármacos (antitumorais e antibióticos), toxinas e enzimas, o que pode levar ao controle biológico de doenças bacterianas, fúngicas ou causadas por nematóides em plantas, além de demonstrarem a capacidade de controlar alguns insetos-pragas. Em relação à promoção do crescimento vegetal, temos que um endófito pode atuar sobre a planta por meio de mecanismos diretos (fixação de nitrogênio e/ou produção de fitorreguladores), ou por mecanismos indiretos (antagonismo contra patógenos ou resistência a drogas) (7; 8). O benefício dos endofitos para o controle biológico de pragas e doenças, para a promoção do crescimento vegetal, resistência a estresses ambientais e outras funções importantes na planta hospedeira foram relatados em vários trabalhos: 4; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16.

Cultura de tecidos vegetais e os microrganismos endofíticos

Na cultura de tecidos vegetais, após a escolha do explante, procedimentos para a desinfestação dos mesmos são realizados anteriormente ao estabelecimento, com o objetivo de eliminar a população microbiana nele presente e assim permitir o cultivo *in vitro*. Na natureza as plantas coexistem com uma ampla gama de microrganismos presentes nos seus diversos órgãos, no entanto, na cultura de tecidos esses microrganismos podem levar indiretamente à morte dos explantes, devido à competição pelos nutrientes do meio de cultura e por, geralmente, excretarem substâncias tóxicas aos tecidos no meio de cultura (17). Esses microrganismos endofíticos podem ser encontrados em diferentes tecidos quando utilizados como explantes para estabelecimento *in vitro*, como por exemplo, ápice caulinar, gemas axilares, explantes de raiz, flores e caule (18). Por isso, e pelo fato de a contaminação microbiana ser a principal responsável pelas perdas em laboratórios de cultura de tecidos vegetais, a presença de endofíticos é comumente vista como contaminação, sendo que a micropropagação sempre buscou a obtenção de plantas axênicas (livre de microrganismos) (19).

No entanto, nos últimos anos, o conceito de que as plantas devem ser axênicas para que seu cultivo *in vitro* seja possível, tem sido revisto, havendo estudos que comprovam a presença de comunidades microbianas em culturas visualmente saudáveis e mantidas *in vitro* por vários anos. O fato de essas plantas apresentarem uma comunidade microbiana e serem visualmente saudáveis nos permite deduzir que pode existir uma convivência harmônica entre plantas cultivadas *in vitro* e os microrganismos (20).

Os efeitos dos microrganismos endofíticos são pouco conhecidos em plantas mantidas sob condições *in vitro*, porém a presença deles é uma das mais importantes causas de perda de material vegetal, onde atuam como contaminantes do processo. Os endófitos mais frequentemente isolados em laboratórios de cultura de tecidos vegetais como contaminantes são fungos filamentosos, leveduras e bactérias. Quando os endofíticos deixam o tecido das plantas e passam a colonizar o meio de cultura eles são responsáveis pela maior parte da perda dos materiais propagados. No entanto, é importante destacar que os endofíticos são prejudiciais apenas neste momento, sendo que dentro das plantas, ainda é pouco conhecido o papel destes organismos, e pouco se sabe de como estas podem interferir ou mesmo determinar o sucesso na micropropagação do material vegetal (21).

Comparando o desenvolvimento dos microrganismos endofíticos, que se tornam contaminantes, temos que fungos filamentosos e leveduras formam colônias facilmente em meios de cultivo sólidos, podendo ser assim detectada rapidamente sua presença logo no início do cultivo. No entanto, as contaminações bacterianas podem ter o seu desenvolvimento retardado, ocasionando um problema sério quando detectadas somente na fase de multiplicação *in vitro*, quando surgem em culturas originalmente consideradas livres de contaminantes (22). Embora já existam protocolos variados de cultura de tecidos vegetais, faz-se necessário avaliar a qualidade do sistema comercial de multiplicação *in vitro*, uma vez que esta é influenciada por diversos fatores como taxa de multiplicação, altura das plantas, presença e intensidade de estiolamento, forma, coloração e tamanho das folhas, formação de calos, desenvolvimento de raízes, perdas por contaminação microbiana, oxidação e eficiência da aclimatização (18).

Raros, entretanto, são os trabalhos que demonstram como controlar a manifestação endofítica e, quando realizada a desinfestação, utiliza-se compostos que podem ocasionar a redução da capacidade de resposta morfogênica dos explantes exigindo, dessa forma, a utilização de biorreguladores mais fortes para alcançar o objetivo de propagação, o que por fim acarreta sérios efeitos colaterais, como a variação somaclonal (23).

Neste contexto, inúmeros esforços são necessários para o aprimoramento dos processos de multiplicação *in vitro* e o controle da qualidade das mudas, aliados à redução de custos, para aceitação no mercado. Os microrganismos endofíticos tem despontado como importantes aliados no processo de micropropagação, segundo (24), o genótipo da planta e a composição de espécies endofíticas, aliados às condições de cultivo *in vitro*, representam um fator chave para a obtenção de culturas com alta capacidade de regeneração.

Atualmente, avalia-se a possibilidade de não se descartar plantas *in vitro* que apresentem manifestação de colônias bacterianas, por exemplo, e sim controlar o desenvolvimento e multiplicação destas, baseado na possibilidade de esses microrganismos endofíticos serem vitais para o crescimento das plantas micropropagadas. Isso se dá em razão da estreita relação entre o endófito e o hospedeiro, a qual envolve processos de coevolução, influenciando na fisiologia do vegetal, bem como otimizando o crescimento e a adaptação das plantas às diferentes condições de cultivo, seja *in vitro* ou *in vivo* (19).

Tendo em vista toda a diversidade de endófitos isolados de plantas *in vitro* ou plantas do ambiente *ex vitro*, vários estudos já se propuseram a investigar benefícios da inoculação artificial dessas bactérias, acreditando no potencial de indução de alterações no metabolismo e desenvolvimento vegetal. Os endofíticos foram documentados em uma grande variedade de espécies vegetais em cultura de tecidos (18). Embora existam estudos que mencionam a presença desses microrganismos como uma contaminação, outros confirmam a associação benéfica dos endofíticos na micropropagação e cultura de células vegetais, auxiliando no ajuste osmótico, no desenvolvimento, pela produção de fitoreguladores, absorção de nutrientes e proteção contra ação de patógenos, além de favorecer o processo de aclimatização das mudas em casa de vegetação (14; 25; 13; 26; 27).

Além dos microrganismos endofíticos que naturalmente colonizam os tecidos vegetais, uma alternativa para melhorar a produção das plantas *in vitro*, encontra-se na utilização de endófitos selecionados e inoculados de maneira asséptica nas espécies vegetais, de modo a favorecer ou potencializar o desenvolvimento e regeneração destas (28). Segundo (22), a micropropagação é uma valiosa ferramenta na identificação de endofíticos, para estudar suas relações e interações com a planta hospedeira em níveis genético, celular e fisiológico.

O impacto do efeito dos endófitos em plantas é pequeno ou insignificante quando crescem em condições ótimas e em solo fértil. Já o efeito em plantas cultivadas em solos pobres resulta em maior estimulação do crescimento. Consequentemente, a influência dos endófitos em explantes *in vitro* podem não ser importantes porque na maioria dos casos as culturas são cultivadas sob condições ótimas *in vitro*, em termos de nutrição, temperatura e abundância de água. Por outro lado, é sabido que os endofíticos podem produzir muitos hormônios nas plantas e sua facilitação podem harmonizar e otimizar o equilíbrio hormonal de explantes de plantas cultivadas *in vitro* (29).

Cabe lembrar também, que dependendo da condição ambiental em que as plantas se encontram, o endófito pode ser considerado um patógeno latente, onde dependendo do tipo e/ou intensidade de estresses *in vitro* que a planta seja submetida, o endófito pode se manifestar de forma prejudicial desencadeando sintomas de doenças (19). Um desses fatores estressantes refere-se ao próprio processo de micropropagação e/ou aclimatização das mudas. Por exemplo, devido às mudanças bruscas de ambiente, esses endófitos latentes podem tornar-se patogênicos. Dessa forma, torna-se necessário o estudo dessa relação em diferentes estágios do processo de micropropagação, uma vez que, o nicho ecológico ocupado por microrganismos endofíticos é muito dinâmico, no qual muitos fatores podem afetar a estrutura e a diversidade da população microbiana que coloniza a planta (18; 19).

Dessa forma, o conhecimento da estrutura populacional dos microrganismos endofíticos torna-se fundamental para o entendimento da interação planta-endófito, e como essa interação pode ser influenciada pelo ambiente, levantando a hipótese que a manifestação microbiana não necessariamente prejudica o desenvolvimento das plantas *in vitro*, podendo estar associada a respostas quando submetidas a estresses, seja ele biótico ou abiótico. As plantas micropropagadas, assim como todas as plantas, sofrem diversos estresses durante seu ciclo de vida. A ocorrência de estresse *in vitro* pode ser decorrente das condições de cultivo que envolvem aspectos do ambiente físico, químico e gasoso dos recipientes (30). Adicionalmente, (20), atribui a própria presença de endófitos aos estresses fisiológicos das plantas micropropagadas, que por sua vez estão associadas a alterações de temperatura, pH do meio, constituições químicas, intensidade luminosa, entre outros aspectos do cultivo *in vitro*.

(20) avaliando a composição das comunidades bacterianas endofíticas associadas a duas fontes de explantes (ramos do dossel e base do tronco da árvore) durante a micropropagação de eucalipto em condições prolongadas de cultivo *in vitro*, verificaram que após 16 subcultivos (cada subcultivo com 30 dias), houve distinções na composição de comunidades de bactérias endofíticas com predominância de endófitos comuns (sempre presentes), em amostras oriundas de explantes extraídos da base do tronco da árvore e, endófitos casuais, denominado oportunista, em amostras de ramos do dossel.

(31) comparando o crescimento de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e os efeitos no controle sobre o desenvolvimento do calo, cultura de células em suspensão e atividade antifúngica no cultivo *in vitro* de pinhão-mansão, verificaram que não houve diferença entre a formação de calos do tratamento inoculado para o controle, mas o peso seco dos hipocótilos formados com a inoculação de FMA foi maior. Após 6 meses de cultivo *in vitro* não foi verificada ação antifúngica das suspensões celulares no tratamento inoculado com FMA.

Espécies endofíticas do gênero *Methylobacterium* são relatadas na literatura como benéficas na cultura de tecidos vegetais, por promoverem a embriogênese e organogênese, além de induzirem a formação de calos e brotação em *Triticum aestivum*, *Nicotiana tabacum*, *Solanum tuberosum* e *Linum usitatissimum*, e permitir o desenvolvimento das plantas regeneradas, pela biossíntese de compostos e fitorreguladores como auxina e citocininas (24; 32).

(27) extraíram as bactérias (*Paenibacillus glucanolyticus*, *Curtobacterium pusillum* e *Methylobacterium extorquens*) durante o cultivo *in vitro* de framboesa e fizeram a inoculação das mesmas para avaliar o efeito na micropropagação em crisântemo, rosa e gérbera. Os autores verificaram que nenhuma das bactérias causaram sintomas de hipersensibilidade ou patologia *in vitro* e concluíram que todas as bactérias avaliadas foram capazes de assimilar o nitrogênio atmosférico e *M. extorquens* e *P. glucanolyticus* foram capazes de produzir auxina, aumentando o crescimento em biomassa e enraizamento *in vitro* de crisântemo, rosa e gérbera. Outra bactéria, *Pseudomonas* spp. (estirpe F) foi relatada para produzir polissacarídeos *in vitro*, inibindo a hiper-hidratação excessiva em explantes de orégano (33). Depois do isolamento de *Pseudomonas* spp. nos explantes de orégano, as mesmas foram inoculadas em explantes de framboesa e erva-doce, para reduzir a hiperhidricidade *in vitro* (34).

(17) objetivaram investigar a presença de bactérias endofíticas em plantas de abacaxi (*Ananas comosus* cv. IAC Gomo-de-mel) e orquídea (*Oncidium flexuosum*) assintomáticas ao iniciarem o experimento, e cultivadas *in vitro* por um ano em três laboratórios diferentes. Ao realizarem o isolamento, constataram a presença das bactérias do gênero *Bacillus*, *Acinetobacter* e *Methylobacterium* nos espaços intracelulares das folhas de abacaxi e orquídea, independentemente do laboratório ou do protocolo de desinfestação utilizado inicialmente. Os autores concluíram que existem comunidades de bactérias endofíticas habitando em plantas antes do início do tratamento de desinfestação e que alguns desses endófitos persistem em sua forma latente e podem crescer no meio de cultura após longo tempo de cultivo *in vitro*, descartando assim o conceito de "plantas verdadeiramente axênicas".

(13) mencionaram que a interação dos microrganismos endofíticos com plantas micropropagadas poderia estar relacionada com o potencial morfogenético das plantas cultivadas *in vitro*, conduzindo desta forma à melhor compreensão das respostas de diferentes genótipos e sua interação com os endófitos. Os autores ressaltaram, ainda, que essa compreensão pode auxiliar na otimização e na viabilidade do processo de

micropropagação, bem como na posterior aclimatização das mudas, reduzindo as perdas e tornando este processo mais eficiente.

Os efeitos benéficos dos endofíticos podem aparecer claramente sob estresse, que em micropropagação ocorre durante a fase de aclimatização, quando as mudas micropropagadas têm que se desenvolver e promover o crescimento das folhas para se proteger da perda de água, ataque microbiano e assegurar a absorção e condução de água e nutrientes para desenvolver a autotrofia. O melhor suporte às plantas na fase de aclimatização, com aplicação de endofíticos, é provavelmente a mais promissora técnica benéfica em um sistema de propagação vegetativa *in vitro* (39).

O efeito totalmente benéfico com estirpes de *Rhizobium* no crescimento/desenvolvimento de acácia foi observado por (35) e em fotúnia (*Photinia fraseri*) com *Azospirillum brasiliense* por (36). (37) relataram melhor crescimento de batata e morango no fim da aclimatização, quando as mudas foram inoculadas *in vitro*, com estirpe de *Pseudomonas aureofaciens*. A estirpe de *Azospirillum brasiliense* Sp245 foi eficiente no crescimento/enraizamento *in vitro* e após a aclimatização de abrunheiro-de-jardim (*Prunus cerasifera*), além de constatarem que *A. brasiliense* exerceu o bicontrole das plantas contra os ataques do patógeno *Rhizoctonia* spp. (38).

CONCLUSÕES

O conhecimento sobre as interações planta-microrganismos e a nossa habilidade em manter, manipular e modificar populações de endófitos benéficos é o primeiro passo para possibilitar a utilização de microrganismos endofíticos e epifíticos na agricultura, com ênfase na cultura de tecidos vegetais. O estudo das associações planta-microrganismos, além de levar ao entendimento do seu papel ecológico e suas interações com as plantas, também possibilita a aplicação biotecnológica desses endófitos em favor de uma agricultura mais sustentável e eficiente.

REFERÊNCIAS

1. BAIS HP, WEIR TL, PERRY LG, GILROY S, VIVANCO JM. The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. *Annual Review of Plant Biology*. 2006;57:233-266.
2. CHI F, SHI-HUA S, HAI-PING C, YU-XIANG J, YOUSSEF GY, FRANK BD. Ascending migration of endophytic rhizobia, from roots to leaves, inside rice plants and assessment of benefits to rice growth physiology. *Applied and Environmental Microbiology*. 2005;71(11):7271-7278.
3. COMPANT S, CLEMENT C, SESSITSCH A. Plant growth-promoting bacteria in the rhizo and endosphere of plants: Their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization. *Soil Biology & Biochemistry*. 2010; 42(5):669-678.
4. AZEVEDO JL. Microrganismos endofíticos. In: MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L. (Ed.). *Ecologia microbiana*. Embrapa Meio Ambiente; 1998.
5. BEATTIE GA. Plant-associated bacteria: survey, molecular phylogeny, genomics and recent advances. In: GNANAMANICKAM SS. (Ed.). *Plant-Associated Bacteria*. Dordrecht: Springer, 2006.

6. HARDOIM PR, VAN OVERBEEK LS, VAN ELSAS JD. Properties of bacteria endophytes and their proposed role in plant growth. *Trends in Microbiology*, v.16, p.463-471, 2008.
7. PODILE AR., KISHORE GK. Plant growth-promoting rhizobacteria. In: GNANAMANICKAM, S.S. (Ed.). *Plant-Associated Bacteria*. Springer; 2006.
8. SANTOS TT, VARAVALLO MA. Aplicação de microrganismos endofíticos na agricultura e na produção de substâncias de interesse econômico. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*. 2011; 32(2):199-212.
9. JAMES EK, OLIVARES FL. Infection and colonization of sugarcane and other graminaceous plants by endophytic diazotrophs. *Critical Reviews in Plant Science*; 1998;17:77-119.
10. ARAÚJO WL, LIMA AOS, AZEVEDO JL, MARCON J, SOBRAL JK, LACAVAL PT. Manual: isolamento de microrganismos endofíticos. CALQ; 2002.
11. CANUTO EL, SALLES JF, OLIVEIRA ALM, PERIN L, REIS VM, BALDANI JI. Resposta de plantas micropropagadas de cana-de-açúcar à inoculação de bactérias diazotróficas endofíticas. *Agronomia*. 2003;37:67-72.
12. SILVA MA, SILVA FSB, YANO-MELO AM, MELO NF, MAIA LC. Fungos micorrízicos arbusculares e vermicomposto na aclimação de *Alpinia purpurata* (Viell.) Schum e *Zingiber spectabile* Griff. (Zingiberaceae). *Acta Botanica Brasilica*. 2006;20(2)249-256.
13. ALMEIDA CV, ANDREOTE FD, YARA R, TANAKA FAO, AZEVEDO JL, ALMEIDA M. Bacteriosomes in axenic plants: endophytes as stable endosymbionts. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2009;25:1757-1764.
14. ABREU-TARAZI MF, NAVARRETE AA, ANDREOTE FD, ALMEIDA CV, TSAI SM, ALMEIDA M. Endophytic bacteria in long-term *in vitro* cultivated “axenic” pineapple microplants revealed by PCR–DGGE. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2010;26:555-560.
15. SILVA MCS, POLONIO JC, QUECINE MC, ALMEIDA TT, BOGAS AC, PAMPHILE JA, et al. Endophytic cultivable bacterial community obtained from the *Paullinia cupana* seed in Amazonas and Bahia regions and its antagonistic effects against *Colletotrichum gloeosporioides*. *Microbial Pathogenesis*. 2016;98:16-22.
16. HALLMANN J, QUADTHALLMANN A, MAHAFFEE WF, KLOEPPER JW. Bacterial endophytes in agricultural crops. *Canadian Journal of Microbiology*. 1997;43(10):895-914.
17. ESPOSITO-POLESI NP, ABREU-TARAZI MF, ALMEIDA CV, TSAI SM, ALMEIDA M. Investigation of endophytic bacterial community in supposedly

- axenic cultures of pineapple and orchids with evidence on abundant intracellular bacteria. *Current Microbiology*. 2017;74:103-113.
18. ORLIKOWSKA T, NOWAK K, REED B. Bacteria in the plant tissue culture environment. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, Springer. 2016.
 19. ESPOSITO-POLESI NP. Microrganismos endofíticos e a cultura de tecidos vegetais: quebrando paradigmas. *Revista Brasileira de Biociências*. 2011;9(4):533-541.
 20. ESPOSITO-POLESI NP, ANDRADE PAM, ALMEIDA CV, ANDREOTE FD, ALMEIDA M. Endophytic bacterial communities associated with two explante sources of *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cabbage *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2015;31:1737-1746.
 21. DUANEVA SE, OSLEDKIN YS. Bacterial microorganisms associated with the plant tissue culture: identification and possible role. *Agricultural Biology*. 2015;50(1):3-15.
 22. KAPOOR R, SHARMA D, BHATNAGAR AK. Arbuscular mycorrhizae in micropropagation systems and their potential applications. *Scientia Horticulturae*. 2008;116:227-239.
 23. PANICKER B, THOMAS P, JANAKIRAM T, VENUGOPALAN R, NARAYANAPPA SB. Influence of cytokinin levels on *in vitro* propagation of shy suckering chrysanthemum “Arka Swarna” and activation of endophytic bacteria. *In vitro Cellular & Developmental Biology – Plant*. 2007;43:614-622.
 24. PIRTTILÄ AM, PODOLICH O, KOSKIMÄKI JJ, HOHTOLA E, HOHTOLA A. Role of origin and endophyte infection in browning of bud-derived tissue cultures of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 2008.
 25. ALMEIDA CV, YARA R, ALMEIDA M. Fungos endofíticos isolados de ápices caulinares de pupunheira cultivada *in vivo* e *in vitro*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2005;40:467-470.
 26. DIAS ACF, COSTA FEC, ANDREOTE FD, LACAVA PT, TEIXEIRA MA, ASSUMPÇÃO LC, et al. Isolation of micropropagated strawberry endophytic bacteria and assessment of their potential for plant growth promotion. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2009;25:189-195.
 27. ZAWADZKA M, TRZCIŃSKI P, NOWAK K, ORLIKOWSKA T. The impact of three bacteria isolated from contaminated plant cultures on *in vitro* multiplication and rooting of microshoots of four ornamental plants. *Journal of Horticultural Research*. 2013; 21(2):41-51.
 28. SENTHILKUMAR M, MADHAIYAN M, SUNDARAM S, KANNAIYAN S. Intercellular colonization and growth promoting effects of *Methylobacterium* sp. with plant-growth regulators on rice (*Oryza sativa* L. Cv CO-43). *Microbiological Research*. 2009;16:492-104.

29. PENROSE DM, GLICK, BR. Methods for isolating and characterizing ACC deaminase-containing plant growth-promoting rhizobacteria. *Physiologia Plantarum*. 2003;118:10-15.
30. GASPAR T, FRANCK T, BISBIS B, KEVERS C, JOUVE L, HAUSMAN JF, et al. Concepts in plant stress physiology. Application to plant tissue cultures. *Plant Growth Regulation*. 2002;37:263-285.
31. ILANGO S, RAJ DP. Effect of Arbuscular mycorrhizae on *Jatropha curcas* further its effect on tissue culture and leaf extract for antifungal property. *Annals of Plant Sciences*. 2015;4(5):1085-1091.
32. TROTSSENKO YA., IVANOVA EG, DORONINA NV. Aerobic methylotrophic bacteria as phytosymbionts. *Microbiology*. 2001;70:623-632.
33. SHETTY K, CURTIS OF, LEVIN RE, WITKOWSKY R, ANG W. Prevention of vitrification associated with *in vitro* shoot culture of oregano (*Origanum vulgare*) by *Pseudomonas* spp. *Journal of Plant Physiology*. 1995;147:447-451.
34. UENO K, CHEPLICK S, SHETTY K. Reduced hyperhydricity and enhanced growth of tissue culture – generated raspberry (*Rubus* sp.) clonal lines by *Pseudomonas* sp. isolated from oregano. *Process Biochemistry*. 1998;33:441-445.
35. BALLA I, VÉRTESY J, KÖVES-PÉCHY K, VÖRÖS I, BUJTÁS Z, BÍRÓ B. Acclimation results of micropropagated black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) improved by symbiotic micro-organisms. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 1998;52:113-115.
36. LARRABURU EE, CARLETTI SM, CÁCERES EAR, LLORENTE BE. Micropropagation of photinia employing rhizobacteria to promote root development. *Plant Cell Reports*. 2007; 26:711-717.
37. ZAKHARCHENKO NS, KOCHETKOV VV, BURYANOV YI, BORONIN AM. Effect of rhizosphere bacteria *Pseudomonas aureofaciens* on the resistance of micropropagated plants to phytopathogens. *Applied Biochemistry and Microbiology*. 2011;47:661-666.
38. RUSSO A, VETTORI L, FELICI C, FIASCHI G, MORINI S, TOFFANIN A. Enhanced micropropagation response and biocontrol effect of *Azospirillum brasiliense* Sp245 on *Prunus cerasifera* L. clone Mr.S 2/5 plants. *Journal of Biotechnology*. 2008;134:312-319

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-31>

Capítulo 31

TERMORREGULAÇÃO EM FRANGOS DE CORTE

**Agnaldo Margato Neto¹; Rodrigo Martins Ribeiro²; Júlia Marixara Sousa da Silva³;
Stéfane Alves Sampaio⁴; Nadya Gabrielly Dias da Silva⁴; Lídia Caroline Ferreira
Cruz¹; Cibele Silva Minafra⁵**

¹Discente do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - PPGZ – IFG. E-mail: aguinaldo.medvet@hotmail.com; ²Docente do Centro Universitário de Mineiros-Instituto de Ciências Agrárias. E-mail: vetrodrigo@msn.com; ³Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - PPGZ – UFG. E-mail: marixaraj@gmail.com, ⁴Estudante no curso de Bacharelado em Zootecnia – IFG. E-mail: stefanesamp@gmail.com, ⁴Estudante no curso de Bacharelado em Zootecnia – IFG. E-mail: gabriellynadya@gmail.com, ¹Discente do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - PPGZ – IFG. E-mail: lidiacruz@outlook.com, ⁵Docente/pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - PPGZ – IFG. E-mail: cibele.minafra@ifgoiano.edu.br.

RESUMO: O Brasil caracteriza-se por ser um país predominantemente agrícola, porém, é um país tropical que apresenta altas temperaturas e estas por sua vez, influenciam diretamente no bem-estar das aves. Animais monogástricos apresentam metabolismo acelerado devido sua alta taxa de crescimento corporal em período muito curto de tempo, sendo esses ainda mais susceptíveis a grandes variações de temperatura e umidade relativa do ar. O conhecimento de todos os fatores que envolvem o bem-estar animal deve ser levado em consideração, com atenção especial para o controle da homeostase, pois, o desempenho produtivo e eficiência de utilização dos nutrientes ingeridos dependem diretamente das condições ambientais fornecidas, que quando não atendida, afeta o crescimento e desenvolvimento corpóreo dos animais. Portanto, faz-se necessário a adoção de alternativas para melhorar o oferecimento de condições ambientais desejáveis para cada espécie, independente da fase de criação, buscando sempre o melhor desempenho produtivo e econômico dos animais. Este estudo de revisão bibliográfica objetivou analisar estudos inerentes às condições de conforto térmico ambiental e respostas fisiológicas e zootécnicas em frangos de corte.

Palavras-chave: Ambiência, Avicultura,

INTRODUÇÃO

Ao longo do século XX a produção de frangos cresceu no mundo todo, assim como no Brasil. Essa expansão e o sucesso da avicultura brasileira se deve à combinação de diversos fatores, incluindo a alta modernização das instalações, a nutrição balanceada, o controle sanitário, a melhor ambiência e o melhoramento genético dos híbridos comercialmente utilizados (Martins, 2013).

Atualmente, o Brasil é o terceiro maior produtor de carne de frango no mundo, ficando atrás apenas do Estados Unidos e China. O pico da produção brasileira aconteceu no ano de 2020, atingindo 13,845 milhões de toneladas, destas 69% destinadas ao mercado

interno e 31% para exportações, fazendo do país o maior exportador do mundo. Sendo, a maior parte da produção concentrada nos três estados da região sul, responsáveis por 79,93% da carne de frango do Brasil, seguida do estado de Goiás que é o quarto maior produtor, tendo atingido, no ano de 2020, 5,16% de toda a produção nacional (ABPA, 2021).

A produção é influenciada por diversos fatores, os quais incluem, instalações, alimentação e manejo. Destes, a qualidade da água de bebida é de suma importância para a produção avícola eficiente uma vez que, as aves em produção comercial, possuem uma alta demanda de água, a qual está diretamente relacionada ao seu desenvolvimento e bem-estar (Boyd et al., 2020).

O grande desafio da ambiência é conseguir que ambiente interno não seja agressivo ao animal ou trabalhadores e esteja sempre identificando futuras questões que possam vir a causar problemas produtivos, mesmo antes que estes comecem a existir.

A instalação onde as aves são criadas em sistema intensivo, influencia diretamente a condição de conforto térmico e conseqüentemente o bem-estar animal. Caso não seja uma instalação adequada e com todos os mecanismos de aquecimento/resfriamento funcionando, pode promover uma dificuldade na manutenção do balanço térmico no interior das mesmas e na expressão de seus comportamentos naturais, afetando o desempenho produtivo das aves (Sakamoto et al., 2020).

O sucesso da atividade de produção de frangos de corte, está altamente relacionado com o nível de conforto térmico no interior de instalações avícolas. Aves apresentam menor produtividade e performance geral, incluindo os principais indicadores avaliados em uma criação, quando em situações de excesso de frio e/ou de calor, podendo ocorrer situações extremas, como o acréscimo da mortalidade dos lotes. Em função disso é fundamental que se conheça os níveis térmicos que são considerados confortáveis e adequados ao máximo potencial de produção das aves de corte em cada uma das suas diferentes fases de desenvolvimento (Mansilha et al., 2019).

O frango de corte é um animal com capacidade de termorregulação reduzida, e é bem mais sensível as situações de calor do que ao frio. Sendo assim, o calor gerado no processo da digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes, que é conhecido como incremento calórico, pode afetar sua produção (Zaboli et al., 2019). Existem diferenças entre os alimentos em relação aos níveis de incremento calórico. A proteína e a fibra proporcionam maior incremento calórico durante o metabolismo, quando são comparadas à gordura e ao amido, podendo então assim, aumentar a temperatura interna dos frangos de corte, prejudicando o seu desempenho. (Musigwa et al., 2021).

O objetivo deste trabalho é revisar as informações científicas disponíveis sobre o uso de tecnologia aplicadas em ambientes de criação sobre a termorregulação nas aves.

TERMORREGULAÇÃO NAS AVES

As aves são animais homeotermos, ou seja, conseguem manter a temperatura corporal dentro de uma estreita faixa. Para que isso ocorra, em situações de estresse, esses animais podem lançar de adaptações comportamentais, como por exemplo, abertura de asas, dispersão ou agrupamento em relação aos outros animais (CASSUCE, 2011). Quando em estresse calórico, diminuem a ingestão de alimentos como meio de dissipar o calor, o que pode ser observado principalmente por alterações na frequência respiratória e temperatura da cloaca com conseqüente diminuição no aproveitamento de nutrientes da dieta pelo organismo.

A temperatura de conforto térmico varia de acordo com a idade das aves. Aves em fase iniciais possuem pouco empenamento, seu centro termorregulador não está totalmente desenvolvido e perdem calor facilmente para o ambiente, necessitando de temperaturas ambientais maiores. À medida em que as aves crescem aumenta a produção de calor gerado pelo seu corpo, o desenvolvimento do centro termorregulador e empenamento estão completos, e há uma dificuldade de perder calor, sendo necessárias temperaturas menores para conforto térmico (LOPES; RIBEIRO; LIMA, 2015).

A ave perde calor corporal pelas chamadas trocas sensíveis, que são as perdas por condução, convecção e radiação. Recebem esse nome pois, para ocorrerem, dependem de uma diferença de temperatura entre a superfície corporal das aves e a temperatura ambiente. Sendo o mecanismo dependente de uma diferença de temperatura, sabe-se que quanto maior for essa diferença, mais eficientes serão essas trocas (FURLAN et al., 2001).

A zona de termoneutralidade possui duas regiões extremas de temperatura, sendo uma crítica inferior e superior. Abaixo da temperatura crítica inferior, o animal inicia o processo de estresse por frio e acima da superior, sofre por calor. O limite da temperatura pode variar em função da adaptação do animal ao frio e ao calor, tempo de exposição, nível de produção e intensidade da atividade física.

A termorregulação completa é alcançada quando as aves são capazes de manter a temperatura corporal constante, mesmo que no ambiente ocorra variações de temperatura. As exigências térmicas mudam com a idade, sendo que o estresse pelo frio ocorre apenas nos pintos e nos animais adultos o estresse por calor. O melhor indicador das condições de conforto térmico em um ambiente de criação é o próprio comportamento do animal, pois a alteração do mesmo indica a necessidade de adequação das condições térmicas do sistema de aquecimento ou resfriamento do ambiente. Aglomerações podem indicar necessidade de melhor aquecimento, já espaços vazios e/ou bicos abertos, aumento da taxa respiratória, pescoços e asas estendidas indicam altas temperaturas no ambiente.

ESTRESSE POR CALOR EM FRANGOS DE CORTE

O frango moderno tem pouca capacidade de termorregulação, sendo bem mais sensível ao calor do que ao frio. Na fase final, frangos de corte expostos a altas temperaturas, apresentam elevação na temperatura cloacal e de superfície corpórea (HAN et al., 2010), e começam a apresentar sinais que são característicos de troca de calor.

São alguns sinais apresentados pelas aves para aumentar a troca de calor: agachamento, manutenção das asas afastadas do corpo, para aumentar a área de superfície corporal ao máximo, e também o aumento do fluxo de calor para as regiões periféricas do corpo (crista, barbela, pés), por não possuírem cobertura de penas (crista, barbela e pés) (FURLAN et al., 2001).

O elevado estresse térmico por calor na ave leva ao aumento drástico em sua frequência respiratória, com objetivo de perder água para o ambiente e conseqüentemente calor pelas vias respiratórias, na forma de dissipação de calor latente. Em frangos de corte a frequência respiratória em conforto térmico e aproximadamente 25 movimentos por minuto, porém, quando submetidos ao estresse agudo, aves podem ter sua frequência aumentada para 250 por minuto, podendo dar origem ao desenvolvimento de alcalose respiratória, pois, devido a hiperventilação ocorre a redução do dióxido de carbono no sangue e conseqüentemente aumento do pH sanguíneo.

Em situações extremas na redução na capacidade de perder calor, aliado a exposição das aves em temperaturas agudas extremas, entram em quadro de hipertermia, podendo elevar a taxa de mortalidade na produção (SILVA et al., 2007)

Aves no período final de produção (35 a 42 dias de idade) quando exposta a temperaturas acima do limite crítico superior aumentam consideravelmente o consumo de água, ficando sua sobrevivência dependente do volume de água consumido nesse período, além da diminuição consecutiva do consumo de alimento com objetivo de diminuir o incremento calórico gerado pela digestão dos nutrientes da dieta, porém, com decréscimo na produtividade, pois a energia ingerida via alimentação estará sendo encaminhada para os processo de manutenção da temperatura corporal e não para produção de carne e ovos.

ESTRESSE POR FRIO EM FRANGOS DE CORTE

Nas primeiras semanas, pintos de corte são mais sensíveis a situação de estresse, principalmente o estresse térmico, já que não possuem o sistema termorregulador totalmente desenvolvido. Essa incompetência termorregulatória afeta o comportamento das aves em ambientes com temperatura abaixo da zona de conforto, induzindo o agrupamento na tentativa de reduzir a perda de calor corporal com ambiente. Quando submetidas ao estresse por frio, as aves buscam se manter agrupadas, com a tendência de diminuir a frequência de idas ao comedouros e bebedouros, o que, por conseguinte, afeta o desempenho produtivo até a idade de abate.

Devido o emprego maciço de material genético oriundo de clima temperado, as aves tem capacidade responsiva melhor ao frio. As penas influenciam nas perdas de calor, sendo um bom isolante térmico para o frio, mas não tão eficiente no estresse por calor.

Quando os animais adultos ou em crescimento, entram em zona de estresse por frio, geram incremento calórico, ou seja, mantém o consumo de alimento, porém a energia que serviria para aumento de deposição de tecidos muscular para desenvolvimento da carcaça, é utilizada em grande parte para manutenção, reduzindo assim o desempenho.

Em pintos e animais jovens com uma semana de vida, o estresse por frio causa queda ou até mesmo inibição do consumo de alimento, tendo assim que gastar suas reservas para a termogênese influenciando diretamente de forma negativa o desenvolvimento anatômico-fisiológico. Essa situação será refletida durante toda a vida dos animais, pois o desenvolvimento retardado na fase inicial resulta em queda de produtividade, desuniformidade dos lotes, perda de peso e piora na conversão alimentar, podendo ainda evoluir para quadros de ascite, que é uma patologia que retarda o desenvolvimento e eleva a mortalidade (ALMEIDA, 2010).

Animais mais jovens tem mais dificuldade de manter a temperatura corporal que se comparado aos animais mais velhos, e perdem calor muito rapidamente também pela não presença das penas que funcionam como um isolante térmico, conforme visto na figura 1.

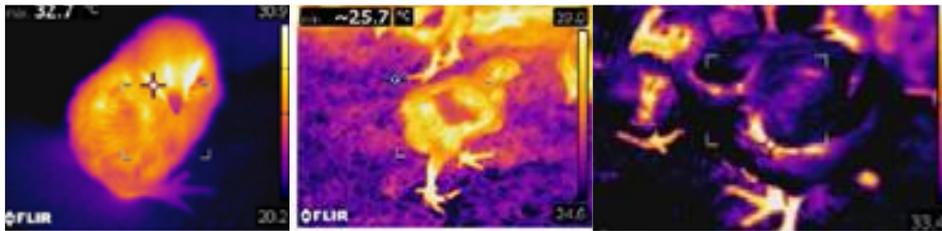


Figura 1: Imagem termográfica em frangos nas fases: inicial, intermediária e final
Fonte: Do autor, 2020

Os sinais clínicos da ascite, doença que está diretamente relacionada ao estresse por frio, são caracterizados por anorexia, perda de peso, respiração ofegante e imobilidade, apresentando-se assim como um quadro clínico mórbido. A circulação é reduzida assim como o aporte de oxigênio para as extremidades, gerando assim canelas desidratadas, sem brilho e as barbelas e crista com coloração cianótica. Geralmente a ave se apresenta deprimida com penas arrepiadas, é observado também anorexia e adipsia. Em casos mais evoluídos da patologia, percebe-se a presença de líquido na cavidade abdominal, com dilatação do abdômen, comprimindo vísceras e levando a ave à morte (GONZALES; MACARI, 2000).

SENSAÇÃO TÉRMICA

Sensação térmica é a forma com que os sentidos das aves percebem a temperatura do ar. Ela é resultado da interação entre a temperatura de bulbo seco, umidade relativa do ar e velocidade do ar. A umidade e velocidade do ar interferem na perda de calor pela ave. Quando o ar circula pela pele da ave, acaba retirando calor, portanto quanto maior a velocidade do ar maior, a perda de calor e sensação de frio (PAULINO et al., 2019).

A água, para evaporar, necessita de calor. Quando a água presente na superfície do animal evapora, também retira o calor e diminui a temperatura. Porém quanto maior a umidade presente no ar, mais difícil é a ocorrência da evaporação e conseqüentemente a retirada deste calor. Neste caso quanto maior a umidade do ar maior a sensação de calor (PAULINO et al., 2019).

Existem várias formas das aves, perderem trocarem calor com ambiente, as quais podem ser divididas em formas sensíveis ou latente. As formas sensíveis ocorrem naturalmente, sem gasto de energia, quando existe uma troca de calor com o ambiente através de um diferencial de temperatura.

Dentre as formas sensíveis segundo Furtado, Azevedo e Tinôco (2003), temos: Radiação – é a troca de calor através de ondas eletromagnéticas, que ocorre quando a ave emite calor para um ambiente mais frio; Condução – é a troca de calor devido ao contato direto do corpo da ave com superfícies. É realizada através do contato do pé ou peito do frango em superfície mais fria ou mais quente que seu corpo. A temperatura da cama tem aspecto fundamental nesta troca; Convecção – é a transferência de calor devido ao movimento de ar na superfície da pele.

Quando o ar passa entre as penas e corpo da ave, arrasta junto com ele o calor. Esta troca ocorre quando temos correntes de ar no aviário, ou quando usamos ventiladores ou exaustores aumentando a velocidade do ar. É uma das formas mais eficientes de perda de calor conforme visto na imagem termográfica da figura 2.

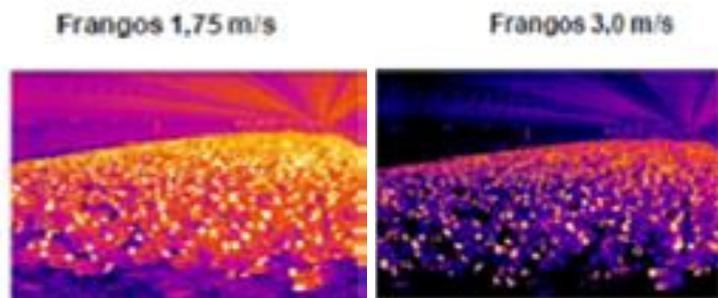


Figura 2: Diferença na temperatura de superfície corporal e da instalação com ventilação utilizada na velocidade de 1,75 metros por segundo e a 3 metros por segundo.

Fonte: Do autor, 2020

A forma de troca de calor latente inicia a partir do momento em que as formas sensíveis já não são suficientes para manter a temperatura corporal ideal. Nessa troca, a perda de calor para o ambiente ocorre através da evaporação da água eliminada na respiração das aves. Nesta situação, as aves abrem o bico e aumentam a frequência respiratória, a fim de lançarem o maior volume de ar e conseqüentemente de vapor de água no ambiente. Devido ao esforço físico exigido, a forma latente, necessita de um grande gasto energético para ocorrer (BRIDI, 2010).

HORMÔNIOS E TERMORREGULAÇÃO

Diversos hormônios estão envolvidos quando o animal se encontra em estresse térmico, entre eles o adrenocorticotrópico (ACTH), glicocorticóides (cortisol e corticosterona), catecolaminas e prolactina, onde a produção central do hormônio liberador de corticotropina (CRH) resulta em ativação de componentes periféricos do eixo hipotalâmico-hipofisário-adrenal, conduzindo ao aumento do ACTH e cortisol, bem como a ativação do sistema nervoso simpático com o aumento na liberação de glicose, na frequência cardíaca e pressão sangüínea (Mostl e Palme, 2002).

A glândula adrenal desempenha papel importante nessa reação hormonal em animais que não estejam em homeostase, sendo responsável pela produção de hormônios esteróides, importantes para a adaptação às condições adversas proporcionada pelo estresse, como cortisol, corticosterona, esteróides sexuais e aldosterona, além da noradrenalina e adrenalina (Andersson&Jonasson, 2006).

Os hormônios cortisol e corticosterona representam o principal produto da secreção hormonal na glândula adrenal, possuindo como regulador de sua secreção o ACTH (adeno-hipófise), este por sua vez estimulado pelo CRH (hipotálamo). Sendo assim, aumentos nas concentrações plasmáticas de ACTH ou cortisol são frequentemente utilizados em estudos para avaliar o nível de estresse que o animal sofre a partir de um estressor externo (Breuner e Orchinik, 2002).

O animal em situações de estresse aciona rapidamente respostas da glândula adrenal, resultando em aumento na produção de glicocorticóides e catecolaminas. Esse aumento na produção de hormônios representa o primeiro mecanismo de defesa do sistema endócrino para proteger o organismo contra as condições estressantes, visto que os glicocorticóides aumentam a aptidão para a mobilização de energia e possível mudança comportamental (Breuner e Orchinik, 2002; Mostl e Palme, 2002).

NUTRIÇÃO E TERMORREGULAÇÃO

Para o aproveitamento eficiente da energia e nutrientes disponibilizados via alimentação, os animais devem ser mantidos em condições climáticas favoráveis, o qual se localiza na Zona de Conforto Térmico, proporcionando ao animal estabilização constante da temperatura interna corporal média com a mínima utilização de mecanismos termorregulatórios.

O estresse térmico representa um desafio crescente para a produção de aves em todo o mundo, uma vez que os frangos são muito sensíveis à alta temperatura ambiente. A temperatura ambiente faz com que a temperatura corporal aumente e induza ao estresse oxidativo. Promover o desenvolvimento de termotolerância em frango seria, portanto, uma abordagem oportuna para lidar com esse desafio.

Existem diferentes abordagens para mitigar o problema do calor em aves, incluindo ajuste de ventilação, mistura de fator genético de animais mais resistentes, condicionamento epigenético e intervenções dietéticas.

Algumas estratégias nutricionais podem ser tomadas para tentar minimizar as perdas na produção decorrentes do estresse por calor ou frio: alteração na forma física da ração por meio do processo de peletização ou extrusão, manipulação da proteína e energia da dieta, utilização de antitérmicos, ácido ascórbico, eletrólitos manejo do arrojamento e manejos da água de bebida.

O incremento calórico, que é o calor gerado pelo processo de digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes podem afetar sua produção. Proteínas e fibras proporcionam maior incremento calórico durante o metabolismo em comparação com a gordura e o amido, o que podem aumentar a temperatura interna do animal e prejudicar seu desempenho.

Uma alternativa para minimizar os problemas de estresse, principalmente por calor em frangos de corte, é manipulação de nutrientes com a redução dos níveis de proteína bruta das rações, sem comprometimento dos níveis de aminoácidos essenciais limitantes, de forma a resultar em melhor balanço aminoácido permitindo melhor utilização desses nutrientes.

Alguns aminoácidos livres são reconhecidos como biomarcadores de estresse por calor, uma vez que são significativamente afetados pelo estresse por calor. Esses aminoácidos livres desempenham um papel crítico na termorregulação, bem como na redução da temperatura corporal de pintinhos sob estresse térmico. A Leucina (Leu) demonstrou desempenhar papéis críticos na regulação fisiológica, incluindo síntese de proteína, na redução de danos musculares e na atividade metabólica de glicose e lipídios. A administração *in ovo* de Leu (35 $\mu\text{mol/ovo}$) com sete dias embrionário causou hipotermia na eclosão, e proporcionou termotolerância em frangos de corte jovem sob a temperatura ambiente.

As alterações celulares induzidas pelo estresse térmico podem levar a várias adaptações neuroendócrinas, fisiológicas e imunológica, incluindo a modulação do metabolismo de lipídios e glicose. O fígado é um tecido altamente metabólico e desempenha um papel vital na digestão, metabolismo, imunidade e armazenamento de nutrientes, bem como a desintoxicação. O fígado é reponsivo e susceptível ao estresse térmico alterando o metabolismo de lipídios. *Morinda citrifolia* (Noni) demonstrou aumentar a capacidade antioxidante hepática, melhora a homeostase lipídica e protege o fígado de estressores ambientais e químicos.

O uso de probióticos e prebióticos é justificada como intervenção dietética por melhora a saúde intestinal, que é um dos principais fatores que influenciam a vulnerabilidade de frangos por calor. Um dos principais sintomas fisiológicos por estresse térmico é a disbiose da microbiota intestinal, que traz pressão imediata à integridade intestinal. Estudos têm demonstrado que o uso de probióticos *in ovo* tem mitigado a resposta imune induzida e o estresse oxidativo do baço em frangos sobre estresse térmico por calor, além de modular o perfil de ácido graxo no músculo do peito dos frangos.

Estudos têm demonstrado o uso de enzimas no auxílio da termorregulação de aves, um exemplo é a fitase, que tem como uma das funções liberar minerais, entre eles o Zinco, que é utilizado em algumas dietas com o objetivo de minimizar os efeitos do estresse causado pelas altas temperaturas e com isto as aves podem ter um melhor aproveitamento dos nutrientes em situação de estresse, amenizando as perdas, principalmente energética.

CONCLUSÃO

O controle da ambiência das instalações de confinamento onde os frangos de corte passam todo o período de vida é fundamental para uma produção de sucesso. Controlar a sensação térmica dos animais, balancear temperatura e umidade, oferecer a temperatura ideal desde o alojamento dos pintos de 1 dia, que necessitam de ambientes aquecidos até as aves em fase final que necessitam de resfriamento, é fundamental para expressão máxima do potencial das aves alojadas em índices zootécnicos como conversão alimentar e ganho de peso.

A não manutenção das temperaturas ideais durante a vida dos animais alojados, acarretam em grandes prejuízos financeiros para os produtores, pois a ambiência está diretamente ligada a performance animal, e é um dos principais fatores responsáveis pelo sucesso de uma criação de frango de corte, alinhado a sanidade, genética e mão-de-obra.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia Goiano (IFG) - campus Rio Verde/GO e ao laboratório de Bioquímica e Metabolismo Animal.

REFERÊNCIAS

1. Abiodun BS, Adedeji AS, Abiodun, E. Lesser known indigenous vegetables as potential natural egg colourant in laying chickens. *J Anim Sci Technol.* 2014;56:18.
2. Abramowicz K, Krauze M, Ognik K. The Effect of a probiotic preparation containing *Bacillus subtilis* PB6 in the diet of chickens on redox and biochemical parameters in their blood. *Ann. Anim. Sci.* 2019;19:433–451.
3. Adaszek L, Gadomska D, Mazurek L, Lyp P, Madany J, Winiarczyk S. Properties of capsaicin and its utility in veterinary and human medicine. *Res Vet Sci.* 2019;123:14-19.
4. Adegoke AV, Abimbola MA, Sanwo KA, Egbeyale LT, Abiona JA, Oso AO, Iposu SO. Performance and blood biochemistry profile of broiler chickens fed dietary

- turmeric (*Curcuma longa*) powder and cayenne pepper (*Capsicum frutescens*) powders as antioxidants. *Vet Anim Sci.* 2018;6:95-102.
5. Al-Shammari KIA, Batkowska J, Drabik K, Gryzińska MM. Time of sexual maturity and early egg quality of Japanese quails affected by in ovo injection of medicinal plants. *Arch Anim Breed.* 2019;62(2):423-430.
 6. Alagawany M, Salah AS, Mahmoud MA, Reda FM. Dietary cold-pressed red and black pepper oil mixture enhances growth, carcass, blood chemistry, antioxidant, immunity and caecal pathogens of quails. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl).* 2020;104:1712-1718.
 7. Ali M, Chand N, Khan RU, Naz S, Gul S. Anticoccidial effect of garlic (*Allium sativum*) and ginger (*Zingiber officinale*) against experimentally induced coccidiosis in broiler chickens. *J. Appl Anim Res.* (2019) 47:79–84.
 8. Azhir D, Zakeri A, Rezapour AK. Effect of ginger powder rhizome on humeral immunity of broiler chickens. *Eur. J. Exp. Biol.* 2012;2:2090-2092.
 9. Bastos MS, Vesco APD, Santana TP, Santos TS, Oliveira-Junior GM, Fernandes RPM, Barbosa LT, Gasparino E. The role of cinnamon as a modulator of the expression of genes related to antioxidant activity and lipid metabolism of laying quails. *PLoS One.* 2017;12(12):e0189619.
 10. Batiha GES, Alqahtani A, Ojo OA, Shaheen HM, Wasef L, Elzeiny M, Ismail M, Shalaby M, Murata T, Zaragoza-Bastida A, Rivero-Perez N, Beshbishy AM, Kasozi KI, Jeandet P, Hetta HF. Biological Properties, Bioactive Constituents, and Pharmacokinetics of Some *Capsicum* spp. and Capsaicinoids. *Int J Mol Sci.* 2020;21:5179.
 11. Batiha GE, Beshbishy AM, Wasef LG, Elewa YHA, Al-Sagan AA, El-Hack MEA, Taha AE, Abd-Elhakim YM, Devkota HP. Chemical Constituents and Pharmacological Activities of Garlic (*Allium sativum* L.): A Review. *Nutrients.* 2020;12(3):872.
 12. Bazh EKA e El-Bahy NM. In vitro and in vivo screening of anthelmintic activity of ginger and curcumin on *Ascaridia galli*. *Parasitol Res.* 2013;112(11):3679-86.
 13. Bhattarai K, Pokharel B, Maharjan S, Adhikari S. Chemical Constituents and Biological Activities of Ginger Rhizomes from Three Different Regions of Nepal. *J. Nutri. Diet Probiotics.* 2018;1:180005.
 14. Bo R, Ji X, Yang H, Liu M, Li J. The characterization of optimal selenized garlic polysaccharides and its immune and antioxidant activity in chickens. *Int J Biol Macromol.* 20215;182:136-143.

15. Bravo D, Pirgozliev V, Rose SP. A mixture of carvacrol, cinnamaldehyde, and *capsicum* oleoresin improves energy utilization and growth performance of broiler chickens fed maize-based diet. *J Anim Sci.* 2014;92:1531-6
16. Chang ST, Chen PF, Chang SC. Antibacterial activity of leaf essential oils and their constituents from *Cinnamomum osmophloeum*. *J Ethnopharmacol.* 2001;77(1):123-127.
17. Cheng H e Huang G. Extraction, characterisation and antioxidant activity of *Allium sativum* polysaccharide. *Int J Biol Macromol.* 2018;114:415-419.
18. Dkhil MA, Abdel-Baki AS, Wunderlich F, Sies H, Al-Quraishy S. Anticoccidial and antiinflammatory activity of garlic in murine *Eimeria papillata* infections. *Vet Parasitol.* (2011) 175:66–72.
19. Elazab ST, Elshater NS, Kishaway ATY, Ei-Emam HA. Cinnamon Extract and Probiotic Supplementation Alleviate Copper-Induced Nephrotoxicity via Modulating Oxidative Stress, Inflammation, and Apoptosis in Broiler Chickens. *Animals (Basel).* 2021;11(6):1609.
20. El-Bahy NM e Bazh EKA. Anthelmintic activity of ginger, curcumin, and praziquantel against *Raillietina cesticillus* (in vitro and in vivo). *Parasitol Res.* 2015;114(7):2427-34.
21. Elbaz AM, Ibrahim NS, Shehata AM, Mohamed NG, Abdel-Moneim E. Impact of multi-strain probiotic, citric acid, garlic powder or their combinations on performance, ileal histomorphometry, microbial enumeration and humoral immunity of broiler chickens. *Trop Anim Health Prod.* 2021;53(1):115.
22. El-Hack MEA, Alagawany M, Abdel-Moneim E, Mohammed NG, Khafaga AF, Bin-Jumah M, Othman SI, Allam AA, Elnesr SS. Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) Oil as a Potential Alternative to Antibiotics in Poultry. *Antibiotics (Basel).* 2020;9(5):210.
23. El-Hack MEA, Alagawany M, Shaheen H, Samak D, Othman SI, Allam AA, Taha AE, Khafaga AF, Arif M, Osman A, Sheikh AIE, Elnesr SS, Sitohy M. Ginger and Its Derivatives as Promising Alternatives to Antibiotics in Poultry Feed. *Animals (Basel).* 2020;10(3):452.
24. Elmowalid GA, El-Hamid MIA, El-Wahab AMA, Atta M, El-Naser GA, Attia AM. Garlic and ginger extracts modulated broiler chicks innate immune responses and enhanced multidrug resistant *Escherichia coli* O78 clearance. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis.* 2019;66:101334.
25. Fazli N, Hassanabadi A, Mottaghitalab M, Hajati H. Manipulation of broiler chickens sex differentiation by in ovo injection of aromatase inhibitors, and garlic and tomato extracts. *Poult Sci.* 2015;94(11):2778-2783.

26. Gurbuz Y e Salih YG. Influence of sumac (*Rhus Coriaria* L.) and ginger (*Zingiber officinale*) on egg yolk fatty acid, cholesterol and blood parameters in laying hens. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 2017;101(6):1316-1323.
27. Habibi R, Sadeghi G, Karimi A. Effect of different concentrations of ginger root powder and its essential oil on growth performance, serum metabolites and antioxidant status in broiler chicks under heat stress. *Br Poult Sci*. 2014;55(2):228-37.
28. Herve T, Raphaël KJ, Ferdinand N, Vitrice L, Tiwa F, Gaye A, Moyo N. 2018 Growth performance, serum biochemical profile, oxidative status, and fertility traits in male Japanese quail fed on ginger (*Zingiber officinale*, roscoe) essential oil. *Vet. Med. Inter*. 2018;2018:7682060.
29. Hong JC, Steiner T, Aufy A, Lien TF. Effects of supplemental essential oil on growth performance, lipid metabolites and immunity, intestinal characteristics, microbiota and carcass traits in broilers. *Livest. Sci*. 2012;144:253-262.
30. Horn NL, Ruch F, Miller G, Ajuwon KM, Adeola O. Determination of the adequate dose of garlic diallyl disulfide and diallyl trisulfide for effecting changes in growth performance, total-tract nutrient and energy digestibility, ileal characteristics, and serum immune parameters in broiler chickens. *Poult Sci*. 2016;95(10):2360-5.
31. Huang T, Peng Xin-Yu, Gao B, Wei Qi-Lin, Xiang R, Yuan Ming-Gui, Xu Zhi-Hong. The Effect of *Clostridium butyricum* on Gut Microbiota, Immune Response and Intestinal Barrier Function During the Development of Necrotic Enteritis in Chickens. *Front Microbiol*. 2019;10:2309.
32. Ibtisham F, Nawab A, Niu Y, Wang Z, Wu J, Xiao M, An L. The effect of ginger powder and Chinese herbal medicine on production performance, serum metabolites and antioxidant status of laying hens under heat-stress condition. *J Therm Biol*. 2019;81:20-24.
33. Idrees S, Hanif MA, Ayub MA, Hanif A, Ansari TM. Chili Pepper. 1. ed. Elsevier; 2019. Chapter 9 - Chili Pepper. Hanif MA, Nawaz H, Khan MM, Byrne HJ. *Medicinal Plants of South Asia*. 113-124p.
34. Ismail IE, Alagawany M, Taha AE, Puvača N, Laudadio V, Tufarelli V. Effect of dietary supplementation of garlic powder and phenyl acetic acid on productive performance, blood haematology, immunity and antioxidant status of broiler chickens. *Anim Biosci*. 2021;34(3):363-370.
35. İpçak HH e Alçiçek A. Addition of *Capsicum* oleoresin, Carvacrol, Cinnamaldehyde and their mixtures to the broiler diet II: Effects on meat quality. *J Anim Sci Technol*. 2018;60:9.

36. Jimoh AA, Ibitoye EB, Dabai YU, Garba S. In vivo antimicrobial potentials of garlic against *Clostridium perfringens* and its promotant effects on performance of broiler chickens. *Pak J Biol Sci.* 2013;16(24):1978-1984.
37. Karadas F, Pirgozliev V, Rose SP, Dimitrov D, Oduguwa O, Bravo D. Dietary essential oils improve the hepatic antioxidative status of broiler chickens. *Br Poult Sci.* 2014;55:329-34.
38. Karangiya VK, Savsani HH, Patil SS, Garg DD, Murthy KS, Ribadiya NK, Vekariya SJ. Effect of dietary supplementation of garlic, ginger and their combination on feed intake, growth performance and economics in commercial broilers. *Vet World.* 2016;9(3):245-50.
39. Khan R, Naz S, Nikousefat Z, Tufarelli V, Javdani M, Qureshi M, Laudadio V. Potential applications of ginger (*Zingiber officinale*) in poultry diets. *World's Poult. Sci. J.* 2012;68:245–252.
40. Kim JE, Lillehoj HS, Hong YH, Kim GB, Lee SH, Lillehoj EP, Bravo DM. Dietary *Capsicum* and *Curcuma longa* oleoresins increase intestinal microbiome and necrotic enteritis in three commercial broiler breeds. *Res Vet Sci.* 2015;102:150-8.
41. Kim DH, Lillehoj H, Lee S, Lillehoj E, Bravo D. Improved resistance to *Eimeria acervulina* infection in chickens due to dietary supplementation with garlic metabolites. *Br J Nutr.* (2013) 109:76–88.
42. Kirubakaran A, Moorthy M, Chitra R, Prabakar G. Influence of combinations of fenugreek, garlic, and black pepper powder on production traits of the broilers. *Vet World.* 2016;9(5):470-4.
43. Krauze M, Cendrowska-Pinkosz M, Matusievičius P, Stepniowska A, Jurczak P, Ognik K. The Effect of Administration of a Phytobiotic Containing Cinnamon Oil and Citric Acid on the Metabolism, Immunity, and Growth Performance of Broiler Chickens. *Animals (Basel).* 2021;11(2):399.
44. Kumar S, Kumari R, Mishra S. Pharmacological properties and their medicinal uses of *Cinnamomum*: a review. *J Pharm Pharmacol.* 2019;71(12):1735-1761.
45. Lee JS, Kim MJ, Park SH, Lee SB, Wang T, Jung US, Im J, Kim EJ, Lee KW, Lee HG. Effects of dietary mixture of garlic (*Allium sativum*), coriander (*Coriandrum sativum*) and probiotics on immune responses and caecal counts in young laying hens. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl).* 2017;101(5):122-132.
46. Lee SH, Lillehoj HS, Jang SI, Lillehoj EP, Min W, Bravo DM. Dietary supplementation of young broiler chickens with *Capsicum* and turmeric oleoresins increases resistance to necrotic enteritis. *Br J Nutr.* 2013;110:840-7.

47. Lillehoj HS, Kim DK, Bravo DM, Lee SH. Effects of dietary plant-derived phytonutrients on the genome-wide profiles and coccidiosis resistance in the broiler chickens. *BMC Proc.* 2011;4:S34.
48. Liu Y, Liu J, Zhang Y. Research Progress on Chemical Constituents of *Zingiber officinale* Roscoe. *Biomed Res Int.* 2019;2019:5370823.
49. Liu SJ, Wang J, He TF, Liu HS, Piao XS. Effects of natural *capsicum* extract on growth performance, nutrient utilization, antioxidant status, immune function, and meat quality in broilers. *Poultry Science.* 2021:101301.
50. Lokaewmanee K, Yamauchi K, Okuda N. Effects of dietary red pepper on egg yolk colour and histological intestinal morphology in laying hens. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl).* 2013;97:986-95.
51. McDonald SE, Nolan MJ, Harman K, Boulton K, Hume DA, Tomley FM, Stabler RA, Blake DP. Effects of *Eimeria tenella* infection on chicken caecal microbiome diversity, exploring variation associated with severity of pathology. *PLoS ONE.* 2017;12:e0184890
52. Ogbuewu IP, Okoro VM, Mbajorgu CA. Meta-analysis of the influence of phytobiotic (pepper) supplementation in broiler chicken performance. *Trop Anim Health Prod.* 2020;52:17-30.
53. Omri B, Chalghoumi R, Izzo L, Ritieni A, Lucarini M, Durazzo A, Abdouli H, Santini A. Effect of Dietary Incorporation of Linseed Alone or Together with Tomato-Red Pepper Mix on Laying Hens' Egg Yolk Fatty Acids Profile and Health Lipid Indexes. *Nutrients.* 2019;11:813.
54. Pirgozliev V, Beccaccia A, Rose SP, Bravo D. Partitioning of dietary energy of chickens fed maize- or wheat-based diets with and without a commercial blend of phytogenic feed additives. *J Anim Sci.* 2015;93:1695-702.
55. Pirgozliev V, Mansbridge SC, Rose SP, Mackenzie AM, Beccaccia A, Karadas F, Ivanova SG, Staykova GP, Oluwatosin OO, Bravo D. Dietary essential oils improve feed efficiency and hepatic antioxidant content of broiler chickens. *Animal.* 2019;13:502-508.
56. Pourali M, Kermanshahi H, Golian A, Ramzi GR, Soukhtanloo M. Antioxidant and anticoccidial effects of garlic powder and sulfur amino acids on *Eimeria*-infected and uninfected broiler chickens. *Iran J Vet Res.* (2014) 15:227–32.
57. Puvača N, Kostadinović L, Ljubojević D, Lukač D, Lević J, Popović S, Novakov N, Vidović B, Đuragić O. Effect of garlic, black pepper and hot red pepper on productive performances and blood lipid profile of broiler chickens. *Europ.Poult.Sci.* 2015;79:1-13.

58. Qaid MM, Al-Mufarrej SI, Azzam MM, Al-Garadi MA. Anticoccidial effectivity of a traditional medicinal plant, *Cinnamomum verum*, in broiler chickens infected with *Eimeria tenella*. *Poult Sci.* 2021;100(3):100902.
59. Qaid MM, Al-Mufarrej SI, Azzam MM, Al-Garadi MA, Albaadani HH, Alhidary IA, Aljumaah RS. Growth Performance, Serum Biochemical Indices, Duodenal Histomorphology, and Cecal Microbiota of Broiler Chickens Fed on Diets Supplemented with Cinnamon Bark Powder at Prestarter and Starter Phases. *Animals (Basel)*. 2021;11(1):94.
60. Qorbanpour M, Fahim T, Javandel F, Nosrati M, Paz E, Seidavi A, Ragni M, Laudadio V, Tufarelli V. Effect of Dietary Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) and Multi-Strain Probiotic on Growth and Carcass Traits, Blood Biochemistry, Immune Responses and Intestinal Microflora in Broiler Chickens. *Animals (Basel)*. 2018;8(7):117.
61. Reda FM, Alagawany M, Mahmoud HK, Mahgoub SA, Elnesr SS. Use of red pepper oil in quail diets and its effect on performance, carcass measurements, intestinal microbiota, antioxidant indices, immunity and blood constituents. *Animal*. 2020;14:1025-1033.
62. Ríos JL e Recio MC. Medicinal plants and antimicrobial activity. *J Ethnopharmacol.* 2005;100(1-2):80-84.
63. Rostagno, MH. Effects of heat stress on the gut health of poultry. *J Anim Sci.* 2020;98(4):skaa090.
64. Sahin N, Orhan C, Tuzcu M, Juturu V, Sahin K. Capsaicinoids improve egg production by regulating ovary nuclear transcription factors against heat stress in quail. *Br Poult Sci.* 2017;58:177-183.
65. Sang-Oh P, Chae-Min R, Byung-Sung P, Jong H. The meat quality and growth performance in broiler chickens fed diet with cinnamon powder. *J Environ Biol.* 2013;34(1):127-33.
66. Shang A, Shi-Yu C, Xiao-Yu X, Ren-You G, Guo-Yi T, Harold C, Mavumengwana V, Hua-Bin L. Bioactive Compounds and Biological Functions of Garlic (*Allium sativum* L.). *Foods.* 2019;8(7):246.
67. Shanoon AK, Jassim MS, Amin QH, Ezaddin IN. Effects of Ginger (*Zingiber officinale*) Oil on Growth Performance and Microbial Population of Broiler Ross 308. *Inter. J. Poultry Sci.* 2012;11:589-593.
68. Sharma PK, Singh V, Ali M. Chemical composition and antimicrobial activity of fresh rhizome essential oil of *Zingiber officinale* Roscoe. *Pharmacogn. J.* 2016;8:185-190.
69. Shewita RS e Taha AE. Influence of dietary supplementation of ginger powder at different levels on growth performance, haematological profiles, slaughter traits

- and gut morphometry of broiler chickens. *South Afr. J. Anim. Sci.* 2018;48:997-1008.
70. Shojai TM, Langeroudi AG, Karimi V, Barin A, Sadri N. The effect of *Allium sativum* (Garlic) extract on infectious bronchitis virus in specific pathogen free embryonic egg. *Avicenna J Phytomed.* 2016;6(4):458-267.
71. Sidiropoulou E, Skoufos I, Marugan-Hernandez V, Giannenas I, Bonos E, Aguiar-Martins K, Lazari D, Blake DP, Tzora A. *In vitro* Anticoccidial Study of Oregano and Garlic Essential Oils and Effects on Growth Performance, Fecal Oocyst Output, and Intestinal Microbiota *in vivo*. *Front Vet Sci.* 2020;7:420.
72. Singh G, Maurya S, DeLampasona MP, Catalan CAN. A comparison of chemical, antioxidant and antimicrobial studies of cinnamon leaf and bark volatile oils, oleoresins and their constituents. *Food Chem Toxicol.* 2007;45(9):1650-1661.
73. Srinivasan K. Biological Activities of Red Pepper (*Capsicum annum*) and Its Pungent Principle Capsaicin: A Review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2016;56:1488-500.
74. Stanacev V, Glamocic D, Milošević N, Puvaa N, Stanacev V, Plavša N. Effect of garlic (*allium sativum* L.) in fattening chicks nutrition. *Afr J Agric Res.* 2011;6:943–8.
75. Tekeli A, Celik L, Kutlu HR, Gorgulu M. Effect of dietary supplemental plant extracts on performance, carcass characteristics, digestive system development, intestinal microflora and some blood parameters of broiler chicks; Proceedings of the 12th European Poultry Conference; Verona, Italy. 10–14 September 2006; pp. 10-14.
76. Türk G, Şimşek UG, Çeribaşı AO, Çeribaşı S, Kaya SOK, Güvenç M, Çiftçi M, Sönmez M, Yüce A, Bayrakdar A, Yaman M, Tonbak F. Effect of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) bark oil on heat stress-induced changes in sperm production, testicular lipid peroxidation, testicular apoptosis, and androgenic receptor density in developing Japanese quails. *Theriogenology.* 2015;84(3):365-376.
77. Varmaghany S, Torshizi MAK, Rahimi S, Lotfollahian H, Hassanzadeh M. The effects of increasing levels of dietary garlic bulb on growth performance, systolic blood pressure, hematology, and ascites syndrome in broiler chickens. *Poult Sci.* 2015;94(8):1812-1820.
78. Wen C, Liu Y, Ye Y, Tao Z, Cheng Z, Wang T, Zhou Y. Effects of gingerols-rich extract of ginger on growth performance, serum metabolites, meat quality and antioxidant activity of heat-stressed broilers. *J Therm Biol.* 2020;89:102544.

79. Yu-Tang T, Meng-Thong C, Sheng-Yang W, Shang-Tzen C. Anti-inflammation activities of essential oil and its constituents from indigenous cinnamon (*Cinnamomum osmophloeum*) twigs. *Bioresour Technol.* 2008;99(9):3908-3913.
80. Zhang C, Fan L, Fan S, Wang J, Luo T, Tang Y, Chen Z, Yu L. *Cinnamomum cassia* Presl: A Review of Its Traditional Uses, Phytochemistry, Pharmacology and Toxicology. *Molecules.* 2019;24(19):3473.
81. Zhang GF, Yang ZB, Wang Y, Yang WR, Jiang SZ, Gai GS. Effects of ginger root (*Zingiber officinale*) processed to different particle sizes on growth performance, antioxidant status, and serum metabolites of broiler chickens. *Poult. Sci.* 2009;88:2159-2166.
82. Zhao X, Yang ZB, Yang WR, Wang Y, Jiang SZ, Zhang GG. Effects of ginger root (*Zingiber officinale*) on laying performance and antioxidant status of laying hens and on dietary oxidation stability. *Poult. Sci.* 2011;90:1720-1727.
83. Zhang M, Zhao R, Wang D, Wang L, Zhang Q, Wei S, Lu F, Peng W, Wu C. Ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) and its bioactive components are potential resources for health beneficial agents. *Phytother Res.* 2021;35(2):711-742.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-32>

Capítulo 32

USO DE REVESTIMENTOS EM FRUTOS

Vanessa Caroline de Oliveira¹, Mariana Cássia Silva², Fabrícia Queiroz Mendes³

¹Estudante do Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal – UFV-CRP; E-mail: vanessa.c.oliveira@ufv.br, ² Agrônoma, FUPAC; mariana.fga@hotmail.com, ³ Docente Dr^a. do Dpto. de Ciências Agrárias UFV-CRP. E-mail: fabricia.queiroz.mendes@ufv.br.

RESUMO: A perda de alimentos ocorre em nível mundial tendo seu maior índice no setor de frutas e hortaliças. Uma das tecnologias pós-colheita que são empregadas e reduzem essas perdas, são os revestimentos, podendo ser comestíveis ou não. Eles apresentam vantagens por serem de baixo custo e preservarem as características físicas, nutricionais e sensoriais de frutas e hortaliças. O presente trabalho teve como objetivo apresentar pesquisas sobre os diferentes tipos de revestimentos que tiveram sucesso na pós-colheita de frutas para conservação dos frutos e qualidade. A partir das pesquisas observadas, dependendo do tipo de material e do fruto, vários revestimentos apresentaram sucesso em reduzir a perda de água e conseqüentemente a massa do fruto, reduzir as trocas gasosas atrasando o processo de maturação, e também em análises microbiológicas tendo efeito sobre o desenvolvimento de microrganismos. Os atributos da qualidade como sabor, visual, textura, aparência também podem ser preservadas por um período maior de tempo. Conclui-se que essa tecnologia surge como uma opção para manter a qualidade e estender a vida útil dos produtos, preservando as características que são indispensáveis para os consumidores na hora da compra.

Palavras-chave: Armazenamento; Pós-colheita; Revestimentos

INTRODUÇÃO

De acordo com o relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente de 2021, estima-se que cerca de 931 milhões de toneladas de resíduos alimentares foram gerados em 2019. Desse total, 61% vieram do consumo doméstico, 26% de serviços de alimentação e 13% do varejo. Isso sugere que 17% do total da produção global de alimentos é desperdiçado (1). Na América Latina, o maior percentual de perdas de alimentos, refere-se aos grupos de frutas e hortaliças, seguindo de raízes e tubérculos, sendo essa perda expressiva nas etapas de produção agroindustrial, manejo e estocagem, e por fim no processamento e embalagem. Observa-se uma perda significativa nas etapas de distribuição e consumo doméstico (2, 3).

O Brasil, nas últimas décadas, está exportando mais frutas e hortaliças do que importando. É o terceiro maior produtor mundial de frutas (45 milhões de toneladas) e destaca-se também na produção de hortaliças (18,7 milhões de toneladas) (4). Em contraponto, as perdas pós-colheita no Brasil, estão sendo avaliadas de forma pontual. Para

produtos que tem maior durabilidade, como grãos e cereais, as estimativas de perdas pós-colheita estão entre 5% a 30%. Para produtos hortícolas, as perdas podem variar de 15% até quase 100% (5).

Várias pesquisas estão voltadas para desenvolver tecnologias que visam a redução de perdas de frutos pós-colheita. Essas tecnologias ajudam a diminuir as perdas e também mantém a qualidade dos frutos, uma vez que os consumidores estão se tornando mais exigentes. Após serem colhidos, os frutos em ambiente tropical, apresentam altas alterações bioquímicas e fisiológicas devido as reações naturais aceleradas pela temperatura e as práticas de manuseio que são submetidos (6).

O frio tem sido utilizado como tecnologia para inibir total ou parcialmente alguns dos agentes que causam as alterações em alimentos, como: atividade metabólica, enzimática, e microbiológica dos tecidos vegetais após sua colheita. O frio pode ser aplicado no produto fresco ou processado como congelamento ou resfriamento (7). Entretanto, nem sempre é possível ou viável a utilização de frio para aumentar a vida de prateleira. Algumas tecnologias podem potencializar a ação da cadeia de frios, ou em sua ausência, contribuir para um aumento da vida de prateleira.

Uma dessas tecnologias que tem sido utilizadas e difundidas internacionalmente, é a aplicação de revestimentos ou coberturas comestíveis sobre a superfície dos frutos. Essa tecnologia apresenta vantagens pela sua eficiência e simplicidade para preservar as características nutricionais e assim, mantendo o valor comercial do produto (5,8,9).

O trabalho teve como objetivo apresentar pesquisas sobre diferentes tipos de revestimentos que tiveram sucesso na pós-colheita de frutas para conservação dos frutos e mantendo a qualidade.

Definição de revestimento e vantagens

O revestimento é definido como uma fina camada de material comestível ou não formada sobre um alimento, geralmente é aplicada na forma líquida sobre o fruto por imersão (10). As ceras ou impermeabilizantes tem a função de bloquear as trocas gasosas do fruto, o que altera seu amadurecimento e também as suas qualidades organolépticas. Com a aplicação desses revestimentos torna-se possível reduzir a taxa de liberação de etileno e a taxa de respiração dos frutos, o que desacelera o amadurecimento (11). A maioria dos frutos nos quais os revestimentos são aplicados são aqueles que apresentam uma alta taxa de respiração (12), considerados frutos climatéricos, que continuam amadurecendo quando são retirados da planta mãe.

Algumas vantagens dos revestimentos em frutas e vegetais: são biodegradáveis; apresentam custo e conveniência vantajosos; são incorporados como aditivos que vão melhorar as propriedades sensoriais com segurança no uso; o brilho superficial aumenta com uso de ceras, resinas ou misturas, bem como pelo uso de óleos o que melhora a aparência; podem reduzir a incidência de doenças, principalmente se aplicada em conjunto com fungicidas (5). Os revestimentos também contribuem também para perda não excessiva de água, preserva a textura do fruto e conserva o valor nutricional do mesmo (13,14).

Tipos de revestimentos

Para escolher o revestimento, deve levar em consideração algumas características como as características superficiais da fruta; as características do revestimento; as condições de armazenamento do produto e os objetivos que serão almejados para o revestimento. Existem vários tipos de revestimentos empregados na formação de coberturas em frutas e vegetais. As matérias-primas para os revestimentos podem ter origem animal ou vegetal como: polissacarídeos (celulose, pectina, amido, quitosana, etc); lipídeos (óleo vegetal/mineral, cera de carnaúba, cera de parafina, cera de abelha); proteínas (zeínas, caseína, gelatina, albumina de ovo, etc) (15).

Pesquisadores fazem um comparativo entre os materiais que são empregados nos revestimentos com biopolímeros e são caracterizados em duas amplas categorias: hidrofílicos e hidrofóbicos representados na Tabela 1.

Tabela 1 - Materiais empregados nos revestimentos

Material	Estrutura química dos materiais	Exemplos de materiais
Hidrofóbico	Ligações neutras. São constituídas com grupos alquila e aromáticos (CH ₃ , CH ₂ -CH ₃ , etc). Na presença de água, esses grupos se juntam e se ligam a moléculas polares.	Óleos e ácidos graxos e as proteínas hidrofóbicas (predominantes de substituintes apolares)
Hidrofílico	Grupos amino ou hidroxila e carboxila (OH, COO ⁻ , NH ₃) constituídos por ligações covalentes polares. Sua cadeia carbônica é caracterizada por sítios parcialmente carregados negativamente e positivamente, favorecendo o rearranjo e acúmulo de água e moléculas polares.	Polissacarídeos: celulose, quitina, goma xantana, goma guar, pectina, amido e os polissacarídeos polieletrólitos, como a carboximetilcelulose, a quitosana e o alginato

Fonte: (16)

Na Tabela 2 apresenta-se alguns materiais utilizados para o revestimento de frutos, suas principais ações e trabalhos em que foram aplicados.

Tabela 2 - Materiais usualmente empregados como revestimento, suas principais ações e pesquisas aplicadas

Tipo de Revestimento	Principal ação	Referência
Amido	Barreira a gases; melhora da cor e da firmeza; ação antifúngica	(17,18,19).
Pectina	Barreira a gases; ação antifúngica, manutenção da firmeza	(20,21).
Carboximetilcelulose (CMC)	Barreira a gases, manutenção da cor	(22,23).
Quitosana	Ação antimicrobiana; manutenção da cor e redução do escurecimento	(24,25,26, 27).

Goma xantana	Redução de perdas de água, diminuição da desidratação superficial	(28,29)
Própolis	Propriedades antimicrobianas Redução da perda de massa Controle de doenças de pós-colheita (30,31).	(32,33,34).
Óleo essencial	Antimicrobiano e antifúngico (35).	(36,37,38).

Fonte: Adaptado (39,40,41,42).

O amido foi utilizado como revestimento em goiaba, mamão e banana (17,19,18) e houve redução na perda de peso e deixaram os frutos mais firmes. O amido é um dos biopolímeros que são mais utilizados pois apresenta características favoráveis ao seu uso como: fácil manipulação, tem baixo custo, é comestível e é uma boa maneira para barrar o oxigênio. Mas necessita de outros agentes plastificantes para o revestimento não ser considerado frágil (43). Além dessas características, o amido apresenta a possibilidade de carregar compostos antioxidantes e antimicrobianos (44).

A quitosana foi aplicada individualmente ou juntamente com outros materiais em melão minimamente processado, goiaba e laranja respectivamente (24,25 e 27,26). Obtiveram bons resultados a perda de massa, análise visual e controle da maturação. A quitosana é um polissacarídeo e o composto tem efeito sob a manutenção de sólidos solúveis, firmeza e controle na perda de massa (45,46).

A goma de xantana foi utilizada acrescida ou não de outros materiais em bananas (28,29). Observaram a redução da perda de massa e manutenção da luminosidade dos frutos. A goma xantana é caracterizada como um polissacarídeo, apresentando boas características reológicas (47), apresentando boas características para revestimento.

Bons resultados foram observados (32,33) para perda de massa e firmeza do fruto com mamão e maracujá respectivamente, com a utilização do extrato de própolis como revestimento. Ocorreu o retardamento de crescimento de fungos filamentosos e coliformes na maçã Fuji com aplicação de própolis (34). Os flavonoides são os principais constituintes do própolis e desempenham diversas atividades biológicas importantes (48). Também são constituídos por compostos fenólicos apresentando características antioxidantes e antimicrobianas (49).

CONCLUSÕES

Conclui-se que a utilização de revestimentos é assertiva para a conservação dos frutos e também para manter sua qualidade pós-colheita. Essa tecnologia surge como uma opção para manter as qualidades físicas e sensoriais, requisitos que são indispensáveis para os consumidores na hora da compra. A disponibilidade, fácil acesso e a característica de serem biodegradáveis, aumentam a sua aplicação no ramo industrial.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) Código de Financiamento 001.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG)

REFERÊNCIAS

1. United Nations Environment Programme (2021). Food Waste Index Report 2021. Nairobi.
2. Belik W, Cunha ARAA, Costa LA. Crise dos Alimentos e estratégias para a redução do desperdício no contexto de uma política de segurança alimentar e nutricional no Brasil. *Revista Planejamento e políticas públicas*. 2012;38:107–132.
3. Gustavsson J, Cederberg C, Sonesson U. *Global Food Losses and Food Waste*. Roma: FAO; 2011.
4. Embrapa. *Embrapa em números*. Brasília: Embrapa; 2015.
5. Chitarra MIF, Chitarra AB. *Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio*. Lavras: UFLA; 2005.
6. Assis OBG, Britto D, Forato LA. *O Uso de Biopolímeros como Revestimentos Comestíveis Protetores para Conservação de Frutas in Natura e minimamente processadas*. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária; 2009.
7. Ordóñez, JA. *Tecnologia de Alimentos: Componentes dos Alimentos e Processos*. Porto Alegre: Artmed; 2005.
8. Reinoso E, Mittal GS, Lim LT. Influence of whey protein composite coatings on plum (*Prunus Domestica L.*) fruit quality. *Food Bioprocess Technology*. 2008;1:314–325.
9. Xu S, XU L, Chen X. Determining optimum edible films for kiwi fruits using an analytical hierarchy process. *Computers & Operations Research*, 2002;908:1–9.
10. Falguera V, Quintero JP, Jiménez A, Muñoz JÁ, Ibarz A. Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology*. 2011;22:292–303.
11. Gayet JP, Bleinroth, EW, Matallo M, Garcia EEC, Garcia AE, Ardito EFG, Bordin MR. *Abacate para exportação: Procedimentos de Colheita e Pós-colheita*. Brasília: Embrapa; 1995.
12. Assis OBG, Forato LA, Britto D. Revestimentos comestíveis protetores em frutos minimamente processados. *Revista Higiene Alimentar*. 2008;22:99–106.
13. Park HJ. Edible coatings for fruits. In: Jongen W WF. (Ed.). *Fruit and vegetable processing: improving quality*. Boca Raton: CRC Press, 2005.
14. Turhan KN. Is edible coating an alternative to MAP for fresh and minimally processed fruits? *Acta Horticulturae*. 2010;876:299–305.

15. Silva PPM, Oliveira, J. Revestimentos comestíveis aplicados em frutas e hortaliças. Laboratório de Frutas e Hortaliças. Departamento Agroindústria, Alimentos e Nutrição (ESALQ/USP) 2020 [acesso em 21 jul 2021]. Disponível em: <<https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=3279912>>.
16. Assis OBG, Britto D. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2014;17:87–97.
17. Lopes AR, Dragunski DC, Caetano J, Francisco CB, Bonfim Júnior LF. Conservação de goiabas com revestimentos comestíveis de amido e caseína com extrato de barbatimão. *Engenharia na Agricultura*, 2018;26:295-305.
18. Pigozzi MT, Mendes FQ, Caldas JN, Oliveira IRB, Moraes ARF, Filho FAS, Sousa LAT, Silva IB. Qualidade pós-colheita de banana revestida com álcool polivinílico e amido. *Braz. J. of Develop.* 2020;6:74637–74648.
19. Pigozzi MT, Silva VM, Mendes FQ, Oliveira, IRN, Fialho ARM, Lopes EA. Qualidade pós-colheita de mamão revestido com álcool polivinílico e amido de milho. *Ciência e Agrotecnologia*. 2021;45:e019120.
20. Costa MS, Costa JDS, Gomes JP, Neto AF, Andrade RO, Lima GS. Conservação de bananas ‘prata anã’ revestida com fécula de mandioca e pectina. *Revista Agrarian*, 2019;12:542-549.
21. Farias MR de, Corcovado JMF, Amarante A de F do, Rosset M, Nagamoto RJ, Santos, CME dos. Efeito de diferentes biofilmes nos parâmetros de qualidade de goiabas e carambolas. *Unoesc & Ciência ACET*, 2019;10: 99-106.
22. Fonseca, MJ de O, Soares, AG, Barboza HTG, Carvalho MAG, Neves Júnior ACV. Uso de revestimento comestível para extensão da vida útil da goiaba ‘pedro sato’. *Revista Engenharia na Agricultura – Reveng*. 2016;24:101-110.
23. Panahirad S, Naghshiband-Hassani R, Bergin S, Katam R, Mahna N. Improvement of Postharvest Quality of Plum (*Prunus domestica* L.) Using Polysaccharide-Based Edible Coatings. *Plants (Basel)*. 2020;9:1148.
24. Chevalier RC, Silva GFA, Silva DM, Pizato S, Cortez-Veja WR. Utilização de revestimento comestível à base de quitosana para aumentar a vida útil de melão minimamente processado. *J. Bioen. Food Sci*. 2016;3:130–138.
25. Tavares LR, Almeida PP, Gomes MF. Avaliação físico-química e microbiológica de goiaba (*Psidium guajava*) revestida com cobertura comestível à base de O-carboximetilquitosana e óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare*). *Multi- Science Journal*. 2018;1:20–26.
26. Silva OS, Navroski, RN, Ritcher AF, Arruda AL, Barreto CF, Kirinus MBM, Malgarim MB. Avaliação de coberturas comestíveis compostas por fécula de

- mandioca e quitosana no revestimento em laranjas sob armazenamento refrigerado. Revista da 14ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa. 2017;14:766-774.
27. Rodrigues HGA, Siqueira ACP de, Santana LCL de A. Aplicação de revestimentos comestíveis à base de quitosana e fécula de mandioca incorporados com extrato da semente de tamarindo na conservação de goiabas. Research, Society and Development. 2020;9:e119963695.
 28. Montibeller MJ, Zapparoli FB, Oliveira BG, Pietrowski GAM, Almeida DM. Efeito de filmes de polímeros naturais na conservação de banana cv. Caturra (*Musa paradisiaca* L.). Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, 2016;8: 11-19.
 29. Sousa SF, Feitosa RM, Figueirêdo RMF. Aplicação de diferentes revestimentos na conservação pós-colheita da banana cv. Prata. Nativa. 2018;6:563–568.
 30. Ali A, Chow WL, Zahid N, Ong MK. Efficacy of propolis and cinnamon oil coating in controlling post-harvest anthracnose and quality of chilli (*Capsicum annuum* L.) during cold storage. Food and Bioprocess Technology. 2013;6:1–7.
 31. Pastor C, Sánchez-González L, Marcilla A, Chiralt, A, Cháfer M, González-Martínez, C. Quality and safety of table grapes coated with hydroxypropylmethylcellulose edible coatings containing propolis extract. Postharvest Biology and Technology. 2011;60:64–70.
 32. Passos FR, Mendes FQ, Pinto MCE, Araújo EA, Carvalho AMX. Propolis extract in postharvest conservation of Solo papaya cv. 'Golden'. Semina: Ciências Agrárias. 2016;37:4039–4050.
 33. Cunha MC, Passos FR, Mendes FQ, Silva AS, Almeida WL, Nasser VG. Extrato de própolis na conservação pós-colheita de maracujá-amarelo. Interciencia. 2017;42,320–323.
 34. Medeiros WP, Araujo AS, Rodrigues MAS, Medeiros MLS, Albuquerque TN, Araújo MA, Rodrigues AA, Medeiros BBM, Silva ES, Gomes IA. Extract of red propolis and its effect on the conservation of Fuji apple (*Malus domestica*). Research, Society and Development. 2021;10:1–23.
 35. Avila-sosa R, Palou E, Munguía MTJ, Nevárez-Moorillón GV, Cruz ARN, López-Malo A. Antifungal activity by vapor contact of essential oils added to amaranth, chitosan, or starch edible films. International Journal of Food Microbiology. 2012;153:66–72.
 36. Holsbach FMS, Pizato S, Fonteles NT, Souza PD de, Pinedo RA, Cortez-Veja WR. Avaliação da vida útil de mamão formosa (*Carica papaya* L.) minimamente processado utilizando coberturas de amido de mandioca e óleo essencial de cravo. J. Bioen. Food Sci. 2019;6:78-96.

37. Coelho CCS, Fonseca, MJO, Soares AG, Campos RS, Silva OF. Aplicação de revestimento filmogênico à base de amido de mandioca e de óleo de cravo-da-índia na conservação pós-colheita de goiaba ‘Pedro Sato’. *Engenharia na Agricultura*. 2017;25:479–490.
38. Thiel SR, Giacomelli FO, Oliveira MSR, Padilha M, Dornelles RCP, Mello RO. Avaliação de filme a base de fibra de colágeno com adição de óleo essencial de pimenta rosa na conservação pós-colheita de morangos. 7º Simpósio de Segurança Alimentar. *Inovação com Sustentabilidade*. 2020; p. 1-6. Disponível em: <http://schenautomacao.com.br/ssa7/envio/files/trabalho3_140.pdf>. Acesso em: 13 set. 2021.
39. Kester, JJ, Fennema OR. Edible films and coatings: a review. *Food Technology*. 1988;42:47-59.
40. Baldwin EA, Nisperos-Carriedo MO, Baker RA. Edible coatings for lightly processed fruits and vegetables. *HortScience*. 1995;30:35–38.
41. Hoffman HI, Han IY, Dawson OI. Antimicrobial effects of corn zein films impregnated with Nisin, Lauric acid and EDTA. *Journal of food Protection*. 2001;64:885–889.
42. Martín-Belloso O, Soliva-Fortuny RC, Baldwin EA. Conservación mediante recubrimientos comestibles. In: González-Aguilar, et al. (Ed.). *Nuevas tecnologías de conservación: produtos vegetales frescos cortados*. Ciad; 2005.
43. Botrel DA, Soares NFF, Geraldine RM, Pereira RMP, Fontes EAFF. Qualidade de alho (*Allium sativum*) minimamente processado envolvido com revestimento comestível antimicrobiano. *Ciência e tecnologia de alimentos*. 2007;27;32–38.
44. Krotcha JM, Mulder J. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. *Food Technology*. 1997;51:60–74.
45. Hosseini F, ZANDI, M, GHAZI FF. Preparation and functional properties of fish gelatin-chitosan blend edible films. *Food Chemistry*. 2013;136:1490–1495.
46. Ali A, Muhammad MTM, Sijam K, Siddiqui Y. Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (*Carica papaya* L.) fruit during cold storage. *Food Chemistry*. 2011;124:620–626.
47. SILVA, L. C. C da. Utilização do soro de leite em bioprocesso para a produção de goma xantana. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados). Universidade Federal de Juiz de Fora. 2017.
48. Betances-Salcedo E, Revilla I, Vivar-Quintana AM, González-Martín MI. Flavonoid and antioxidant capacity of propolis prediction using near infrared spectroscopy. *Sensores (Basel)*. 2017;17:1647.
49. Pobiega K, Kraśniewska K, Gniewosz M. Application of propolis in antimicrobial and antioxidative protection of food quality – A review. *Trends in Food Science & Technology*. 2019;83:53–62.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-33>

Capítulo 33

ÁCIDO ASCÓRBICO NO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE CAMPIM-MARANDU SOB ESTRESSE HÍDRICO

Cleisson Dener da Silva¹; Andréia Márcia Santos de Souza David²; Dorismar David Alves²; Edileuza dos Reis Souza Conceição¹; Eliene Almeida Paraizo³; Larissa Medeiros Soares⁴; Josiane Cantuária Figueiredo⁵

¹Mestre em Produção Vegetal no Semiárido - CCET – UNIMONTES; E-mail: denercleisson5@hotmail.com, edileuzareis2013@gmail.com, ²Docente do Depto de Ciências Agrárias – DCA – UNIMONTES; E-mail: andreia.david@unimontes.br, dorismar.alves@unimontes.br, ³Doutoranda em Produção Vegetal no Semiárido - CCET – UNIMONTES; E-mail: elieneparaizolik@hotmail.com, ⁴Graduada do Curso de Agronomia - CCET – UNIMONTES; E-mail: larimedeirossoares@gmail.com, ⁵Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Sementes - CCA – UFPel; E-mail: josycantuaria@yahoo.com.br.

RESUMO: A disponibilidade hídrica constitui um dos principais fatores que influencia o processo germinativo, afetando o estabelecimento da cultura. Assim, alternativas capazes de atenuar tais efeitos se tornam de grande relevância. Objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito de doses de ácido ascórbico sobre o potencial fisiológico de sementes de capim-marandu submetidas à diferentes condições hídricas. O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x5, composto de três potenciais osmóticos (0; -0,2 e -0,4 MPa) pelos quais as sementes foram expostas após o condicionamento com cinco doses exógenas de ácido ascórbico (0, 20, 40, 60 e 80 mM), com quatro repetições por tratamento. Para a avaliação do potencial fisiológico, as sementes foram submetidas às análises de germinação e índice de velocidade de germinação. Diante dos resultados obtidos, o potencial fisiológico das sementes foi afetado negativamente pelo estresse hídrico induzido por polietileno glicol 6000, verificando-se efeitos deletérios nos potenciais osmóticos -0,2 e -0,4 MPa. Contudo, o condicionamento com ácido ascórbico nas doses entre 40 e 50 mM promoveu melhorias no desempenho germinativo das sementes e aliviou os efeitos danosos promovidos pela baixa disponibilidade de água sob o potencial -0,2 MPa, estimulando a tolerância ao estresse hídrico.

Palavras-chave: atenuador; déficit hídrico; germinação; vigor

INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa posição de destaque na pecuária mundial, sendo considerado o maior exportador de carne bovina (1). Portanto, as pastagens constituem a principal fonte de alimentação para o rebanho no país, com aproximadamente 100 milhões de pastagens cultivadas (2). Devido ao seu baixo custo de produção, representa a forma mais prática e rentável para a alimentação animal.

Para a formação do pasto, o emprego de espécies do gênero *Urochloa* tem se destacado devido à sua rusticidade (3). Dentre seus vários cultivares, destaca-se o capim-marandu (*Urochloa brizantha* cv. Marandu syn. *Brachiaria brizantha* Hoechst Stapf cv. Marandu), com 60 milhões de hectares de pastagens formadas no Brasil (4), cuja preferência é atribuída ao seu bom desenvolvimento ao longo do ano e excelente produção de massa seca (5).

A implantação de pastagens de capim-marandu no Brasil está sujeita a recorrentes problemas com estiagens durante o período de germinação e emergência de plântulas, comprometendo o estabelecimento da cultura. Consequentemente, há restrição da disponibilidade hídrica e nutrientes, aumento do número de plantas daninhas na área e redução na capacidade de suporte do pasto, resultando na redução da sua perenidade e rentabilidade do sistema produtivo. Tais problemas se tornam mais pronunciados em regiões semiáridas, onde a evapotranspiração excede os índices pluviométricos.

Nesse sentido, a água constitui um dos fatores que mais limita a germinação das sementes, cuja restrição promove a redução do potencial hídrico das células, desencadeando alterações metabólicas na fisiologia vegetal, como a produção desordenada de espécies reativas de oxigênio (EROs) (6). Essas moléculas são altamente reativas e, quando em excesso, tornam-se tóxicas e causam danos oxidativos a diversos constituintes celulares, como a desnaturação de enzimas, oxidação de carboidratos, além de alterar ou inibir vias metabólicas importantes (7).

Portanto, o ácido ascórbico tem sido relatado como um poderoso antioxidante, em que sua aplicação exógena é indicada no combate ao estresse, neutralizando a toxicidade das EROs (8). Nesse sentido, sua utilização tem apontado melhorias na germinação de sementes de feijão-caupi (9), alfafa (10) e girassol (11) submetidas a condições de restrição hídrica.

Ademais, tem sido sugerido efeito bioestimulador do ácido ascórbico na germinação, com melhorias no vigor das sementes mesmo sob condições hídricas adequadas, uma vez que o mesmo tende a sintetizar enzimas responsáveis pelo redirecionamento das substâncias de reserva para o embrião durante o processo germinativo (12).

Apesar da existência de pesquisas com sementes de diferentes espécies quando submetidas ao tratamento com antioxidantes e estresse hídrico, não há na literatura estudos com o capim-marandu. Considerando a grande relevância desta forrageira no país e a irregularidade pluviométrica em diversas regiões, objetivou-se avaliar o efeito de doses de ácido ascórbico no condicionamento fisiológico de sementes de capim-marandu submetidas a diferentes condições hídricas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na cidade de Janaúba, localizado na região norte do estado de Minas Gerais (15° 49' 44.4" S e 43° 16' 8.2" W), durante o período de fevereiro a abril de 2020. Foram utilizadas sementes de capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu produzidas no município de Campo Grande-MS (safra 2019).

Para avaliação do ácido ascórbico sobre o potencial fisiológico das sementes submetidas a diferentes condições hídricas, utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x5, composto de três potenciais osmóticos (0; -0,2 e -0,4 MPa) simulados com soluções aquosas de polietileno glicol 6000 (PEG 6000) e cinco doses de ácido ascórbico exógeno (0, 20, 40, 60 e 80 mM), com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, totalizando 60 unidades experimentais.

Preliminarmente foi determinado o teor de água das sementes pelo método da estufa a 105 ± 3 °C durante 24 horas, utilizando-se quatro repetições de 100 sementes, com os resultados expressos em porcentagem (13).

A seguir, as sementes foram desinfestadas por meio da imersão em solução de hipoclorito de sódio 0,5% (v/v) por 2 minutos, lavadas com água destilada e colocadas para secar sobre papel toalha em condições ambientais de laboratório (± 26 °C).

Para o condicionamento das sementes, foi utilizado o ácido ascórbico L (+) P.A. ACS ($C_6H_8O_6$) com pureza analítica $\geq 99\%$. As sementes foram colocadas para embeber nas diferentes doses de ácido ascórbico, durante um tempo de 12 horas à temperatura de 25 °C, com os recipientes envoltos em papel alumínio de modo a evitar a degradação com o contato da luz. Logo após a embebição, as sementes foram secas até atingir o seu teor de água inicial, para posterior montagem dos testes em diferentes condições hídricas.

Para simular as condições hídricas, as sementes foram semeadas em substrato umedecido com soluções de PEG 6000 nos diferentes níveis de potenciais osmóticos. A quantidade de PEG 6000 a ser adicionada a fim de se obter cada tensão de água foi determinada por meio da equação proposta por Michel e Kaufmann (14), correspondendo a 9,59 e 13,93 g, para os potenciais -0,2 e -0,4 MPa, respectivamente, sendo estas quantidades diluídas separadamente em 70 mL de água destilada. Já o potencial 0 MPa (testemunha) consistiu na utilização de apenas água destilada.

O teste de germinação foi realizado em caixas plásticas do tipo gerbox (11,5 x 11,5 x 3,5 cm), contendo como substrato papel Germitest[®], umedecido com as soluções de PEG 6000 em quantidade (mL) equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. As caixas contendo as sementes foram acondicionadas em germinador digital, previamente regulado à temperatura alternada de 20-35 °C (13). As avaliações consistiram na contabilização do número de plântulas normais determinadas por ocasião do décimo sétimo dia, com os resultados expressos em porcentagem. Foram consideradas normais as plântulas que apresentaram estruturas essenciais (sistema radicular e parte aérea) desenvolvidas, proporcionais e sadias.

Simultaneamente ao teste de germinação, foi realizado o índice de velocidade de germinação (IVG), que consistiu na contagem diária do número de plântulas normais até o décimo sétimo dia após a semeadura. Ao final do teste, o IVG foi obtido empregando-se a fórmula proposta por (15).

Os dados obtidos foram analisados por meio do programa estatístico Sisvar (16). Os resultados foram submetidos à análise de variância, em seguida as médias procedentes dos potenciais osmóticos foram comparadas pelo teste de Tukey e as médias oriundas das doses de ácido ascórbico foram submetidas à análise de regressão. As estimativas dos parâmetros da regressão foram avaliadas pelo teste “t” ($p < 0,05$). Além da significância, foram selecionados os modelos de maior grau com comportamento biológico para explicar o fenômeno.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A determinação do teor de água, como procedimento inicial para avaliação da qualidade fisiológica, indicou que as sementes apresentaram umidade média de 9,7%, percentual encontrado dentro do limite (12%) estabelecido por Peske et al. (17) para sementes forrageiras.

Diante dos resultados obtidos por meio da avaliação do potencial fisiológico das sementes, foi possível constatar interação significativa entre os diferentes potenciais

osmóticos e doses de ácido ascórbico para ambas as variáveis estudadas, procedendo-se assim, ao desdobramento dos fatores.

Analisando a capacidade germinativa das sementes (Figura 1a), verifica-se que em todas as doses de ácido ascórbico, os maiores e menores percentuais de germinação foram obtidos pelo tratamento controle (0 MPa) e pela exposição das sementes ao potencial osmótico -0,4 MPa, respectivamente, com valores intermediários de germinação no potencial de -0,2 MPa. Esses resultados denotam estresse promovido pelo agente osmótico PEG 6000 independente da dose de ácido ascórbico, que dificultou a hidratação das sementes e, conseqüentemente, a manifestação das atividades metabólicas responsáveis pelos eventos da germinação. Tal fato evidencia a sensibilidade das sementes do capim-marandu à deficiência de água durante o estágio inicial de estabelecimento do pasto.

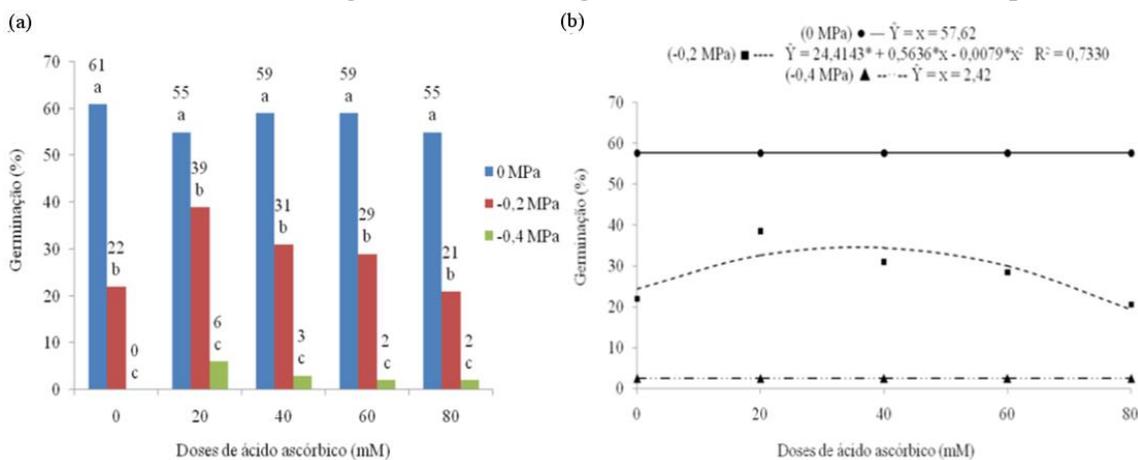


Figura 1 - Germinação de sementes de capim-marandu submetidas a diferentes potenciais osmóticos e aplicação exógena de doses de ácido ascórbico. Barras com as mesmas letras, para cada dose, não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). (*) significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”

No entanto, as doses de ácido ascórbico influenciaram a germinação das sementes apenas quando submetidas ao potencial de -0,2 MPa, onde os resultados se ajustaram a um modelo de regressão de comportamento quadrático (Figura 1b). Deste modo, à medida que se elevou a dose de ácido ascórbico, houve aumento na porcentagem de germinação das sementes até a dose de 35,7 mM, onde foi verificado o maior percentual (34,5%), o que representou um incremento de 41,3% em relação ao tratamento controle (0 mM), evidenciando a atuação do ácido ascórbico como moderador do estresse hídrico.

O ácido ascórbico é um dos antioxidantes não enzimáticos que atuam em circunstâncias de estresse, conferindo proteção contra os efeitos danosos imposto por espécies reativas de oxigênio (8), conseqüentemente, promovendo maior tolerância ao estresse.

Contudo, reduções no percentual germinativo foram verificadas em doses superiores a 35,7 mM (Figura 2B), corroborando com a análise de (18), em que a aplicação de altos teores de ácido ascórbico (50 e 100 mM) pode interromper ou reduzir a germinação das sementes de trigo.

O índice de velocidade de germinação foi influenciado pelo potencial osmótico em todas as doses de ácido ascórbico, com maiores índices no tratamento controle (0 MPa) (Figura 2a). Por outro lado, os menores valores foram obtidos em sementes submetidas ao estresse hídrico promovido pelo potencial -0,4 MPa, indicando que a germinação ocorreu

de maneira mais lenta e desuniforme. Resultados intermediários foram encontrados no potencial de -0,2 MPa.

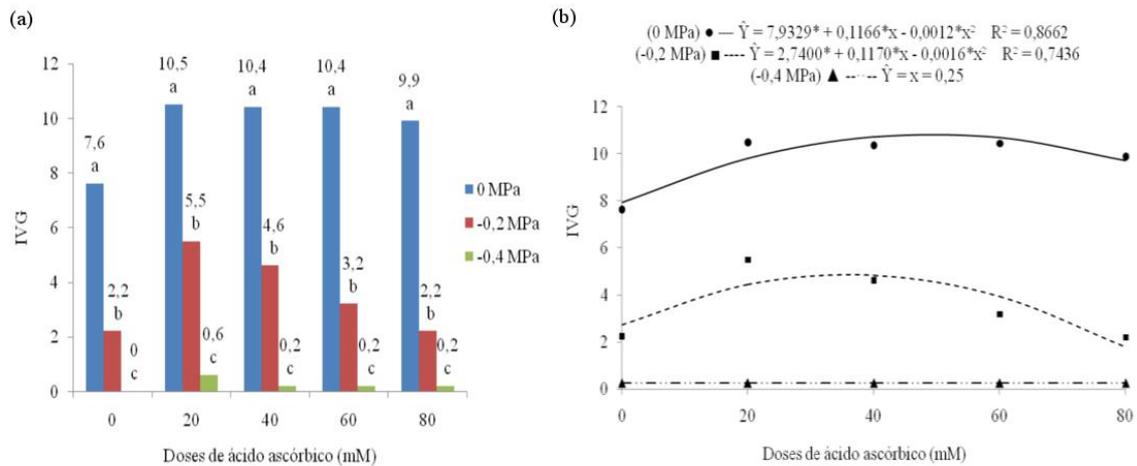


Figura 2 - Germinação de sementes de capim-marandu submetidas a diferentes potenciais osmóticos e aplicação exógena de doses de ácido ascórbico. Barras com as mesmas letras, para cada dose, não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). (*) significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t”

De acordo com (19), o alto peso molecular e a viscosidade do polietileno glicol dificultam a passagem de água através das membranas celulares, retardando a velocidade de hidratação dos tecidos e a difusão de oxigênio, o que implica em maior tempo para a reorganização das membranas e progressão dos processos metabólicos, com consequente atraso na velocidade do processo germinativo.

O efeito das doses de ácido ascórbico sobre o índice de velocidade de germinação resultou em comportamento semelhante à protrusão radicular e primeira contagem de germinação, cujos resultados se enquadraram a equações de regressão de modelo quadrático, com efeito significativo das doses apenas nos potenciais osmóticos 0 e -0,2 MPa (Figura 2b).

Em condição adequada de disponibilidade hídrica (0 MPa), o IVG foi de 7,9 no tratamento controle (0 mM), e intensificou mediante à aplicação exógena de ácido ascórbico, alcançando valor máximo de 10,8 por ocasião da dose de 48,9 mM, havendo posteriormente uma redução de 11% (Figura 5B). Maiores valores de IVG revelam que a germinação em uma amostra ocorreu de maneira mais rápida e uniforme, evidenciando maior vigor das sementes.

Quanto ao potencial -0,2 MPa, o máximo IVG foi obtido pelo tratamento das sementes com 36,6 mM de ácido ascórbico, o que culminou em um índice de 4,9 (Figura 5B). Uma redução de 62% foi verificada entre o ponto máximo e a dose final testada (80 mM). Nesse sentido, Dalberto et al. (20) trabalhando com sementes de trigo, constataram prejuízos no índice de velocidade de germinação mediante aplicações exógenas de ácido ascórbico de 100 a 200 mM.

Considerando os resultados obtidos, a utilização do ácido ascórbico pode se constituir em uma importante tecnologia a ser utilizada no tratamento de sementes de capim-marandu, com intuito de reduzir os efeitos deletérios do estresse oxidativo, comumente observados em condições suscetíveis à deficiência hídrica. Nessa circunstância, a utilização de sementes tratadas com ácido ascórbico pode implicar em melhores condições para implantação mais eficiente do pasto. A adoção dessa tecnologia

pela indústria de produção de sementes carece, no entanto, de informações acerca dos benefícios obtidos em condições práticas de cultivo de pastagens, bem como dos custos industriais do processo, em valores pecuniários.

CONCLUSÕES

O potencial fisiológico das sementes de capim-marandu é afetado negativamente pelo estresse hídrico induzido por polietileno glicol 6000, sendo verificados efeitos deletérios nos potenciais -0,2 e -0,4 MPa.

O condicionamento fisiológico com ácido ascórbico nas doses entre 40 e 50 mM promove melhorias no desempenho fisiológico das sementes e alivia os efeitos danosos promovidos pela baixa disponibilidade de água, conferindo tolerância ao estresse hídrico.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) – Código de Financiamento 001, à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro; e à Universidade Estadual de Montes Claros, pela possibilidade de realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Menezes TC, Bacha CJC. Mudanças nos destinos das exportações brasileiras de carne bovina. *Revista de Política Agrícola*. 2020; 29: 50-61.
2. Moreira CDA, Pereira DH, Coimbra RA, Moreira IDA. Germinação de gramíneas forrageiras em função da inoculação de bactérias diazotróficas. *Scientific Electronic Archives*. 2014; 6: 90-96.
3. Lima KN, Teodoro PE, Pinheiro GS, Pereira AC, Torres FE. Superação de dormência em capim-braquiária. *Nucleus*. 2015; 12: 167-174.
4. Medica JAS, Reis NS, Santos MER. Caracterização morfológica em pastos de capim-marandu submetidos a frequências de desfolhação e níveis de adubação. *Ciência Animal Brasileira*. 2017; 18: 1-13.
5. Bortoluzzi FM, Cabral CEA, Machado RAF, Abreu JG, Cabral CHA, Barros LV. Fosfato natural reativo aplicado em épocas distintas e associado a fertilizantes nitrogenados afetam a produção de capim-marandu. *Boletim de Indústria Animal*. 2017; 74: 9-16.
6. Cechin I, Cardoso GS, Fumis TF, Corniani N. Nitric oxide reduces oxidative damage induced by water stress in sunflower plants. *Bragantia*. 2015; 74: 200-206.
7. Gill SS, Tuteja N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2010; 48: 909-930.
8. Alak MK, Al-Sabagh TMHB. Role of soaking seeds with cobalt and ascorbic acid in alleviation of mung bean under water stress effect. *Plant Archives*. 2020; 20: 253-259.
9. Nunes LRL, Pinheiro PR, Silva JB, Dutra AS. Effects of ascorbic acid on the germination and vigour of cowpea seeds under water stress. *Revista Ciência Agronômica*. 2020; 51: 1-11.

10. Salemi F, Esfahani MN, Tran LSP. Mechanistic insights into enhanced tolerance of early growth of alfafa (*Medicago sativa* L.) under low water potential by seed-priming with ascorbic acid or polyethylene glycol solution. *Industrial Crops and Products*. 2019; 137: 436-445.
11. Fatemi SN. Germination and Seedling Growth in Primed Seeds of Sunflower under Water Stress. *Annual Research & Review in Biology*. 2014; 4: 3459-3469.
12. Tommasi F, Paciolla C, Pinto MC, Gara L. A comparative study of glutathione and ascorbate metabolism during germination of *Pinus pinea* L. seeds. *Journal of Experimental Botany*. 2001; 52: 1647-1654.
13. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA/ACS; 2009.
14. Michel BE, Kaufmann MR. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology*. 1973; 51: 914-916.
15. Maguire JD. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*. 1962; 2: 176-177.
16. Ferreira DF. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*. 2011; 35: 1039-1042.
17. Peske ST, Villela FA, Meneghello GE. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. 3. ed. Editora Universitária/UFPel; 2012.
18. Ishibashi Y, Iwaya-Inoue M. Ascorbic acid suppresses germination and dynamic states of water in wheat seeds. *Plant Production Science*. 2006; 9: 172-175.
19. Antunes CGC, Pelacani CR, Ribeiro RC, Souza JV, Souza CLM, Castro RD. Germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (catingueira) submetidas à deficiência hídrica. *Revista Árvore*. 2011; 35: 1007-1015.
20. Dalberto DS, Correia NS, Hutler CH. Viabilidade e vigor de sementes de trigo em diferentes concentrações de ácido ascórbico. *Revista Congrega*. 2014; 12: 1-11.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-34>

Capítulo 34

CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E PRODUTIVAS DE *Megathyrus maximus* cv. MOMBAÇA E cv. ARUANA SOB DIFERENTES NÍVEIS DE FÓSFORO

Lorrayne Guimarães Bavaresco¹; Juliana de Carvalho Ferreira²; Alessandra
Ferreira Ribas³

¹Doutoranda do Curso de Pós-graduação em Agronomia – Unoeste; E-mail: lgbavaresco@hotmail.com, ²Discente do curso de graduação em Zootecnia – Unoeste, julianac.ferreira86@outlook.com, ³Docente/pesquisador do Depto de Agronomia - Unoeste. alessandra_ribas@hotmail.com

RESUMO: O fósforo (P) é um macronutriente essencial para o desenvolvimento das plantas. Em solos tropicais a baixa disponibilidade de P é um fator limitante para a produtividade das pastagens. O objetivo deste trabalho foi avaliar as características morfogênicas e produtivas de cultivares de *Megathyrus maximus* em resposta a diferentes níveis de fósforo na fase inicial de crescimento. O experimento foi realizado em casa de vegetação, as mudas das cultivares Mombaça e Aruana foram transferidas para solução hidropônica, contendo três doses de fósforo (0,2; 1 e 5 mM de KH₂PO₄), correspondentes a baixo, médio e alto nível de P. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e os tratamentos foram dispostos em arranjo fatorial, com três repetições e três plantas vaso⁻¹. Após 15 dias de crescimento nas concentrações de P, foram determinadas as características morfogênicas, a produção de biomassa, o crescimento radicular e o teor de P nos tecidos vegetais. O alto nível de P aumentou o perfilhamento da Mombaça, porém, o número de folhas foi reduzido. Não houve diferença significativa das doses de P no desenvolvimento da Aruana, exceto para a taxa de alongamento foliar. Em baixo nível de P, constatou-se menores pesos fresco e seco, tanto da parte aérea quanto radicular e também redução significativa para todos os parâmetros de crescimento radicular e acúmulo de P nos tecidos de ambas as cultivares. A cv. Mombaça apresentou maior alongamento foliar, produção de parte aérea e desenvolvimento do sistema radicular, sendo mais eficiente na utilização de P em relação a cv. Aruana.

Palavras-chave: crescimento radicular; forragem; gramínea; nutrição; perfilhamento

INTRODUÇÃO

A pecuária é uma das atividades mais importantes para a economia brasileira. No ano de 2020, o país se posicionou como maior produtor e exportador mundial de carne bovina, com o rebanho de 187,55 milhões de cabeças e o número de 41,5 milhões de animais abatidos, destinando 26,07% do total de carne produzida a exportação. As pastagens desempenham papel fundamental na pecuária brasileira, cerca de 85% da carne

bovina é produzida à pasto, cuja área total compreende a 165,2 milhões de hectares (1). No entanto, a degradação das pastagens em áreas tropicais ainda é um dos fatores mais limitantes à produtividade pecuária. Estima-se que 20% das pastagens mundiais naturais ou plantadas estejam em algum estágio de degradação (2).

No Brasil, estudos indicam que 12,6 milhões de hectares de pastagens apresentam algum grau de degradação (1). O manejo inadequado, a ausência de adubação na fase de estabelecimento e a falta de reposição dos nutrientes extraídos pela planta forrageira, durante anos de exploração, aceleram o processo de degradação das pastagens, reduzindo a produção de matéria seca e limitando a taxa de lotação de animais (3). Portanto, a recuperação da capacidade produtiva destas áreas pelo uso de corretivos e fertilizantes, de maneira compatível com as necessidades nutricionais da planta, são determinantes para a melhoria da eficiência das pastagens.

O fósforo (P) é um macronutriente essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas, e desempenha papel importante em vários processos metabólicos, como geração de energia celular, fotossíntese, formação de carboidratos, além de participar ativamente do processo de respiração e favorecer o crescimento do sistema radicular (4). Na solução do solo, o fósforo é encontrado na forma de fosfato inorgânico (Pi), na qual é absorvido pelas plantas nas formas aniônicas $H_2PO_4^-$ e HPO_4^{2-} (4). Em regiões onde prevalecem solos ácidos, o fosfato pode ser adsorvido por óxidos de ferro (Fe^{3+}) e alumínio (Al^{3+}), enquanto em solos alcalinos o Pi é reativo com cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) (5). Além disso, o Pi também pode se ligar a fração argila e a matéria orgânica presente no solo, especialmente ao ácido fítico (fitato), tornando-se temporariamente indisponível às plantas (6).

A utilização de fertilizantes inorgânicos pode aumentar a disponibilidade de fósforo no solo, no entanto, grande parte do fosfato fornecido, via adubação, pode ser imobilizado pelo solo, sendo necessário a aplicação desse mineral em grandes quantidades para suprir a sua baixa eficiência. Além disso, os fertilizantes fosfatados inorgânicos são produzidos a partir de reservas de rocha fosfática, que são fontes finitas e não renováveis, tornando-o cada vez mais caro e de difícil acesso a longo prazo (7). Em ambientes deficientes em Pi, as plantas naturalmente desenvolveram uma série de respostas fisiológicas e morfológicas adaptativas, que ajudam a planta a superar o estresse e podem melhorar a absorção e translocação de Pi (8). Dessa forma, estudos da dinâmica do crescimento e eficiência do uso de P de gramíneas forrageiras são importantes para a seleção, a formação, o manejo e a manutenção das pastagens cultivadas (9).

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características morfogênicas e produtivas de duas cultivares de *Megathyrsus maximus* (cv. Mombaça e Aruana) em resposta a diferentes níveis de fósforo na fase inicial de crescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em estufa no município de Presidente Prudente – SP, no período da primavera. As sementes de duas cultivares de *Megathyrsus maximus* (Sin. *Panicum maximum*): cv. Mombaça e cv. Aruana, foram germinadas em bandejas plásticas contendo substrato (Carolina soil®) autoclavado, composto pela mistura de turfa e vermiculita. As mudas de tamanho uniforme, com 23 dias de idade, foram transferidas para vasos de plástico, contendo 1,8 L de solução de Hoagland padrão (10), com meia força de concentração. Cada vaso conteve três mudas que foram fixadas no topo do vaso pelo uso de espuma sintética.

Após sete dias de crescimento em hidroponia as plantas foram submetidas a três doses de fósforo 0,2 mM, 1 mM e 5 mM de KH_2PO_4 , equivalentes a baixa, média e alta concentração de P no solo (6,25; 31,25 e 156,25 mg dm^3) (11). A solução nutritiva de Hoagland modificada foi composta por: 5 mM $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; 2,5 mM NH_4NO_3 ; 5 mM KCl ; 2 mmol L^{-1} MgSO_4 ; 0,1 mM $\text{Fe-EDTA}(\text{Na})$; 46 μM H_3BO_3 ; 9,15 μM $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; 0,733 μM ZnCl_2 , 0,298 μM CuCl_2 e 0,1 μM $\text{NaMoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. O pH foi ajustado para 5,8. Para equilibrar a concentração de K nos tratamentos com baixo e alto nível de P, foram usados 5,8 mM e 1 mM de KCl , respectivamente. A solução nutritiva foi continuamente aerada e renovada uma vez por semana. As plantas foram mantidas em casa de vegetação sob luz natural, temperatura ± 25 °C e umidade relativa de 70%.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e os tratamentos foram dispostos em arranjo fatorial, com três repetições. Para avaliação das características morfogênicas, durante o período de 15 dias de tratamento com P, foram medidos o comprimento da lâmina das folhas expandidas e feita a contagem do número de novas folhas e perfilhos surgidos em cada tratamento. A partir das coletas dos dados, foram realizados cálculos para determinação das seguintes variáveis: taxa de aparecimento foliar (TApF), em folhas $\text{planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$; taxa de alongamento foliar (TAIF), em $\text{cm planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$; taxa de aparecimento de perfilhos (TApP), em perfilho $\text{planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ e filocrono (inverso da taxa de aparecimento de folhas), em dias (12). Posteriormente, as plantas foram coletadas, separando-se a parte aérea das raízes e lavadas com água deionizada.

As raízes frescas foram digitalizadas por scanner ótico de leitura com resolução de 300 dpi e analisadas pelo software WinRhizo versão 3.8 (Regent Instrument Inc., Quebec, Canadá) para a determinação do comprimento, área de superfície, diâmetro, volume e número de ramificações do sistema radicular. A massa seca da parte aérea e das raízes foram obtidas após a secagem em estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 65 °C até peso constante. Amostras foliares e radiculares, após a secagem, foram trituradas separadamente e submetidas a análise nutricional, para a determinação da concentração de fósforo por colorimetria, conforme proposto por Malavolta et al. (13).

A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade da variância foi analisada pelo teste de Levene. Para o conjunto de dados que seguiram distribuição normal e homogeneidade, foi realizada a análise de variância ANOVA e teste Tukey, por meio do programa SISVAR versão 5.7 (14). O teste de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste Dwass-Steel-Critchlow-Fligner (DSCF) pairwise comparisons, foram realizados no software Jamovi versão 1.8 (15) para analisar os dados que não seguiram distribuição normal e / ou não apresentaram variância homogênea (Teor de P nas folhas e raízes).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características morfogênicas das cultivares Mombaça e Aruana foram afetadas pelos níveis de P na solução nutritiva. A cv. Mombaça apresentou maior número de perfilhos planta^{-1} (NPP) em alto nível de P, no entanto, no tratamento com menor nível de P o seu desempenho foi inferior a cv. Aruana (Figura 1A). O número de folhas perfilhos⁻¹ (NFP) da cv. Mombaça foi reduzido em alto P, quando comparados aos valores observados da cv. Aruana e aos demais níveis P (Figura 1B). O aumento do número de perfilhos na cv. Mombaça foi anteriormente observado em doses crescentes de P (16). Resultados similares foram relatados para a cv. Tanzânia em relação ao número de perfilhos e o número de folhas perfilho⁻¹ (17). Esse comportamento pode ser um mecanismo de compensação da

planta em função da disponibilidade nutricional, ocorrendo a alteração de prioridade na alocação das reservas fotossintéticas, deixando de serem destinadas ao crescimento de folhas e passando a serem gastas na produção de perfilhos (18).

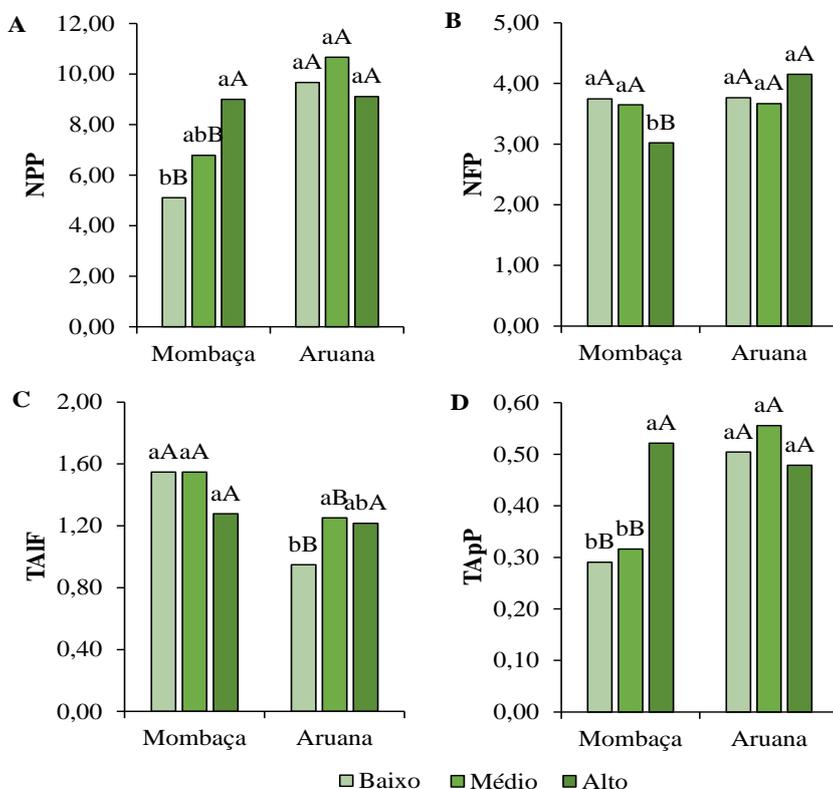


Figura 1 – Características morfológicas de cultivares de *Megathyrus maximus*, em diferentes níveis de fósforo. (A) Número de perfilhos planta⁻¹ (NPP), (B) Número de folhas perfilho⁻¹ (NFP), (C) taxa de alongamento foliar (TAlF) e (D) taxa de aparecimento de perfilhos (TApP). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para as cultivares e minúsculas para os níveis de fósforo não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Não houve diferença significativa das doses de P no desenvolvimento (NPP, NFP e TApP) da cv. Aruana, exceto para a taxa de alongamento foliar (TAlF), onde foi observado redução média de 23% em baixa concentração de P, sendo inferior ao alongamento foliar observado na cv. Mombaça (Figura 1C). A zona de alongamento foliar é um local de ativa divisão e expansão celular, com grande demanda por nutrientes, em especial o fósforo, por ser constituinte da principal fonte de energia para as plantas, atua fortemente no aumento do número de células meristemáticas (19).

A taxa de aparecimento de perfilhos (TApP) da cv. Mombaça foi maior em alto nível de P, representando um aumento médio de 70%, em relação aos demais níveis de P testados (Figura 1D). No entanto, a TapP da Aruana foi superior a Mombaça nos níveis baixo e médio P. A cv. Mombaça é classificada como uma gramínea de alta exigência nutricional e produtividade, por isso os menores níveis de fósforo impactaram negativamente o seu perfilhamento (20). Por outro lado, não houve efeito do P sobre o número de perfilhos da cv. Aruana, o que pode ser um indicativo de maior tolerância a deficiência de P ou menor exigência desse nutriente.

Não foi constatada interação significativa entre os fatores cultivares e níveis de P para a taxa de aparecimento foliar (TApF), filocrono (Figura 2 A, B) e peso fresco e seco da parte aérea e radicular (Figura 2 C, D).

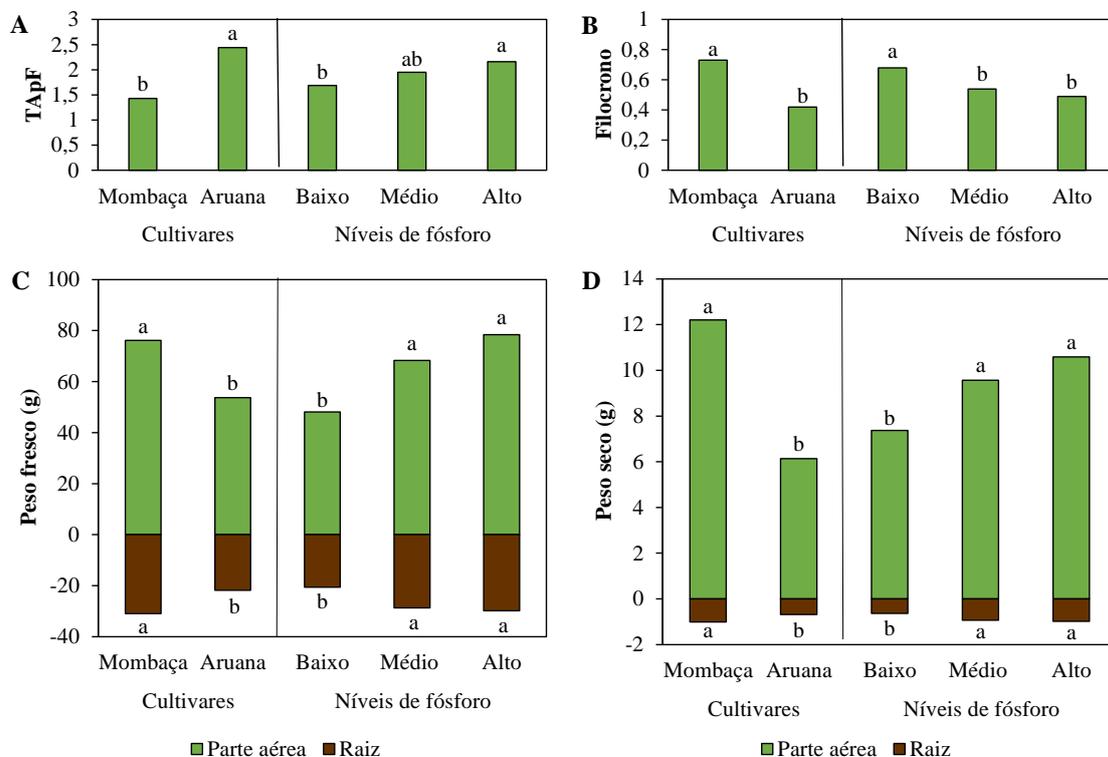


Figura 2 – Características morfogênicas de cultivares de *Megathyrsus maximus*, em diferentes níveis de fósforo. Taxa de aparecimento foliar (TApF). Médias seguidas pela mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Analisando os fatores individualmente, observou-se que TApF foi maior para a cultivar Aruana, com 2,44 folhas planta⁻¹ dia⁻¹. Para os níveis de P, verificou-se maior TApF quando as plantas foram cultivadas em alta concentração de P, atingindo média de 2,16 folhas planta⁻¹ dia⁻¹ (Figura 2A). Considerando que o filocrono é o inverso da taxa de aparecimento foliar, foi observado redução no número de dias para a formação de folhas na cv. Aruana e alto nível de P (Figura 2B). A cv. Aruana têm como característica baixo porte de crescimento e formação de folhas estreitas e curtas (21), o que pode ter favorecido a emissão de novas folhas em curto intervalo de tempo.

O efeito positivo da adubação fosfatada sobre a TApF da cv. Mombaça já foi constatado em condições de campo (22). Segundo esses autores, a dinâmica do crescimento vegetativo das gramíneas, apesar de ser uma característica genética, é influenciada pelas condições ambientais e práticas de manejo. A produtividade das gramíneas forrageiras é resultante da contínua emissão de folhas e perfilhos, processo importante de restauração da área foliar após o corte ou pastejo, que garante perenidade as pastagens (17). Portanto, o aumento do aparecimento foliar e a redução do filocrono nas maiores doses de fósforo, promoveram maior precocidade de brotação, a qual possibilita colheitas mais frequentes da biomassa produzida.

Para as variáveis peso fresco e seco da parte aérea e raiz, a cv. Mombaça apresentou produção superior a cv. Aruana. Em baixo nível de P, constatou-se menores pesos fresco e

seco, tanto da parte aérea quanto radicular (Figura 2C e D). A adição de doses crescentes de P_2O_5 proporcionam maior produção de matéria seca da parte aérea da cv. Mombaça (9). Resultados semelhantes foram alcançados por Rossi e Monteiro (23), ao avaliarem doses crescentes de fósforo na produção de matéria seca dos capins *Urochloa brizantha* e *M. maximus* cv. Colômbio. O aumento da produção da massa seca da parte aérea e radicular das plantas é esperado em condições nutricionais adequadas. O fósforo é componente de compostos importantes das células vegetais, incluindo fosfato presente nas moléculas de açúcares, participando de vários processos metabólicos como respiração e fotossíntese, sendo essencial para o crescimento e reprodução das plantas (16).

Os atributos morfológicos como comprimento, superfície, diâmetro e volume radicular apresentaram diferenças significativas para os fatores cultivares e níveis de P. Entre as cultivares, a Aruana apresentou maior comprimento radicular, enquanto a Mombaça maior superfície, diâmetro e volume de raiz. Em relação aos níveis de P, a concentração alta, proporcionou melhor desenvolvimento radicular, gerando ganhos de 56% de volume e 66% de número de ramificações radiculares, em relação ao baixo nível de P (Tabela 1).

Tabela 1. Desenvolvimento radicular de cultivares de *Megathyrus maximus*, em diferentes níveis de fósforo.

Tratamentos	Comprimento (cm)	Superfície (cm ²)	Diâmetro (mm)	Volume (cm ³)	Ramificações -
Cultivares (C)					
Mombaça	13859,63 b	1614,57 a	0,37 a	15,07 a	257897 a
Aruana	15663,80 a	1352,28 b	0,27 b	9,38 b	247996 a
Níveis de fósforo (NP)					
Baixo	13164,96 b	1224,28 b	0,30 b	9,35 b	187458 b
Médio	15353,20 ab	1539,75 a	0,32 ab	12,79 a	259732 a
Alto	15766,98 a	1686,24 a	0,34 a	14,54 a	311651 a
C	6,66*	13,37**	65,63**	38,54**	0,22 ^{ns}
NP	5,33*	14,44**	4,31*	11,06**	11,74**
C x NP	0,10 ^{ns}	1,16 ^{ns}	1,06 ^{ns}	1,31 ^{ns}	0,64 ^{ns}
CV%	10,05	10,26	7,95	15,90	17,63

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). *, **, ^{ns} indicam se os efeitos individuais e a interação entre os tratamentos são significativos a $p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$ e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

A principal função das raízes é a absorção de água e nutrientes do solo, e a morfologia e a arquitetura das raízes desempenham papéis importantes na adaptação das plantas a condições limitadas de P (24). O baixo nível de P apresentou redução significativa para todos os parâmetros para as ambas as cultivares (Tabela 1). A privação de fósforo, reduz o crescimento da raiz e promove o desenvolvimento de raízes laterais e pêlos radiculares (4). O crescimento dessas raízes minimiza o gasto energético pela planta, através da morfologia mais fina e alongada (7). Como a parte superior dos solos é frequentemente mais rica em P, adaptações da arquitetura radicular que aumentam a

densidade radicular em superfície permitem maior exploração de volume de solo maximizando a absorção de P (6).

As três doses de P resultaram diferentes concentrações de fósforo no tecido foliar variando de 1,60; 4,91 e 13,25 g kg⁻¹, para os níveis de baixo, médio e alto P, respectivamente. Verificou-se expressivo incremento de fósforo tanto nos tecidos foliares, quanto nas raízes, com o aumento dos níveis de P na solução nutritiva (Figura 3A e B).

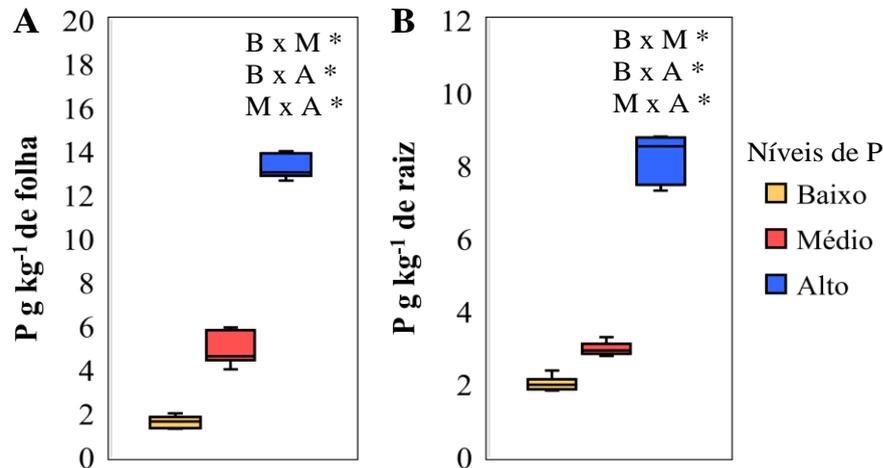


Figura 3 – Teor de fósforo de cultivares de *Megathyrus maximus*, em diferentes níveis de fósforo. Os níveis de baixo, médio e alto P seguidos pelo * indicam diferença significativa pelo teste de DSCF pairwise comparisons ($p \leq 0,05$).

A concentração P na parte aérea foi 66% e 61% superior em relação os valores encontrados nas raízes, para as doses de médio e alto P, respectivamente. Em contrapartida, no tratamento com baixo nível de P, a maior concentração de fósforo foi observada nas raízes, com teor acima de 25% em relação as folhas. Em plantas com adequado suprimento de P, a maior parte de P absorvido pelas raízes é transportada no xilema para as folhas mais jovens. Em plantas com deficiência de P, o restrito fornecimento de P aos brotos é complementado pelo aumento da mobilização de P armazenado nas folhas mais velhas e translocação para as folhas mais jovens e raízes em crescimento (25).

Os valores de fósforo na parte aérea foram semelhantes aos reportados por Rossi e Monteiro (23), que obtiveram 0,5 e 4,75 g kg⁻¹ de *M. maximus* cv. Colômbia cultivado em solução nutritiva com as doses de 3,1 e 31,0 mg L⁻¹ de P. O aumento do teor de fósforo na parte aérea em espécies gramíneas também foi observado em ensaios com doses crescentes de P (26, 27, 28). A capacidade de acúmulo de P na parte aérea das forrageiras pode ter impacto direto na nutrição animal, pois plantas com maiores teores de P podem suprir mais adequadamente esse nutriente indispensável ao desenvolvimento dos animais (26).

As variações da concentração de nutrientes nas plantas podem refletir diferenças na eficiência de absorção e utilização do nutriente no crescimento da planta (27). Não houve diferença significativa para a concentração interna de fósforo entre as cultivares estudadas, no entanto, a cv. Mombaça apresentou maior alongamento foliar, produção de parte aérea e desenvolvimento do sistema radicular, sendo mais eficiente na utilização do P em relação a cv. Aruana.

CONCLUSÕES

A cv. Mombaça apresentou maior taxa de alongamento foliar, produção de parte aérea e desenvolvimento radicular. No entanto, em baixo P, o perfilhamento e a taxa de aparecimento foliar foram maiores na cv. Aruana.

O alto nível de P proporcionou aumento da taxa de aparecimento foliar e reduziu o número de dias para a formação de novas folhas, promovendo maior precocidade de brotação de ambas as cultivares.

As cultivares apresentaram melhor desempenho produtivo, maior crescimento radicular e acúmulo de fósforo nos tecidos vegetais em alto nível de P.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e do Conselho nacional de desenvolvimento científico e tecnológico (CNPq), através do Programa instrucional de bolsas de iniciação científica (PIBIC).

REFERÊNCIAS

1. ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes Bovinas. Beef Report - Perfil da Pecuária no Brasil; 2021. [acesso em 10 Ago. 2021]. Disponível em: <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2021/>.
2. Dias-Filho MB. Diagnóstico das pastagens no Brasil. Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA. 2014;402:36.
3. Francisco EAB, Bonfim-Silva EM, Teixeira RA. Aumento da produtividade de carne via adubação de pastagens. Informações Agronômicas. Piracicaba-SP: INPI. 2017;(158):6-12.
4. Vance CP, Uhde-Stone C, Allan DL. Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. *New Phytol.* 2003;157:423-447.
5. Mlodzińska E, Zboińska M. Phosphate uptake and allocation - A closer look at *Arabidopsis thaliana* L. and *Oryza sativa* L. *Front Plant Sci.* 2016;7:1198.
6. Shen J, Yuan L, Zhang J, Li H, Bai Z, Chen X, et al. Phosphorus dynamics: From soil to plant. *Plant Physiol.* 2011;156(3):997-1005.

7. Wiel CCM van de, Linden CG van der, Scholten OE. Improving phosphorus use efficiency in agriculture: opportunities for breeding. *Euphytica*. 2016;207(1):1-22.
8. Srivastava S, Upadhyay MK, Srivastava AK, Abdelrahman M, Suprasanna P, Tran LP. Cellular and subcellular phosphate transport machinery in plants. *Int J Mol Sci*. 2018;19(7):1914.
9. Ferreira EM, Santos AC, Araújo LC, Cunha OFR. Características agronômicas do *Panicum maximum* cv. "Mombaça" submetido a níveis crescentes de fósforo. *Cienc Rural*. 2008;38(2):484-491.
10. Hoagland DR, Arnon, DI. The water-culture method for growing plants without soil. *Circ. Calif Agric Exp Stn*. 1950;347(2):32.
11. Pereira LET, Nishida NT, Carvalho LR, Herling VR. Recomendações para correção e adubação de pastagens tropicais. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP; 2018.
12. Pereira VV, Fonseca DM, Martuscello JA, Braz TGS, Santos MV, Cecon PR. Características morfogênicas e estruturais de capim-mombaça em três densidades de cultivo adubado com nitrogênio. *R Bras Zootec*. 2011;40(12):2681-2689.
13. Malavolta E, Vitti GC, Oliveira SA. Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: Potafós; 1997.
14. Ferreira DF. SISVAR - Sistema de análise de variância. Versão 5.7 UFLA: Lavras; 2018.
15. Jamovi. The jamovi project (Version 1.8). Computer Software. 2021. Disponível em: <https://www.jamovi.org>.
16. Oliveira PSR, Deminicis BB, Castagnara DD, Gomes FCN. Efeito da adubação com fósforo do capim Mombaça em solos com texturas arenosa e argilosa. *Arch. zootec*. 2012;61(235):397-406.

17. Patês NMS, Pires AJV, Silva CCF, Santos LC, Carvalho GGP, Freire MAL. Características morfogênicas e estruturais do capim-tanzânia submetido a doses de fósforo e nitrogênio. R Bras Zootec. 2007;36(6):1736-1741.
18. Quadros FLF, Bandinelli DG, Pigatto AGS, Rocha MG. Morfogênese de *Lolium multiflorum* Lam. e *Paspalum urvillei* Steud sob níveis de adubação de fósforo e potássio. Cienc Rural. 2005;35(1):181-186.
19. Cecato U, Skrobot VD, Fakir GM, Jobim CC, Branco AF, Galbeiro S, et al. Características morfogênicas do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça) adubado com fontes de fósforo, sob pastejo. R Bras Zootec. 2007;36(6):1699-1706.
20. Dias-Filho MB. Formação e manejo de pastagens. Belém-PA: EMBRAPA – Comunicado técnico 235; 2012.
21. Machado LAZ, Lempp B, Valle CB do, Jank L, Batista LAR, Postiglioni SR, et al. Principais espécies forrageiras utilizadas em pastagens para gado de corte. In: PIRES AV. Ed. Bovinocultura de corte. Piracicaba: FEALQ; 2010:375-417
22. Costa NL, Jank L, Magalhães JA, Fogaça FHS, Rodrigues ANA, Santos FJS. Acúmulo de forragem e morfogênese de *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça sob níveis de fósforo. Pubvet. 2017;11(11):1163-1168.
23. Rossi C, Monteiro FA. Doses de fósforo, épocas de coleta e o crescimento e diagnose nutricional nos capins braquiária e colônia. Sci agric. 1999;56(4):1101-1110.
24. He J, Jin Y, Turner NC, Chen Z, Liu HY, Wang XL, et al. Phosphorus application increases root growth, improves daily water use during the reproductive stage, and increases grain yield in soybean subjected to water shortage. Environ Exp Bot. 2019;166:103816.
25. Schachtman DP, Reid RJ, Ayling SM. Phosphorus uptake by plants: From soil to cell. Plant Physiol. 1998;116(2):447-453.
26. Corrêa LA, Haag HP. Níveis críticos de fósforo para o estabelecimento de gramíneas forrageiras em Latossolo Vermelho Amarelo, álico: II. Experimento de

campo. *Sci agric.* 1993;50(1):109-116.

27. Fonseca DM, Gomide JA, Alvarez V. VH, Silva APRA, Nascimento Júnior D. Absorção, utilização e níveis críticos internos de fósforo e perfilhamento em *Andropogon gayanus* e *Panicum maximum*. *Rev bras zootec.* 2000;29(6):1918-1929.
28. Gheri EO, Cruz MCP, Ferreira ME, Palma LAS. Nível crítico de fósforo no solo para *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia. *Pesq agropec bras.* 2000;35(9):1809-1816.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-35>

Capítulo 35

CONSORCIAÇÃO DE GRAMÍNEAS E LEGUMINOSAS: REVISÃO DE LITERATURA

Maria Isabela Moreira Silva¹; Felipe Almeida Soares²; Joice Fátima Moreira Silva³; Guilherme Alves do Val⁴; João Carlos de Carvalho Almeida⁵

¹Estudante do curso de Zootecnia – Departamento de Zootecnia – IFET Sudestes de MG, Campus Rio Pomba. E-mail: isabelamoreira794@gmail.com, ²Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – DZO - UFV. E-mail: felipesoaresa@gmail.com,

³Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias – PPGCV - UFLA; E-mail: joicefmsbt@gmail.com, ⁴Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UNESP Jaboticabal. E-mail: guilhermealvesdoval@hotmail.com, ⁵Docente Titular no Departamento de Nutrição Animal e Pastagens – DNAP/IZ – UFRRJ. E-mail: joacarlosbq@gmail.com

RESUMO: O consórcio de gramíneas e leguminosas é uma alternativa sustentável, que melhora a fertilidade do solo e, conseqüentemente, permite a recuperação de áreas degradadas. Em pastagens consorciadas, o aporte de nitrogênio proveniente da fixação biológica pela simbiose leguminosa-rizobium é uma das suas principais características. Como benefícios para a produção animal destacam-se a possibilidade de aumento na oferta de forragem em épocas do ano de escassez, a melhoria na qualidade nutricional das pastagens, a redução da variação anual de oferta de forragem e, desta forma, aumento na produtividade e lucratividade do sistema de produção. Entretanto, mesmo com todas essas vantagens a adoção de pastagens consorciadas no Brasil ainda é pouco explorada, visto que a eficiência no uso de pastos consorciados depende da utilização de espécies leguminosas e gramíneas que sejam compatíveis e que persistam de forma simultânea na pastagem. Além disso, as forrageiras devem ser adaptadas às condições edafoclimáticas da área onde a pastagem consorciada será estabelecida. A adoção do consórcio entre gramíneas e leguminosas é um caminho para quem busca a recuperação de pastagens degradadas, devido ao efeito benéfico da fixação biológica de nitrogênio promovida pela leguminosa no sistema de produção. Resultado disso é a intensificação da produção animal, redução dos impactos ambientais e aumento da lucratividade. O objetivo deste trabalho foi revisar a consorciação de gramíneas e leguminosas, bem como os benefícios e implicações do uso desta tecnologia para a produção animal.

Palavras-chave: consórcio; fixação biológica de nitrogênio; forrageiras; produção animal; recuperação de pastagens

INTRODUÇÃO

O Brasil possui o segundo maior rebanho bovino do mundo, estimado em 214 milhões de cabeças, as quais tem como base de sua alimentação as pastagens, que compreendem uma área de quase 190 milhões de hectares (ha) (1). Contudo, estima-se que entre 50 e 70% dessas áreas estão degradadas ou em algum grau de degradação (2).

Dentre as principais causas de degradação das pastagens estão o esgotamento da fertilidade do solo, o manejo inadequado das forrageiras, o uso indiscriminado do fogo e a utilização de monocultura (notadamente de gramíneas) (3; 4).

Para o estabelecimento de uma pastagem é evidente a importância da adubação de plantas forrageiras, com destaque para a adubação fosfatada e nitrogenada. Entretanto, a utilização desses insumos na formação e manutenção das pastagens é normalmente de custo elevado, em especial a adubação nitrogenada.

Embora a maioria dos solos brasileiros seja sensível ao nitrogênio (N) aplicado, sua utilização aumenta os custos de produção e seus efeitos têm vida curta em solos tropicais quando utilizado de forma incorreta (5). Além disso, os fertilizantes nitrogenados são fabricados a partir de combustíveis fósseis (6) e existem riscos de contaminação do solo e da água pela adição de nitrato, bem como emissões de gases de efeito estufa (7; 8).

O consórcio de gramíneas e leguminosas é uma alternativa sustentável, que tem o intuito de elevar a fertilidade do solo (principalmente o N) e recuperar áreas degradadas, reintroduzindo-as ao sistema produtivo, para que assim novas áreas para a produção de alimentos possam ser utilizadas (9).

Em pastagens consorciadas, o aporte de nitrogênio proveniente da fixação biológica pela simbiose leguminosa-rizobium é uma das suas principais características (10). Aliado a isso, soma-se a possibilidade do aumento da oferta de forragem em algumas épocas do ano, a melhora na qualidade nutricional das pastagens, redução da variação anual de oferta de forragem e, desta forma, aumento na produtividade e lucratividade do sistema de produção (11).

O objetivo deste trabalho foi revisar a consorciação de gramíneas e leguminosas, bem como os benefícios e implicações do uso desta tecnologia para a produção animal.

FIXAÇÃO E CONTRIBUIÇÃO DO NITROGÊNIO NO SOLO

A adição de leguminosas em pastagens de gramíneas tem como intuito a fixação biológica de nitrogênio (FBN) ao ecossistema, e ainda proporcionar melhor dieta aos ruminantes (12). Além disso, a introdução de leguminosas na pastagem pode elevar a produtividade primária, o que leva ao aumento da deposição de serapilheira e excretas e, posteriormente, maior decomposição desses produtos devido a melhoria em sua qualidade. Entretanto, mesmo com essas vantagens, a adoção de pastagens consorciadas é pouco difundida no Brasil. Mas esse cenário tem mudado nos últimos anos (9; 10).

A renovação do interesse pelo uso de pastos consorciados com leguminosas foi motivada pela preocupação crescente com a poluição ambiental causada pelos sistemas de produção intensivos, juntamente com a elevação dos custos da adubação nitrogenada em função do aumento nos preços do petróleo e derivados (11).

A FBN por leguminosas é resultante da associação simbiótica de raízes de leguminosas com bactérias do gênero *Rhizobium* (13). Com isso, ocorre a transferência de nitrogênio para o sistema sem a necessidade de fertilizantes químicos, resultando no aumento do período de uso da pastagem, melhorando a produtividade e a lucratividade do sistema de forma sustentável (11; 14; 15).

A quantidade de nitrogênio fixado depende da fertilidade do solo, efeitos climáticos e da quantidade e proporção de leguminosas na área. No geral, leguminosas forrageiras tem o potencial de fixação biológica de nitrogênio situando na faixa de até 180 kg/ha/ano de N (16; 17; 18).

O consórcio de estilosantes Campo Grande com gramíneas resultou em valores que variaram de 60 kg/ha/ano a 80 kg/ha/ano de nitrogênio, alcançados quando o estilosantes Campo Grande ocupava entre 20 e 40% da área total em solos arenosos e de baixa fertilidade. Por outro lado, em estandes puros, o estilosantes Campo Grande é capaz de fixar 180 kg/ha/ano de nitrogênio (19).

Em outro estudo, o consórcio de *Megathyrus maximum* cv. Tanzânia com estilosantes Campo Grande, evidenciou-se que o acúmulo de forragem resultante da consorciação equivale ao uso de 150 kg/ha/ano de N, apontando as vantagens da FBN pela leguminosa forrageira (20). Além disso, estudos mostram que a FBN corresponde a 70 a 94 % do N contido na biomassa aérea das leguminosas (16).

A transferência de nitrogênio abaixo da superfície do solo pode ocorrer pela decomposição de nódulos e raízes, pela conexão por micorrizas das raízes da gramínea com aquelas da leguminosa, ou pela excreção de N na rizosfera da leguminosa. Por outro lado, na superfície do solo, essa transferência acontecerá pela decomposição da serapilheira, lixiviação dos compostos nitrogenados do dossel da pastagem e com as perdas foliares de amônia (16). Outra via menos eficiente está relacionada a ciclagem do N pelas excretas (fezes e urina) dos animais em pastejo. A menor eficiência dessa via está relacionada ao fato da distribuição irregular dessas excretas juntamente com as possíveis perdas por volatilização e lixiviação. Em torno de 75 a 95% do N ingerido pelo animal retorna ao solo pelas excretas, sendo influenciada pela intensidade de pastejo e teor de N na dieta. (11; 21).

Com o objetivo de avaliar o efeito da adição de serapilheira de *Calopogonium mucunoides* Desv. à serrapilheira de *Urochloa decumbens* Stapf., sobre a taxa de decomposição, Silva (22) observou que o aumento da proporção de leguminosas proporcionou o aumento de forma crescente na taxa de decomposição da serapilheira. A taxa relativa de decomposição (k) foi de 0,0037 g g⁻¹ dia⁻¹ para serrapilheira da *B. decumbens* isolada, 0,0045 g g⁻¹ dia⁻¹ para a mistura (50% de cada espécie) e 0,0056 g g⁻¹ dia⁻¹ para a serrapilheira da leguminosa isolada. Sendo assim, a maior taxa de decomposição da serapilheira devido a adição de leguminosas resulta no aumento da ciclagem de nutrientes e eficiência da utilização dos mesmos (22).

MANEJO DA PASTAGEM CONSORCIADA

A eficiência no uso de pastos consorciados de gramíneas com leguminosas depende da disponibilidade de espécies leguminosas com médio a alto potencial de persistência sob pastejo e disponibilidade de uma ou mais cultivares de gramíneas compatíveis com essa leguminosa. As cultivares identificadas e selecionadas para o consórcio devem ser adaptadas às condições edafoclimáticas da área onde a pastagem será estabelecida e disponibilidade de sementes ou de material vegetativo dessas cultivares na região (23; 11).

No planejamento da formação de pastagens deve-se levar em consideração a região onde se planeja implantar o consórcio, devido aos diferentes biomas presentes no Brasil e as exigências edafoclimáticas específicas das plantas forrageiras. Logo, não é razoável pensar em uma cultivar de leguminosa ou em um consórcio que seja adequado para todo o país (11; 24).

Os gêneros botânicos ou cultivares que possuem maior conteúdo de informações (produtividade e persistência) são: *Stylosanthes* spp. (estilosantes), *Arachis pintoi*

(amendoim forrageiro) e a *Leucaena* spp. (leucena), por serem os mais cultivados e/ou mais promissores (11).

Outro ponto importante quando se trata de pastagem consorciada está relacionado a persistência da leguminosa no sistema. Fatores como hábito de crescimento das plantas forrageiras, adaptação às condições edafoclimáticas, tolerância ao sombreamento, produção de sementes, tolerância ao pisoteio e a desfolha, carga animal, manejo, adubação, estirpe apropriada de *Rizobium*, dentre outros (25) são determinantes para a permanência das leguminosas nas pastagens.

Uma das principais causas da baixa persistência de leguminosas em pastagens foi atribuída a intensidade de pastejo, a qual resultava na remoção de grande quantidade das gemas da parte aérea aliado ao tempo insuficiente para a planta repor suas reservas orgânicas antes de um novo pastejo. Com isso, a taxa de crescimento e rebrota da leguminosa ficavam comprometidas afetando diretamente sua persistência (13; 9).

Pesquisas em manejo de pastagens com leguminosas tropicais conduzidas sob pastejo, mostraram dependência de longos períodos de descanso para sua persistência (26). O pastejo frequente e intenso remove a maioria das gemas da parte aérea, não proporcionando tempo para a planta repor área foliar e restaurar suas reservas orgânicas antes de um novo pastejo, evidenciando o efeito deletério da ação do animal sobre a forragem mais rica em nitrogênio e ameaçando a sua persistência. (27). Observações semelhantes tiveram Pitman et al. (28) ao avaliarem 50 acessos de leguminosas na Flórida, os quais mostraram que a maioria tinha persistência limitada sob pastejo. Os autores também observaram que a persistência foi afetada pelas interações entre as espécies de leguminosas e a intensidade de pastejo.

A variável intervalo entre cortes tem uma influência marcante sobre a produção da leguminosa na consorciação. Sob um sistema de pastejo rotacionado mais intensivo, a maioria das leguminosas tropicais competem em desvantagem com as gramíneas, principalmente devido à sua menor taxa de crescimento (C3) e ao fato das gramíneas tolerarem melhor a desfolha (26). Desta forma, acredita-se que o uso do sistema de pastejo contínuo, aliado a uma taxa de lotação não muito alta no verão, poderia proporcionar boas condições de predominância da leguminosa, não havendo assim uma redução drástica na área foliar e no número de pontos de crescimento desta espécie, o que ocorreria no sistema rotacionado se tivesse sob cortes mais frequentes. Em pastagens consorciadas, portanto, o melhor sistema de pastejo seria o contínuo com carga variável (Figura 1). Neste sistema, o número de animais é variável com a época do ano, mas o gado nunca é retirado totalmente das pastagens (29; 9).

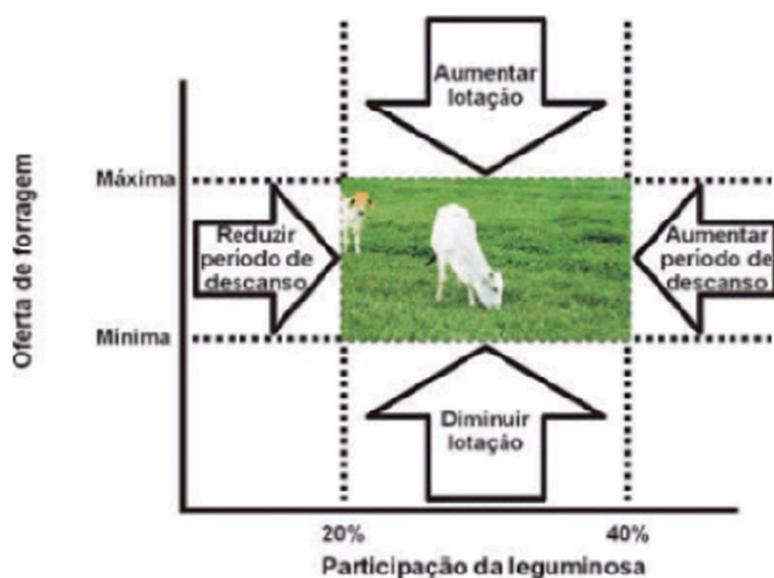


Figura 1- Manejo de leguminosas em pastagens consorciadas. Fonte: Spain; Pereira (1985)

A carga animal é o fator mais relevante que afeta a digestibilidade e a produção, a médio e longo prazo, de uma pastagem consorciada. A taxa de lotação deve variar de modo que seja mantido um equilíbrio estável entre leguminosa e gramínea e, para isto, alguns procedimentos podem auxiliar (29), como: se ocorrer redução na proporção de leguminosas, deve-se diminuir a pressão de pastejo; manter baixas as taxas de lotação na última metade da estação de crescimento, quando as gramíneas já amadureceram e as leguminosas ainda estão crescendo ativamente; quando ocorre redução no tamanho das folhas da leguminosa pode ser indicativo de que a pressão de pastejo deveria ser reduzida; e o aparecimento de invasoras anuais ou de espécies forrageiras de crescimento lento é uma advertência de que a pastagem consorciada está super pastejada.

O habito de crescimento das forrageiras envolvidas no consórcio tem importância elevada para a persistência dessas plantas, uma vez que espécies de crescimento mais agressivo, sejam cespitosas, herbáceas ou volúveis, podem intensificar a competitividade entre as mesmas levando ao desaparecimento de um dos componentes (30; 13; 9). Deste modo, leguminosas de crescimento estolonífero como as do gênero *Arachis* têm demonstrado elevada persistência em pastos consorciados, devido a sua alta plasticidade morfológica o que permite adaptar-se de acordo com as condições ambientais e de manejo impostas (9).

Ribeiro et al. (31) observaram que o *Arachis pinto* foi persistente sob pastejo quando consorciado com capim-coastcross (*Cynodon dactylon*) em lotação contínua. Sinclair et al. (32) relataram que o *Arachis pinto* persistiu sob corte em diferentes alturas e frequências de resíduo quando consorciado com capim-quicuío (*Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov.) ou capim-rhodes (*Chloris gayana* Kunth) na Austrália.

PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS CONSORCIADAS

O setor pecuário brasileiro vem adaptando-se às novas exigências do mercado consumidor e pressões do governo na busca por uma produção mais sustentável, reduzindo

assim a proporção de áreas degradadas, com possibilidade do aumento da produção e lucratividade (11).

Uma alternativa para a intensificação das pastagens está no consórcio de gramíneas e leguminosas que além de incrementar o valor nutricional da dieta dos ruminantes pode contribuir com o aporte de nitrogênio no solo devido a sua capacidade de FBN. Além disso, o consórcio contribui para a redução dos custos de produção devido a substituição de adubos nitrogenados (10).

Com a adoção do consórcio, a produtividade animal tem demonstrado melhora considerável, devido ao fato das leguminosas apresentarem valor nutricional superior, maior teor de proteína bruta e digestibilidade, quando comparadas às gramíneas. Além disso, o aporte de nitrogênio assegurado pela leguminosa dá suporte à produtividade de forragem aumentando sua vida útil sustentando a produtividade animal (11; 33; 34).

Com a introdução de leguminosas nas pastagens, fica evidente a melhoria da produção animal em relação à pastagem de gramínea exclusiva. Com o intuito de avaliar o desempenho produtivo de novilhos nelore em pastos de capim-humidícola consorciados com amendoim forrageiro no Acre, Vasconcelos et al. (33) observaram que animais manejados nos pastos consorciados ganharam 20% a mais de peso quando comparado com o monocultivo (503 g/dia vs. 419 g/dia respectivamente) no período de novembro de 2013 a fevereiro de 2014. Nesta área experimental, o mesmo estudo foi repetido, no período de julho a outubro de 2015 (período de seca). Nesse caso, o aumento no ganho médio diário dos animais foi 46% maior nos pastos consorciados (263 g/dia consórcio vs. 186 g/dia no monocultivo) (34). O que corrobora o potencial da leguminosa em elevar a produtividade animal, principalmente na época seca do ano.

Em outro estudo, bovinos da raça nelore castrados e não castrados apresentaram consumo de matéria seca superior no pasto consorciado em relação ao monocultivo, com médias de 8,96 e 6,66 kg/dia, respectivamente o que levou a um acréscimo na produtividade de aproximadamente 15% (35).

Para bovinos leiteiros criados em pastagens consorciadas foi estimado que a presença da leguminosa incrementaria a média de produção em 2 litros de leite/vaca/dia, considerando uma forragem com 60% de NDT (11), o que demonstra o elevado potencial desse sistema na pecuária leiteira em regime de pastagem.

Sendo assim, o consórcio de gramíneas e leguminosas é uma alternativa que tem mostrado bons resultados quando bem manejado. Leguminosas forrageiras podem ser empregadas como opção para melhorar as pastagens e incrementar a dieta de bovinos criados refletindo na produtividade geral do sistema.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção do consórcio entre gramíneas e leguminosas é um caminho para quem busca a recuperação de pastagens degradadas devido ao efeito benéfico da leguminosa (FBN) no sistema de produção. Resultado disso é a intensificação da produção animal, redução dos impactos ambientais, liberação de áreas para a produção de alimentos e aumento da lucratividade.

Entretanto, mesmo com todas essas vantagens a adoção de pastagens consorciadas no Brasil ainda é pouco explorada. Fato esse que pode ser explicado devido a sua má utilização no passado por técnicos e produtores. Cabe então às instituições de pesquisa, mostrar o real papel do sistema como uma alternativa de baixo custo apontando seus benefícios e limitações de acordo com cada sistema de criação.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS

- 1 - Jank LAB, Barrios SC, Valle CB, Simeão RM, Alves GF. The value of improved pastures to Brazilian beef production. *Crop Pasture Sci.* 2014; 1132:1137-65.
- 2 - Dias-Filho MB. Diagnosis of pastures in Brazil. Documentos 402. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2014.
- 3 - Mella SC. Recuperação de pastagens. In: Anais do I Curso de Atualização em Pastagens; 1991; Cascavel, Paraná. Cascavel: OCEPAR; 1991. p. 165-174.
- 4 - Soares Filho CV, Monteiro FA, Corsi M. Recuperação de pastagens degradadas em *Brachiaria decumbens*. Efeito de diferentes tratamentos de fertilização e manejo. *Pastures. Tropicales.* 1992; 2:6-14.
- 5 - Canto MW, Almeida GM, Costa ACS, Barth Neto A, Scaliante Júnior JR, Orlandini CF. Seed production of 'Mombasa' grass subjected to different closing cut dates and nitrogen rates *Pesqui. Agropecu. Bras.* 2016; 766:775-51.
- 6 - De Moraes RF, Quesada DM, Reis VM, Urquiaga S, Alves BJR, Boddey RM. Contribution of biological nitrogen fixation to elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.). *Plant Soil.* 2012; 23:34-356.
- 7 - Pedreira BC, Barbosa PL, Pereira LET, Mombach MA, Domiciano LF, Pereira DH, et al. Tiller density and tillering on *Brachiaria brizantha* cv. Marandu pastures inoculated with *Azospirillum brasilense*. *Arq. Bras. Med. Vet.* 2017; 1039:1046-69.
- 8 - Sá JCM, Lal R, Cerri CC, Lorenz K, Hungria M, Carvalho PCF. Low-carbon agriculture in South America to mitigate global climate change and advance food security. *Environ Int.* 2017; 102:112-98.
- 9 - Casagrande DR, Lara MAS, Vieira BR. Leguminosas de clima tropical e subtropical. In: Anais do 11. Congresso Nordestino de Produção Animal; 2014 nov 11-14; Bahia, Brasil. Bahia: QuaeWork; 2014. p. 137-154.
- 10 - Terra ABC, Florentino LA, Rezende AV, Silva NCD. Leguminosas forrageiras na recuperação de pastagens no Brasil. *Rev. Bras. Cienc. Agrar.* 2019; 11:20-42.
- 11 - Barcellos AO, Ramos AKB, Vilela L, Martha Junior GB. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. *R. Bras. Zootec.* 2008; 51:67-37.

- 12 – Souza FM, Lemos BJM, Oliveira RC, Magnabosco CU, Castro LM, Lopes FB, et al. Introdução de leguminosas forrageiras, calagem e fosfatagem em pastagem degradada de *Brachiaria brizantha*. Rev. Bras. Saúde Prod. 2016; 355:364-17.
- 13 – Andrade CMS, Assis GML, Sales MFL. Estilosantes Campo Grande leguminosa forrageira recomendada para solos arenosos do Acre. Acre: Embrapa; 2010.
- 14 - Lopes J, Evangelista AR, Pinto JC, Queiroz DS, Muniz JA. Doses de fósforo no estabelecimento de capim-xaraés e estilosantes Mineirão em consórcio. R. Bras. Zootec. 2011; 2658:2665-40.
- 15 - Luscher A, Mueller-harvey I, Soussana JF, Rees RM, Peyrand JL. Potencial of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review. Grass Forage Sci. 2014; 206:228-69.
- 16 - Thomas RJ. Role of legumes in providing N for sustainable tropical pasture systems. Plant Soil. 1995; 103:118-174.
- 17 - Miranda CHB, Fernandes CD, Cadish G. Quantifying the nitrogen fixed by *Stylosanthes*. Pastures Tropicales. 1999; 64:69-21.
- 18 - Miranda CHB, Fernandes CD, Cadish G. Determinação da fixação biológica de nitrogênio no amendoim forrageiro (*Arachis spp.*) por intermédio da abundância natural de N. R. Bras. Zootec. 2003; 1859:1865-32.
- 19 - Fernandes CD, Grof B, Chakraborty S, Verzignassi JR. Estilosantes Campo Grande in Brazil: a tropical forage legume success story. In: Anais International grassland congress, 2005, Dublin. Dublin: Wageningen Academic; 2005, p. 330.
- 20 - Ribeiro OL. Características morfológicas, produtivas e desempenho animal em capim-tanzânia adubado ou consorciado com estilosantes em lotação contínua. Maringá. Tese [Doutorado em Zootecnia] - Universidade Estadual de Maringá; 2010.
- 21 – Lesgard SF, Steele KW. Biological nitrogen fixation in mixed legume/grass pastures. Plant Soil. 1992; 137:153-41.
- 22 – Silva GS, Dubeux Junior JCB, Melo VS, Lira Junior MA, Nascimento GVC, Machado FA, et al. Estabelecimento de leguminosas arbustivas em consórcio com pastagens de *B. decumbens* Stapf. In: Anais da 9. Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2009, Recife. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009.
- 23 – Carvalho GGP, Pires AJV. Leguminosas tropicais herbáceas em associação com pastagens. Arch. de Zootec. 2008; 103:113-57.
- 24 - Andrade CMS, Ferreira AS, Farinatti LHE. Tecnologias para intensificação da produção animal em pastagens: fertilizantes x leguminosas. In: Anais do 26. Simpósio sobre manejo da pastagem; Piracicaba. Piracicaba: FEALQ; 201. p. 111-158.
- 25 – Alves SJ, Medeiros FB. Leguminosas em renovação de pastagens. In: Anais do 3. Simpósio sobre Ecossistema de Pastagens; 1997; Jaboticabal, SP. Jaboticabal: FAPES/UNES; 1997. p. 251-273.

- 26 – Maraschin GE, Mott GO. Resposta de uma complexa mistura de pastagem tropical a diferentes sistemas de pastejo. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 1989; 221:227-24.
- 27 - Maraschin GE. Produção de carne a pasto. In: *Anais do Simpósio Sobre Manejo da Pastagem*; 1996; Piracicaba. Piracicaba: FEALQ; 1996. p. 243-274.
- 28 - Pitman WD, Kretschmer Retschmer AEJr, Chambliss Hambliss CG. Phasey bean, a summer legume with forage potential for Florida flatwoods. Florida Agricultural Experiment Station Circular S-330. Gainesville, FL, USA: Florida Agricultural Experiment Station, 1986.
- 29 - Spain J, Pereira JM, Gualdron R. A flexible grazing management system proposed for the advanced evaluation of associations of tropical grasses and legumes. In: *Anais do 15. International Grassland Congress*; 1985.
- 30 – Collins RP, Rhodes I. Yield of white clover populations in mixtures with contrasting perennial ryegrass. *Grass Forage Sci.* 1989; 111:115-44.
- 31 - Ribeiro OL, Cecato U, Rodrigues AM, Faveri JC, Santos GTD, Lugão SMB, et al. Composição botânica e química da *Coastcross* consorciada ou não com *Arachis pintoi*, com e sem nitrogênio. *Rev. Bras. Saúde Prod.* 2012; 47:61-13.
- 32 - Sinclair K, Lowe KF, Pembleton KG. Effect of defoliation interval and height on the growth and quality of *Arachis pintoi* cv. Amarillo. *Trop. Grassl.* 2007; 260:268-41.
- 33 - Vasconcelos JM, Sales MFL, Andrade CMS, Farinatti LHE. Performance of Nelore steers grazing pure and mixed pastures in Acre. In: *Anais da 50. Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia*; 2013; Campinas. Campinas: SBZ; 2013.
- 34 - Urbanski AS. Consórcio de pastagens como ferramenta para aumento de produtividade animal na Amazônia Ocidental. Rio Branco. Dissertação [Mestrado em Ciência Animal] – Universidade Federal do Acre; 2016.
- 35 – Machado MLC, Sales MFL. Performance of intact and castrated nelore steers grazing *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick (Poaceae) alone and intercropped with forage peanut. *Ciênc. Anim. Bras.* 2020; 21.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-36>

Capítulo 36

ÉPOCA DE COLHEITA E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE CAPIM-BUFFEL

Ana Rita Martins de Souza¹; Josiane Cantuária Figueiredo²; Andréia Márcia Santos de Souza David³; Cleisson Dener da Silva⁴; Dorismar David Alves³; Rebeca Alves Nunes Silva¹; Hugo Tiago Ribeiro Amaro³

¹Graduada do Curso de Agronomia - CCET – UNIMONTES; E-mail: aninha_ritasouza@yahoo.com.br, ²Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Sementes - CCA – UFPel; E-mail: josycantuaria@yahoo.com.br.

³Docente do Depto de Ciências Agrárias – DCA – UNIMONTES; E-mail: andrea.david@unimontes.br, dorismar.alves@unimontes.br, hugo.amaro@unimontes.br,

⁴Mestre em Produção Vegetal no Semiárido - CCET – UNIMONTES; E-mail: denercleisson5@hotmail.com

RESUMO: A definição do momento ideal de colheita é um dos principais aspectos a serem considerados para a obtenção de sementes de alta qualidade fisiológica, a qual pode ser influenciada pelo tempo de armazenamento. Assim, objetivou-se com este estudo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de capim-buffel colhidas em diferentes épocas e submetidas ao armazenamento. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 6, constituído de dois períodos de armazenamento (6 e 12 meses) e seis épocas de colheita (20, 25, 30, 35, 40 e 45 dias após a emissão das inflorescências), com quatro repetições. Após 12 meses de armazenamento, as sementes colhidas aos 20 dias após emissão das inflorescências apresentavam germinação de 30%, e atingiu a máxima porcentagem (51,7%) aos 31 dias, sendo que a partir dessa época houve reduções nos valores, encerrando com 27,6% de germinação na colheita realizada aos 45 dias após emissão das inflorescências. Nas colheitas realizadas aos 40 e 45 dias após a emissão das inflorescências, o armazenamento por 12 meses apresentou redução no vigor. Sementes com máxima qualidade fisiológica (germinação e vigor) são obtidas de colheitas realizadas entre 30 e 35 dias após a emissão das inflorescências. O armazenamento das sementes durante 12 meses permite a antecipação da colheita para 30 dias após a emissão das inflorescências, sem prejuízos à sua qualidade fisiológica.

Palavras-chave: *Cenchrus ciliaris* L.; germinação; qualidade fisiológica; vigor

INTRODUÇÃO

Originário da África, o capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) foi introduzido no Brasil em 1950, e logo foi levado para o Nordeste Brasileiro onde se tornou importante espécie forrageira (1). O capim-buffel possui rizomas que dão origem aos perfilhos e rebrota mesmo após danos severos na parte aérea, tornando o mesmo resistente ao fogo, a seca, a geada e ao pisoteio intensivo (2).

O semiárido mineiro é uma região marcada por particularidades edafoclimáticas que limitam o crescimento da maioria das espécies forrageiras para formação de pastagens,

no entanto, o capim-buffel representa uma alternativa viável, por apresentar características fisiológicas e morfológicas que conferem tolerância às condições adversas presentes nesta região. Neste contexto, as plantas do capim-buffel tem se destacado por se adaptarem bem em regiões onde as condições edafoclimáticas não são favoráveis (1).

Contudo, apesar da grande importância do capim-buffel, suas sementes apresentam dormência e esse fenômeno fisiológico pode comprometer uma adequada formação de pastagens, haja vista que lotes de sementes de forrageiras com elevado percentual de dormência, poderão implicar em baixa densidade de plantas no estabelecimento uniforme do pasto, permitindo o aumento da população de plantas daninhas nas áreas de pastagens (3).

Desta forma, (4) têm demonstrado que para se obter uma boa germinação, as sementes de algumas cultivares de capim-buffel necessitam ter sua dormência superada. Dentre os métodos utilizados para a superação da dormência podemos citar o armazenamento das sementes após a colheita durante um determinado período.

Outro fator que afeta a qualidade da semente de capim-buffel, é o momento ideal de colheita, uma vez que a floração e frutificação são desuniformes, ou seja, o aparecimento da inflorescência dá-se sequencialmente, acarretando dúvidas quanto à época ideal de colheita. Colheitas realizadas muito cedo resultam em baixa produtividade das sementes devido o número excessivo de sementes ainda em estágios iniciais de formação (5). Por outro lado, a qualidade das sementes colhidas na planta tardiamente, em geral, é muito baixa em função da desuniformidade na maturação e da degrana.

Os estudos envolvendo as características germinativas de sementes de capim-buffel são antigos, havendo a necessidade de pesquisas recentes no que diz respeito ao momento ideal de colheita e armazenamento das sementes. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de capim-buffel colhidas em diferentes épocas e submetidas ao armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O campo de produção de sementes foi instalado na Área Experimental do Departamento de Ciências Agrárias (DCA) da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes) em Janaúba - MG (15°47'50" latitude Sul e 43°18'31" longitude Oeste, 516 m de altitude). O clima da região, segundo classificação de Koppen é do tipo "AW", tropical com inverno seco.

Foram utilizadas sementes de capim-buffel cv. Aridus, provenientes da safra 2016 e adquiridas na fazenda Colonial no município de Janaúba. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 6, sendo dois períodos de armazenamento (6 e 12 meses) e seis épocas de colheita (20, 25, 30, 35, 40 e 45 dias após a emissão das inflorescências), com quatro repetições.

Para a instalação do campo de produção, foi realizado previamente o preparo do solo, que constou de aração e gradagem em uma área de 154 m², com posterior abertura dos sulcos para o plantio. A semeadura foi realizada manualmente, distribuindo-se 70 sementes por metro, a uma profundidade de 3 cm. Cada parcela experimental constou de uma linha de onze metros de comprimento, espaçadas a 1 m entre si.

A adubação de cobertura constou na aplicação de 50 kg ha⁻¹ de ureia como fonte de N, quando a forrageira proporcionou entre 60 e 70% de cobertura do solo, segundo recomendações de (6). Foram adotadas recomendações técnicas necessárias ao desenvolvimento ideal da cultura, incluindo a irrigação em sistema de microaspersão e o controle de plantas daninhas mediante capinas manuais.

Durante a fase de emissão das inflorescências, as mesmas foram etiquetadas ao observar a presença de cinco a dez inflorescências emergidas por m². Foram feitas 100 marcações de inflorescências em um período de 3 dias consecutivos. Utilizou-se uma única marcação que possibilitaria a colheita de sementes suficiente para todas as épocas avaliadas e realização das análises posteriores.

A colheita das sementes foi realizada aleatoriamente e de forma manual, em seguida foram levadas ao Laboratório de Análise de Sementes para realizar o beneficiamento manual e homogeneização para a composição da amostra.

As sementes foram acondicionadas em sacos de papel (embalagem permeável) e armazenadas em condições de laboratório (25 + 3 °C e 65 + 5% de UR). As avaliações para determinação da qualidade das sementes, a seguir, foram realizadas aos 6 e 12 meses após as épocas de 79 colheita.

Para o teste de germinação foram semeadas 50 sementes sobre substrato papel germistest, umedecidas com água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco e dispostas em caixas plásticas tipo gerbox. As caixas contendo as sementes foram mantidas em germinador digital previamente regulado à temperatura constante de 30 °C. As avaliações foram realizadas no sétimo (primeira contagem da germinação) e vigésimo oitavo dia após a semeadura, com os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais segundo os critérios estabelecidos pelas RAS (7). Consideraram-se como normais as plântulas que apresentavam todas as estruturas essenciais e apresentavam capacidade de continuar seu desenvolvimento e dar origem a uma planta normal.

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi conduzido em conjunto com o teste de germinação, a partir de contagens diárias do número de plântulas emergidas até o vigésimo oitavo dia após a semeadura. Ao final do teste, foi calculado o IVG, empregando-se a fórmula proposta por Maguire (8).

Os dados foram submetidos à análise de variância em nível de 5% de probabilidade e posterior análise de regressão. Quando significativos, os efeitos dos períodos de armazenamento foram estudados pelo teste F a 5% de significância, enquanto que os efeitos das épocas de colheita foram estudados por análise de regressão. As estimativas dos parâmetros da regressão foram avaliadas pelo teste “t” em nível de 5% de significância. Foram selecionadas as equações de regressão, escolhendo-se os modelos mais adequados para representá-los, em função do seu comportamento biológico, da significância dos coeficientes do modelo e do valor do coeficiente de determinação (R²).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as análises de variância, foram observadas interações significativas ($p < 0,05$) entre os fatores armazenamento e épocas de colheitas para todas as variáveis analisadas.

Armazenamento por 12 meses, proporcionou incrementos na porcentagem de germinação das sementes (Tabela 1) colhidas até os 40 dias após emissão das inflorescências, podendo inferir que o armazenamento por 6 meses não foi eficiente na superação da dormência presente em sementes de capim-buffel. Esses resultados sugerem que as sementes de capim-buffel apresentam dormência e que esta, é capaz de ser superada naturalmente, entretanto, o período necessário pode variar de acordo com a cultivar.

Tabela 1. Germinação de sementes de capim-buffel provenientes de diferentes épocas de colheita e armazenadas por 6 e 12 meses.

Armazenamento	Épocas de colheitas (dias após emissão das inflorescências)					
	20	25	30	35	40	45
6 meses	2,5 B	12,5 B	15,5 B	36,5 B	30,0 B	27,0 A
12 meses	30,0 A	59,0 A	49,0 A	49,0 A	38,0 A	31,0 A
Média	16,3	35,8	32,3	42,8	34,0	29,0
CV (%)	14,9					

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste “F” a 5% de probabilidade.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (9), estabelece os padrões para a produção e a comercialização de sementes de espécies forrageiras, e indica que para o capim-buffel, independentemente da categoria, as sementes devem apresentar no mínimo 30% de germinação.

No presente estudo sementes colhidas aos 20, 25 e 30 dias após a emissão das inflorescências e armazenadas por 6 meses (Tabela 1) não poderiam ser comercializadas, uma vez que não atingiram a exigência da legislação quanto a porcentagem mínima de germinação. No entanto, independentemente da época de colheita, as sementes armazenadas por 12 meses apresentaram valores superiores ao padrão mínimo exigido.

Para os dois períodos de armazenamento, a germinação apresentou comportamento quadrático, em função das épocas de colheita das sementes (Figura 1).

Verifica-se que, para sementes submetidas ao armazenamento por 6 meses, a medida em que se avançava nas épocas de colheita, houve aumento na porcentagem de germinação, atingindo o valor máximo (30%) aos 40 dias após emissão das inflorescências, contudo, a partir dos 43 dias após emissão das inflorescências, houve uma pequena redução nos valores (Figura 1), o que possivelmente está associada às perdas ocasionadas pela respiração das sementes (10).

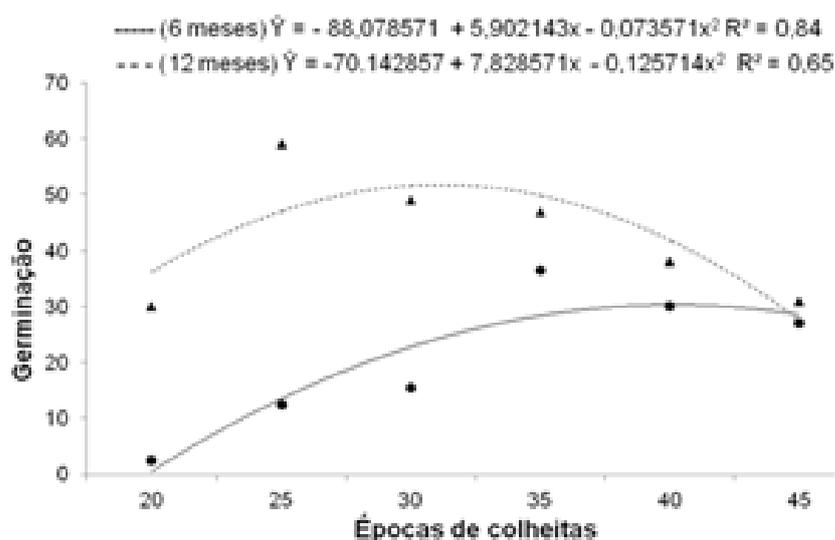


Figura 1. Germinação de semente de capim-buffel em função de épocas de colheita (dias) e períodos de armazenamento.

Após 12 meses de armazenamento, as sementes colhidas aos 20 dias após emissão das inflorescências apresentavam germinação de 30%, e atingiu a máxima porcentagem

(51,7%) aos 31 dias, sendo que a partir dessa época houve reduções nos valores, encerrando com 27,6% de germinação na colheita realizada aos 45 dias após emissão das inflorescências (Figura 1).

Ao se comparar os períodos de armazenamento nas diferentes épocas de colheita das sementes, nota-se que para a variável IVG (Tabela 2) as sementes armazenadas durante 12 meses apresentaram maiores índices, o que indica que houve uma germinação mais rápida e uniforme em comparação com as sementes que foram submetidas ao armazenamento por 6 meses nas colheitas realizadas aos 20, 25 e 30 dias após emissão das inflorescências.

Tabela 2. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de capim-buffel provenientes de diferentes épocas de colheita e armazenadas por 6 e 12 meses.

Armazenamento	Épocas de colheitas (dias após emissão das inflorescências)					
	20	25	30	35	40	45
6 meses	1,3 B	2,3 B	3,4 B	5,9 A	5,4 A	5,1 A
12 meses	3,7 A	7,8 A	5,6 A	5,4 A	4,4 B	3,4 B
Média	2,5	5,1	4,5	5,7	4,9	4,3
CV (%)	16,3					

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste “F” a 5% de probabilidade.

Nas colheitas realizadas aos 40 e 45 dias após a emissão das inflorescências, o armazenamento por 12 meses apresentou redução no vigor (Tabela 2). Possivelmente, tais resultados podem ser explicados devido ao armazenamento de 12 meses possibilitar que as sementes colhidas aos 20, 25 e 30 dias após emissão das inflorescências, a quais foram colhidas ainda imaturas, atinjam a maturação.

Sementes colhidas imaturas aos 20 dias após emissão das inflorescências e que foram submetidas a um período de armazenamento de 6 meses apresentaram índices inexpressivos (0,9) (Figura 2), aumentando gradativamente até obter o maior IVG (5,4) aos 42 dias após emissão das inflorescências. Maiores IVG indicam que as sementes germinaram mais rapidamente, e de maneira uniforme, sendo, portanto, mais vigorosas.

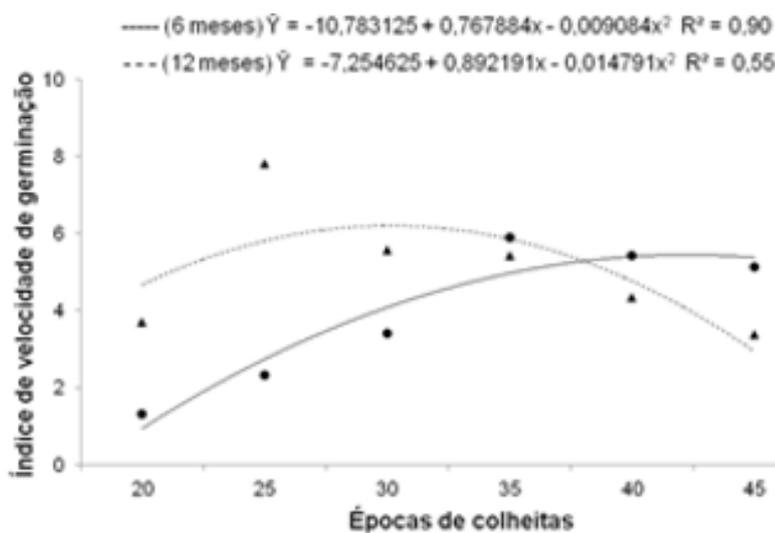


Figura 2. Índice de velocidade de germinação de semente de capim-buffel em função de épocas de colheita (dias) e períodos de armazenamento.

Sementes submetidas ao armazenamento de 12 meses e colhidas aos 20 dias após emissão das inflorescências, apresentaram IVG de 4,7 (Figura 2), sendo que à medida que se prolongou as épocas de colheita das sementes, houve incremento na velocidade de germinação até os 30 dias após emissão das inflorescências, obtendo o maior IVG (6,2). A partir desta época o IVG decresceu, verificando valores de 2,9 aos 45 dias após emissão das inflorescências.

CONCLUSÕES

Sementes com máxima qualidade fisiológica (germinação e vigor) são obtidas em colheitas realizadas entre 30 e 35 dias após a emissão das inflorescências.

O armazenamento das sementes por 12 meses permite a antecipação da colheita para 30 dias após a emissão das inflorescências, sem prejuízos à sua qualidade fisiológica.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) – Código de Financiamento 001; à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig); ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro; e concessão de bolsas de estudo e à Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), pela possibilidade de realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Teixeira EC. Tratamento térmico de sementes de Capim Buffel e rendimento forrageiro em função da adubação fosfatada. Dissertação de Mestrado. Montes Claros: Universidade Estadual de Montes Claros; 2008.
2. Porto EMV. Morfogênese e rendimento forrageiro de cultivares de *Cenchrus ciliaris* L. Submetido a adubação nitrogenada. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Montes Claros; 2009.
3. Laura VA; Jank L; Resende RMS; Gontijo Neto MM; Kobayashi AB; Faria RR; Harada TN. Avaliação e seleção de genótipos de *Panicum maximum* sob alagamento temporário. In: Congresso brasileiro de fisiologia vegetal; 2005.
4. Hacker JB; Ratcliff D. Seed dormancy and factors controlling dormancy breakdown in buffel grass accessions from contrasting provenances. Jour of App Ecol;1989:201-212, 1989.
5. Zanuzo MR; Muller D; Miranda DM. Análise de sementes de capim braquiária (*Brachiariabrizantha* cv. marandú) em diferentes épocas de florescimento. UNICiên;2010:187-197.
6. Ribeiro AC; Guimarães PTG; Alvarez VHV. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação. SBCS; 1999.
7. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes: Secretaria de Defesa Agropecuária. Mapa/Acessoria de comunicação social; 2009.

8. Maguire JD. Speed of germination-aid seedling emergence and vigor. *Crop Scien.* 1962; 2:176-177.
9. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 16, de 25 de jan de 2013, DOU de 28/01/2013, n 19, Seção 1, p 2. 2013
10. Carvalho NM; Nakagawa, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5.ed. FUNEP; 2012.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-37>

Capítulo 37

BIOTECNOLOGIAS APLICADAS AO PARASITISMO

Isabela de Almeida Cipriano^{1*}; Giordani Mascoli de Favare¹; Mateus Oliveira Mena¹; Tábata Alves do Carmo¹; Gabriel Jabismar Guelpa¹; Ricardo Velludo Gomes de Soutello²

¹Mestrando(a) em Ciência e Tecnologia Animal. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena, SP; isabela.cipriano@unesp.br*. ²Professor/ Doutor. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena, SP.

RESUMO: Acredita-se que a resistência está relacionada a herança de genes ou locos genômicos que através da expressão de moléculas, regulam a imunidade do hospedeiro com a principal função de limitar e controlar a patologia. Os principais tipos de marcadores moleculares, evidencia-se os marcadores RFLP e microsatélite ou locos VNRT (*Variable Number of Tandem Repeats*), nos quais funcionam utilizando o princípio de hibridização ou amplificação de DNA. Contudo esses marcadores demandam muito tempo para seleção convencional e nem sempre serão expressados os genes esperados. Atualmente, a busca por novos marcadores moleculares vem sendo estudados, como a epigenética. Tendo em vista a importância do controle dos parasitas, se faz necessária a busca por alternativas como o uso de animais resistentes aos mesmos e o estudo da diversidade genética do genoma do hospedeiro. Dessa forma, essa revisão bibliográfica abordará como os mecanismos epigenéticos podem ser utilizados como ferramenta para a identificação e possível seleção de animais resistentes.

Palavras-chave: epigenética, genes, metilação do DNA.

INTRODUÇÃO

Por muito tempo, os genes foram conhecidos como os únicos responsáveis pela passagem das características de uma geração a outra. Acredita-se, certamente, que a resistência está relacionada a herança de genes ou locos genômicos que através da expressão de moléculas, regulam a imunidade do hospedeiro com a principal função de limitar e controlar a patologia (1).

Essas variações são definidas como modificações no genoma que não alteram a sequência de DNA (2) e são hereditárias e reversíveis, por meio da memória celular. Logo, representa um conjunto de eventos moleculares que modulam a expressão dos genes (3).

A seleção através de marcadores moleculares consiste em integrar a genética molecular com a seleção fenotípica, por meio da procura de alelos desejáveis indiretamente por meio do uso de marcadores ligados. Assim, o estudo de genes como forma de seleção, torna-se promissor. Dentre os principais tipos de marcadores moleculares, destacam-se os marcadores RFLP (*Restriction Fragment Length Polymorphism*) e microsatélite ou locos VNRT (*Variable Number of Tandem Repeats*), nos quais funcionam utilizando o princípio

de hibridização ou amplificação de DNA. Porém, esses marcadores demandam muito tempo para seleção convencional e nem sempre serão expressados os genes esperados.

Recentemente, a busca por novos marcadores moleculares vem sendo estudados, como a epigenética. Sua definição é descrita (4) como “capaz de gerar modificações no genoma que além de alterarem a sequência do DNA, são característica herdáveis pelas gerações seguintes”.

EPIGENÉTICA

A epigenética é caracterizada como o estudo das moléculas que através da modulação expressam os genes para resultarem um determinado fenótipo (5). Por isso, acredita-se que a resistência depende de uma gama de genes, anticorpos e citocinas sendo um atributo herdável (6,7,8).

De modo histórico, a palavra “epigenética” foi usada para descrever eventos que não poderiam ser explicados por princípios genéticos, sendo que, ao longo dos anos, os fenômenos biológicos considerados bizarros e inexplicáveis foram agrupados na categoria de epigenética (9). Entretanto, o termo “epigenética” tem origem do grego, onde “epi” significa “acima, perto, a seguir”, sendo definida como modificações do genoma que não alteram a sequência do DNA (ácido desoxirribonucleico) (4). Logo, são mecanismos responsáveis pelo controle da expressão gênica, além da diferenciação celular e tecidual (10), do reparo do DNA e da recombinação (11).

As pesquisas dentro desta área têm ganhado cada vez mais interesse dentro da comunidade científica, onde a metilação do DNA é um dos mecanismos mais estudados pelo fato de desempenhar papel importante na herança de genes.

METILAÇÃO DO DNA

Um dos mecanismos mais estudados dentro dos mecanismos epigenéticos é a metilação do DNA (12), que tem como papel metilar regiões presentes nas ilhas CpG (regiões com grande quantidade das bases citosinas e guanina), encontradas geralmente nas regiões promotoras de genes, e quando metiladas, levam ao silenciamento, ou seja, bloqueio da transcrição gênica, e a desmetilação faz com que as regiões promotoras sejam ativas, levando a interação de vários fatores de transcrição que controlam a ativação gênica (13). Da mesma forma, pode ocorrer a superexpressão dos genes, sendo assim, a alteração do padrão de metilação do DNA leva a criação de um novo perfil que pode ter bons efeitos na vida e saúde dos animais (4).

A adição de um grupo metila a uma molécula de DNA pode levar ao silenciamento de diversos genes ou a sua superexpressão, fazendo parte da evolução de um animal, sendo que a alteração do padrão da metilação do DNA leva a criação de um novo perfil que pode ativar genes que deveriam permanecer silenciados e ter um efeito significativo na vida e na saúde de um organismo (4).

Desse modo, selecionar animais resistentes pode ser altamente vantajoso (14), visto que a resistência é uma característica herdável (15) e assim, a uma diminuição significativa dos picos sazonais na carga parasitária e na diminuição das larvas nos pastos após a seleção (16).

CONCLUSÃO

Levando em consideração a importância do controle dos parasitas, se faz indispensável a busca por alternativas como o uso de animais resistentes e o estudo da diversidade genética do genoma do hospedeiro. Por isso, estudos sobre os mecanismos epigenéticos podem ser utilizados como ferramenta para a identificação e possível seleção de animais resistentes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus colegas de mestrado e a equipe do EEPPA (Estudo de Extensão e Pesquisa em Parasitologia Animal) da UNESP FCAT – Dracena.

REFERÊNCIAS

1. LI, R. W., CHOUDHARY, R. K., CAPUCO, A. V., & URBAN JR, J. F. Exploring the host transcriptome for mechanisms underlying protective immunity and resistance to nematode infections in ruminants. *Veterinary Parasitology*. v. 190, p. 1-11, nov. 2012.
2. BAKUSIC, J.; SCHAUFELI, W.; CLES, S.; GODDERIS, L. Stress, burnout and depression: A systematic review on DNA methylation mechanisms. *Journal of Psychosomatic Research*, v.92, p. 34-44, jan. 2017.
3. TSAI H, BAYLIN S. Cancer epigenetics: linking basic biology to clinical medicine. *Cell Res.*, v. 21, p. 502-517, mar. 2011.
4. FANTAPPIE, M. Epigenética e memória celular. *Revista Carbono*, n. 3, 2013.
5. RIVAS, M. P.; TEIXEIRA, A. C. B.; KREPISCHI, A. C. V. Epigenética: conceito, mecanismos e impacto em doenças humanas. *Genética na Escola*, v. 14, n. 1, p. 14–25, 2019.
6. TIZARD, I.R. *Introducción a la Inmunología Veterinaria*. 8.ed. Barcelona: Elsevier Saunders, 2009.
7. FRAGA, A. B.; ALENCAR, M.M.; FIGUEIREDO, L.A.; RAZOOK, A.G.; CYRILLO, J.N.S.G.. Análise de fatores genéticos e ambientais que afetam a infestação de fêmeas bovinas da raça Caracu por carrapatos (*Boophilus microplus*), *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.6 (Supl.1), p.1578-1586, 2003.
8. SHYMA, K. P.; GUPTA, J. P.; SINGH, V. Breeding strategies for tick resistance in tropical cattle: a sustainable approach for tick control. *Journal of Parasitic Diseases: Official Organ of the Indian Society for Parasitology*, v. 39, n. 1, p. 1– 6, 2015.
9. GOLDBERG, A. D.; ALLIS, C. D.; BERNSTEIN, E. Epigenetics: a landscape takes shape. *Cell*, v. 128, n. 4, p. 635–638, 2007.
10. MORAES, C. V. Investigação da ocorrência de eventos epigenéticos em *Haemonchus contortus* e sua relação com a resistência ao anti-helmíntico monopantel. 2019. 109 f. Dissertação (Mestrado em Genética Evolutiva e Biologia Molecular) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

11. FINGERMAN, I. M.; ZHANG, X.; RATZAT, W.; HUSAIN, N.; COHEN, R. F.; SCHULER, G. D. NCBI Epigenomics: What's new for 2013. *Nucleic Acids Research*, v. 41, n. D1, p. D221–D225, 2013.
12. NICIURA, S. C. M.; MORAES, C. V.; CRUVINEL, G. G.; GAINZA, Y. A.; ALBUQUERQUE, A. C. A. De; SANTANA, R. C. M.; THOLON, P.; TIZIOTO, P. C.; CHAGAS, A. C. S.; ESTEVES, S. N.; BENAVIDES, M. V.; AMARANTE, A. F. T. Do. Análise genômica da resistência ao monepantel e investigação epigenética em *Haemonchus contortus*. 1. ed. São Carlos,SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2018. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 43).
13. REIS, A. P. Epigenética da asma: revisão. *Brazilian Journal Allergy and Immunology*, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 13–18, 2015.
14. BIEGELMEYER, P.; NIZOLI, L. Q.; CARDOSO, F. F.; DIONELLO, N. J. Aspectos da resistência de bovinos ao carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Archivos de Zootecnia*, [s. l.], v. 61, n. 237, p. 1–11, 2012.
15. AMARANTE, A. F. T. Resistência genética a helmintos gastrintestinais. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 2004, 5, Pirassununga – SP. Anais [...].Pirassununga - SP, 2004.p. 1-10.
16. PACHECO, T. M. Avaliação do desempenho e características relacionadas ao grau de infecção por helmintos de bovinos da raça nelore. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena, Universidade Estadual Paulista, Dracena. 2015.

doi <https://doi.org/10.53934/9786599539633-38>

Capítulo 38

CONTROLE ALTERNATIVO DE ANTRACNOSE E PODRIDÕES PÓS-COLHEITA EM FRUTOS DE GOIABA ORGÂNICA

Juliana Altafin Galli¹; Maria Beatriz Bernardes Soares; Marcos Doniseti Michelotto; Ivan Herman Fischer²

¹ Pesquisador da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios Regional Centro Norte – APTA. E-mail: juliana.galli@sp.gov.br; maria.soares@sp.gov.br; marcos.michelotto@sp.gov.br, ² Pesquisador da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios Regional Centro Oeste – APTA. E-mail: ifischer@sp.gov.br

RESUMO: O presente trabalho objetivou avaliar a eficácia de tratamentos alternativos com fosfitos no controle de doenças pós-colheita de acessos de goiaba cultivados em sistema orgânico. Frutos de três acessos suscetíveis à antracnose, L1P2, Taquaritinga Comum e Kioshi 1 foram submetidos aos tratamentos: T1: Fosfito de Mn (30% P₂O₅ + 9% Mn/3,0 mL L⁻¹); T2: Fosfito de Zn (40% P₂O₅ + 10% Zn/2,5 mL L⁻¹); T3: Fosfito de Mg (40% P₂O₅ + 6% Mg/1,5 mL L⁻¹); T4: Fosfito de K (40% P₂O₅ + 20% K₂O/1,5 mL L⁻¹); T5: Bicarbonato de sódio a 2%; T6: Etanol 50% (10 minutos), seguido de hipoclorito de sódio a 0,2 g L⁻¹ de cloro ativo (10 minutos) (Etanol hipoclorito); T7: Termoterapia (imersão em banho Maria por seis minutos a 47 °C); T8: Testemunha. Foram utilizados 120 frutos por acesso, três repetições de cinco frutos por parcela. A incidência de doenças foi avaliada após 2, 4,6 e 8 dias da colheita, em frutos armazenados a 25 +1°C e 85% de UR. Calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença. Os dados foram submetidos à análise de variância, em esquema fatorial 3 x 8, e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knot. Os tratamentos reduziram entre 10 a 30% a incidência de frutos com sintomas de podridão, com exceção do tratamento bicarbonato de sódio. Os produtos fosfitos de Mg, Zn e K e a termoterapia se destacaram e apresentam a vantagem de não deixarem resíduos, sendo uma ferramenta a ser utilizada no controle integrado de doenças.

Palavras-chave: *Colletotrichum* spp.; fosfitos; pinta preta; podridões; *Psidium guajava*.

INTRODUÇÃO

Doenças pós-colheita podem ser definidas como aquelas que expressam sintomas após a colheita. Pertencem a essa categoria tanto doenças quiescentes, ou seja, de latência longa, cuja infecção ocorre no campo, quanto as de latência curta, cuja infecção ocorre, via de regra, após a colheita dos frutos. Um exemplo de doença quiescente é a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* e *C. acutatum*), e de doença de latência curta, a podridão de Rhizopus (*Rhizopus* sp.), ambas na goiaba (1).

Espécies de *Colletotrichum* infectam goiabas em diferentes estádios fenológicos, mesmo na ausência de ferimentos, permanecendo quiescentes até a maturação. O fungo pode sobreviver na superfície dos frutos, em qualquer estágio fenológico, na forma de

apressório. A infecção só ocorre em frutos próximos à maturação (85 dias após a queda das pétalas), quando o "peg" de penetração se forma e uma vesícula invagina nas células superficiais da epiderme do fruto (2).

A infecção do hospedeiro pelo fungo pode ser direta, com a formação de apressórios, e também pode ocorrer indiretamente, pela cavidade floral e nos ferimentos dos frutos, causados por insetos ou durante o manuseio. A técnica de ensacar o fruto favorece a doença, pois cria uma câmara úmida artificial favorável ao patógeno (3). Manchas de antracnose em qualquer número ou intensidade são classificadas como podridão (dano patológico que implica qualquer grau de decomposição, desintegração ou fermentação dos tecidos) e defeito grave de acordo com normas de classificação, ocasionando inevitavelmente a desclassificação do lote para comercialização, não sendo permitida a reclassificação quando a podridão for acima de 10% (4).

As restrições ao uso de agrotóxicos levam a um aumento no interesse por tratamentos fitossanitários alternativos como a hidrotermia, o uso de fosfitos, de cloreto de cálcio, do frio, do ar forçado e da irradiação (5). Alguns tratamentos alternativos, como os fosfitos, podem aumentar a vida útil pós-colheita da goiaba em temperatura ambiente. Nestas condições, o transporte à longa distância fica mais viável, ampliando o período de comercialização (6).

O uso de fosfitos na agricultura brasileira cresceu significativamente, em função da busca pelo aumento na produtividade e na qualidade dos produtos finais (7). Os fosfitos são considerados uma alternativa para o uso de fungicidas convencionais no controle de doenças em diversas culturas. A expansão do uso de produtos à base de fosfitos ocorreu em parte devido à elevada porcentagem de fósforo existente em suas formulações, o que permite melhorar a nutrição, o crescimento e desenvolvimento das plantas (8). São entre as substâncias alternativas para o controle de doenças, provavelmente as de maior destaque (9). Embora seu modo de ação não tenha sido completamente elucidado acredita-se que estes atuem diretamente sobre o fungo e que ative mecanismos de defesa na planta (10).

Uma outra vantagem no uso dos fosfitos está na absorção rápida de fósforo pela planta, em comparação com os fosfatos (11). Os fosfitos podem agir de forma direta inibindo a germinação do esporo fúngico, a penetração na planta, bloqueando a miceliogênese e a esporogênese. E, indiretamente, estimulando o metabolismo envolvido na resistência induzida na planta, como na produção de lignina, fitoalexina e enzimas hidrolíticas (8). Os fosfitos atuam de modo preventivo e curativo, sendo indicados contra *Pythium* e *Phytophthora* e fungos causadores de podridões. Além do mais, são usados no controle de doenças de fruteiras de clima temperado, como exemplo, do míldio (*Plasmopara viticola*) da videira (9) e na sarna (*Venturia inaequalis*) da macieira (12). Também tem atividade contra doenças bacterianas (13). Ferraz et al. (14) testaram o efeito de fosfitos no controle da antracnose e qualidade pós-colheita de goiabas cultivadas em sistema convencional e orgânico, e verificaram que não houve diferença consistente quanto a intensidade da antracnose nos dois sistemas de cultivo, e que o fosfito de K reduziu o diâmetro das lesões em todas as doses testadas, e o fosfito de Zn retardou a maturação pós-colheita dos frutos, sendo ambos recomendados para o tratamento da goiaba em pós-colheita.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivos avaliar a eficácia de tratamentos alternativos com fosfitos no controle de doenças pós-colheita de acessos de goiaba cultivados em sistema orgânico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na área experimental da Apta Regional Centro Norte, em Pindorama-SP, a 21° 13' de latitude sul e 48° 55' de longitude oeste, altitude de 527 m, com temperatura média anual de 22,8° C, precipitação média anual de 1.390,3 mm e umidade relativa média anual de 71,6%. Conforme a classificação de Köppen, o clima enquadra-se no tipo Aw, definido como tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

Foram utilizadas plantas pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de goiabeira, que possui 81 acessos, plantados em espaçamento 6 x 5 metros, contendo 3 plantas de cada, conduzido em sistema orgânico. Após a colheita, frutos de três acessos considerados suscetíveis à antracnose (15), L1P2, Taquaritinga Comum e Kioshi 1, foram transportados até o laboratório da Apta Regional Centro-Oeste, em Bauru-SP, e individualizados em bandejas plásticas, onde foram submetidos aos seguintes tratamentos: T1: Fosfito de Mn (30% P₂O₅ + 9% Mn / “Phytogard Mn” 3,0 mL L⁻¹); T2: Fosfito de Zn (40% P₂O₅ + 10% Zn / “Phytogard Zn” 2,5 mL L⁻¹); T3: Fosfito de Mg (40% P₂O₅ + 6% Mg / “Fitofós Mg” 1,5 mL L⁻¹); T4: Fosfito de K (40% P₂O₅ + 20% K₂O / “Fitofós K Plus” 1,5 mL L⁻¹); T5: Bicarbonato de sódio a 2%; T6: Etanol 50% (10 minutos), seguido de hipoclorito de sódio a 0,2 g L⁻¹ de cloro ativo (10 minutos) (Etanol hipoclorito); T7: Tratamento hidrotérmico (imersão em banho Maria por seis minutos a 47 °C); T8: Testemunha. Foram utilizados 120 frutos por acesso, três repetições de cinco frutos por parcela.

Os tratamentos 1 a 6 foram aplicados através da imersão dos frutos nas soluções durante 20 minutos. No tratamento testemunha os frutos foram submersos em água destilada a temperatura ambiente por igual período. Após a secagem dos frutos em temperatura ambiente, os mesmos foram armazenados por seis dias a 25 +1°C e 85% de UR. A incidência (número de frutos) de doenças pós-colheita foi visualmente avaliada após 2, 4, 6 e 8 dias da colheita dos frutos. Após a obtenção dos dados de incidência, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), conforme Campbell & Maden (16).

Os dados foram submetidos à análise de variância, segundo o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 8 (três acessos de goiabeira e 8 tratamentos), e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knot, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos reduziram entre 10 a 30% a incidência de frutos com algum sintoma de podridão, com exceção do tratamento Bicarbonato de sódio que não diferiu da Testemunha (Tabela 1). A incidência de podridões foi superior a 70% na média dos acessos, com a Testemunha apresentando 87,5% (Figura 1 A). Considerando as doenças incidentes (antracnose, pinta preta e podridão peduncular), observou-se controle significativo apenas da antracnose, com os produtos Fosfito de Mn, Hidrotérmico, Fosfito de Zn e Fosfito de K, reduzindo em mais de 30% a incidência de frutos sintomáticos durante os oito dias de armazenamento (Tabela 2). A antracnose foi a principal doença observada, com incidência no tratamento Testemunha superior a 80% na média dos genótipos (Figura 1 B). Controle da antracnose com o tratamento Hidrotérmico já havia sido observado por Fischer et al. (17) em goiaba ‘Pedro Sato’, contudo os mesmos autores não constataram efeito de Fosfito de K, a exemplo do presente estudo. Cruz et al. (18) constataram controle da antracnose com fosfitos de K e de Ca, através de redução do diâmetro da lesão de antracnose, em frutos inoculados com *C. gloeosporioides*.

Tabela 1. Área abaixo da curva do progresso de podridões e eficácia de controle (EC) em acessos de goiabeira submetidos a tratamentos alternativos em pós-colheita, a partir de avaliações da incidência de frutos doentes aos 2, 4, 6 e 8 dias após a colheita, em frutos armazenados a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 80-85% UR.

Tratamentos	Acessos			Média	EC (%)
	L1P2	Taquaritinga comum	Kioshi 1		
Testemunha	22,7	13,1	15,0	16,9 A	
Bicarbonato de sódio	24,3	22,7	11,8	19,6 A	0,0
Etanol+hipoclorito	20,3	14,4	10,6	15,1 B	10,7
Fosfito de magnésio	20,7	12,0	10,2	14,3 B	15,4
Fosfito de potássio	21,7	10,4	8,2	13,4 B	20,7
Fosfito de manganês	20,3	5,9	13,0	13,1 B	22,5
Hidrotérmico	17,3	11,1	7,0	11,8 B	30,2
Fosfito de zinco	17,0	10,0	8,7	11,9 B	29,6
Média	20,5 a	12,5 b	10,5 b		
F (Genótipos)			24,764**		
F(Tratamentos)			2,327*		
F(Genót.xTrat.)			0,845 ^{NS}		
C.V.(%)			36,0		

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si (Scott-Knott 5%). **Significativo a 1%; * Significativo a 5%; ^{NS} Não Significativo.

Tabela 2. Área abaixo da curva do progresso da antracnose e eficácia de controle (EC) em acessos de goiabeira submetidos a tratamentos alternativos em pós-colheita, a partir de avaliações da incidência da doença aos 2, 4, 6 e 8 dias após a colheita, em frutos armazenados a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 80-85% UR.

Tratamentos	Acessos			Média	EC (%)
	L1P2	Taquaritinga comum	Kioshi 1		
Testemunha	22,7	9,8	13,9	15,5 A	
Bicarbonato de sódio	24,0	18,2	11,8	18,0 A	0,0
Etanol+hipoclorito	20,0	14,4	8,6	14,3 A	7,7
Fosfito de magnésio	20,7	7,5	9,8	12,7 A	18,1
Fosfito de manganês	20,0	3,3	9,0	10,8 B	30,3
Hidrotérmico	18,0	8,4	4,2	10,2 B	34,2
Fosfito de zinco	17,0	7,6	6,0	10,2 B	34,2
Fosfito de potássio	20,3	4,3	5,3	10,0 B	35,5
Média	20,3 a	9,2 b	8,6 b		
F (Genótipos)			27,488**		
F(Tratamentos)			2,295*		
F(Genót.xTrat.)			0,843 ^{NS}		
C.V.(%)			26,4		

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si (Scott-Knott 5%). **Significativo a 1%; * Significativo a 5%; ^{NS} Não Significativo.

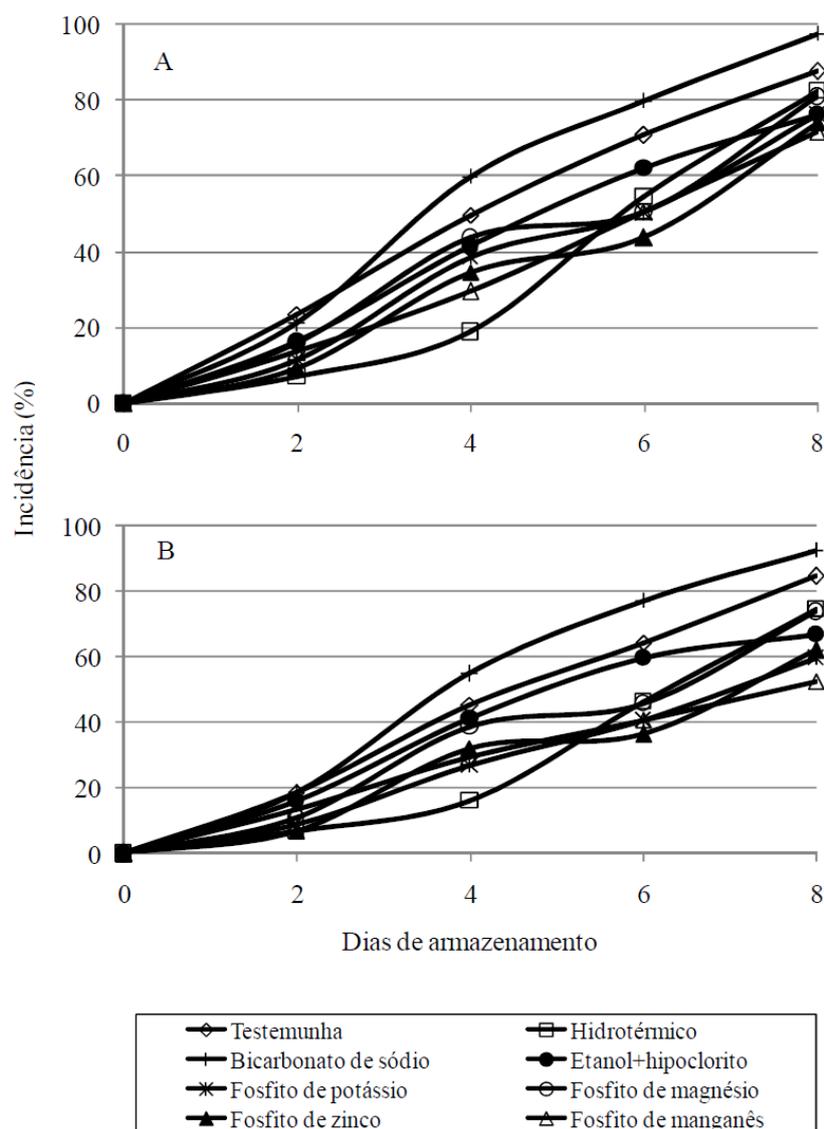


Figura 1. Incidência (%) goiabas com sintoma de podridão (A) e com sintomas de antracnose (B), após tratamentos alternativos em pós-colheita, durante oito dias de armazenamento a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 80-85% UR.

O tratamento hidrotérmico controla as doenças desde que as infecções estejam nas primeiras camadas da epiderme do fruto. Pode atuar também inibindo o amadurecimento, atrasando o colapso e a extinção de compostos antifúngicos pré-formados (19). Segundo Pascholati et al. (20), pode induzir a síntese de compostos antifúngicos, como fitoalexinas ou proteínas relacionadas à patogênese. Atraso no amadurecimento e controle da antracnose, com redução do diâmetro das lesões em goiabas inoculadas e no número de lesões naturais foram constatados por Cruz et al. (18). Já os produtos à base de fosfitos são originados da neutralização do ácido fosforoso por uma base, podendo se combinar com elementos como potássio, cálcio, magnésio, cobre, manganês e zinco. Classificados como fertilizantes, tais compostos caracterizam-se por estimular o crescimento das plantas e possuírem considerável ação fungicida, causando morte ou inibição do crescimento (21).

O acesso L1P2 apresentou uma maior incidência de frutos com algum sintoma de podridão, principalmente antracnose, em relação aos acessos Taquaritinga Comum e Kioshi 1 (Tabelas 1 e 2), contudo não diferiu em relação ao acesso Kioshi 1 quanto a incidência de pinta preta e podridão peduncular. Já o acesso Taquaritinga Comum apresentou uma menor incidência de pinta preta e uma maior incidência de podridão peduncular em relação aos demais (Tabelas 3 e 4). A incidência de pinta preta foi variável entre 2 a 11% (Figura 2 A), enquanto a podridão peduncular entre 10 e 44%, em função do acesso (Figuras 2 B). Os resultados de antracnose e pinta preta são equiparáveis aos observados por Galli et al. (15), nos três acessos em estudo. Já para podridão peduncular, enquanto Taquaritinga comum apresentou uma maior ocorrência em relação aos demais genótipos, Galli et al. (15) constataram uma menor ocorrência da doença.

Tabela 3. Área abaixo da curva do progresso da pinta preta e eficácia de controle (EC) em acessos de goiabeira submetidos a tratamentos alternativos em pós-colheita, a partir de avaliações da incidência da doença aos 2, 4, 6 e 8 dias após a colheita, em frutos armazenados a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 80-85% UR.

Tratamentos	Acessos			Média	EC (%)
	L1P2	Taquaritinga comum	Kioshi 1		
Testemunha	1,3	0,0	4,7	2,0	
Hidrotérmico	1,3	0,0	2,7	1,3	35,0
Bicarbonato de sódio	0,3	0,0	0,3	0,2	90,0
Etanol+hipoclorito	1,7	0,0	2,8	1,5	25,0
Fosfito de potássio	1,7	0,0	2,8	1,5	25,0
Fosfito de magnésio	0,0	0,0	1,3	0,4	80,0
Fosfito de zinco	1,7	0,3	1,6	1,2	40,0
Fosfito de manganês	1,0	1,3	0,3	0,9	55,0
Média	1,1 b	0,2 a	2,0 b		
F (Genótipos)			8,760**		
F(Tratamentos)			1,249 ^{NS}		
F(Genót.xTrat.)			0,984 ^{NS}		
C.V.(%)			34,6		

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Scott-Knott 5%). **Significativo a 1%; ^{NS} Não Significativo.

Os frutos com sintomas de podridão peduncular foram conservados a 25°C até a esporulação dos patógenos sobre os frutos, quando foram feitas lâminas e os esporos observados em microscópio óptico. Os patógenos *Fusicoccum/Neofusicoccum* spp. foram responsáveis por 84% dos sintomas, sendo os outros 16% causados por *Phomopsis psidii*. Em estudo com 54 isolados de espécies de *Botryosphaeriaceae*, causadores de podridão peduncular da goiaba, sete foram identificados como *Fusicoccum aesculi*, 14 como *N. parvum* e 35 como *N. ribis* (22).

Tabela 4. Área abaixo da curva do progresso da podridão peduncular e eficácia de controle (EC) em acessos de goiabeira submetidos a tratamentos alternativos em pós-colheita, a partir de avaliações da incidência da doença aos 2, 4, 6 e 8 dias após a colheita, em frutos armazenados a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 80-85% UR.

Tratamentos	Acessos			Média	EC (%)
	L1P2	Taquaritinga comum	Kioshi 1		
Testemunha	2,3	6,6	0,3	3,1	
Hidrotérmico	0,3	6,2	2,2	2,9	6,5
Bicarbonato de sódio	0,3	12,1	0,0	4,1	0,0
Etanol+hipoclorito	0,7	7,4	0,0	2,7	12,9
Fosfito de potássio	1,7	7,4	0,8	3,3	0,0
Fosfito de magnésio	0,7	5,9	0,8	2,4	22,6
Fosfito de zinco	1,0	6,3	1,4	2,9	6,5
Fosfito de manganês	0,3	2,9	2,0	1,8	41,9
Média	0,9 b	6,9 a	0,9 b		
F (Genótipos)			27,234**		
F(Tratamentos)			0,187 ^{NS}		
F(Genót.xTrat.)			0,732 ^{NS}		
C.V.(%)			40,8		

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Scott-Knott 5%). **Significativo a 1%; ^{NS} Não Significativo.

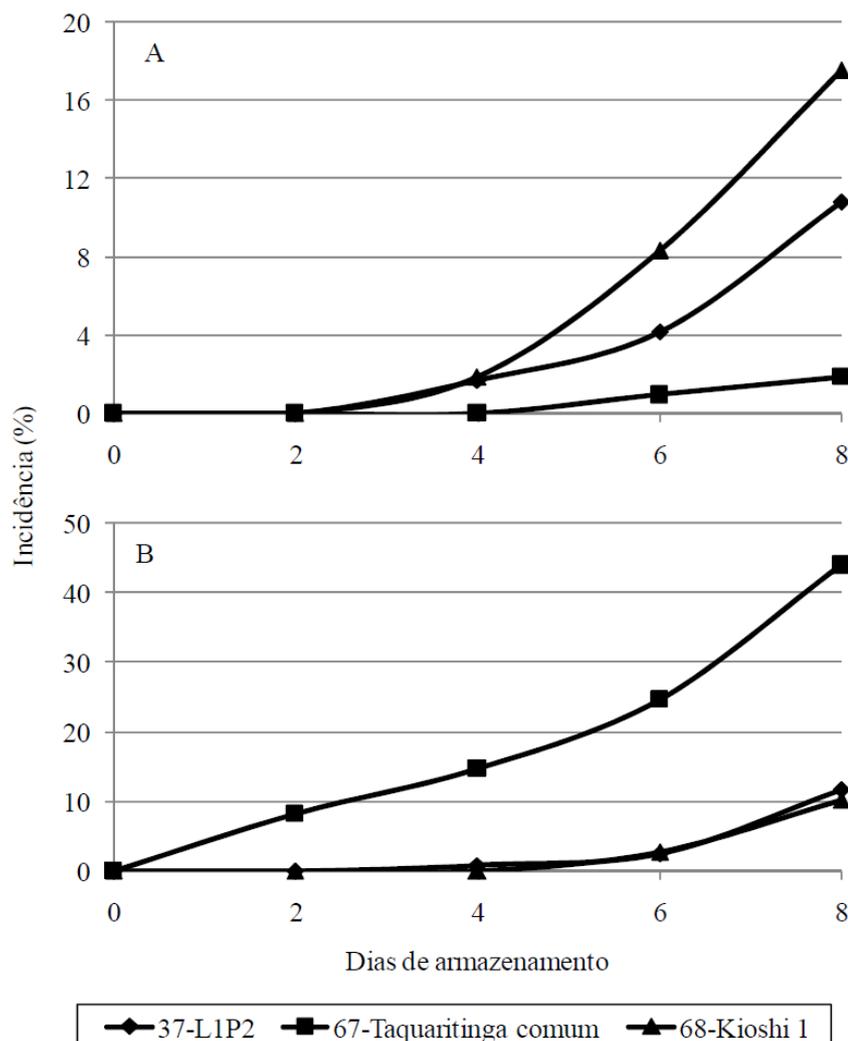


Figura 2. Incidência (%) de goiabas com sintoma de pinta preta (A) e podridão peduncular (B) em genótipos de goiabeira, durante oito dias de armazenamento a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 80-85% UR.

CONCLUSÕES

Em vista da importância da antracnose como doença pós-colheita da goiabeira, preconiza-se que medidas sejam adotadas visando uma maior conservação do fruto, a exemplo do tratamento dos frutos com os produtos alternativos Fosfitos de Mn, Zn e K e a Termoterapia que se destacaram no controle da doença e apresentam a vantagem de não deixarem resíduos, além de não oferecerem riscos à saúde humana e ao ambiente, podendo serem mais uma ferramenta a ser utilizada no controle integrado de doenças.

AGRADECIMENTOS

A Fapesp, pelo auxílio financeiro concedido a este trabalho (processo 2016/15647-8)

REFERÊNCIAS

1. Amorim L. Epidemiologia e quantificação de danos e de doenças pós-colheita em pêssegos e goiabas. In: Nascimento LM, De Negri JD, Mattos Jr D (Org.) Tópicos em qualidade e pós-colheita de frutas. Campinas: Instituto Agronômico; 2008.
2. Moraes SRG., Massola NS, Tanaka FAO. Estudos ultraestruturais da penetração de *Colletotrichum gloeosporioides* em goiabas com diferentes idades. Summa Phytopathol. 2008; 34:27.
3. Piccinin E, Pascholati SF, Di Pierro RM. Doenças da Goiabeira. In: Kimati H, Amorin L, Resende JAM, Bergamin Filho A, Camargo LEA. (Eds.) Manual de Fitopatologia. Vol. 2. Doenças das Plantas cultivadas. 4. ed. São Paulo: Ceres; 2005.
4. Ceagesp. Centro de Qualidade em Horticultura. Classificação da goiaba (*Psidium guajava* L.). São Paulo: Ceagesp; 2000.
5. Ferraz DMM. Controle da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em pós-colheita da goiaba (*Psidium guajava*), produzida em sistema de cultivo convencional e orgânico, pela aplicação de fosfitos, hidrotermia e cloreto de cálcio. [Dissertação]. Brasília: Universidade de Brasília; 2010.
6. Cerqueira TS, Jacomino AP, Sasaki FF, Amorim L. Controle do amadurecimento de goiabas 'Kumagai' tratadas com 1-metilciclopropeno. Rev Bras Fruticultura. 2009; 31:687-692.
7. Franzini VP, Gomes Neto JA. Método titrimétrico para determinar fosfito em amostras agroindustriais. Quim Nova. 2007; 30:308-311.
8. Brackmann A, Giehl RFH, Sestari I, Weber, A, Pinto JAV, Eisermann AC. Controle de podridões em maçãs 'Fuji' frigoconservadas com a aplicação de fosfitos e cloretos de benzalcônio em pré e pós-colheita. Rev Fac Zootec Vet Agron. 2008; 15:35-43.
9. Peruch LAM, Bruna, ED. Relação entre doses de calda bordalesa e de fosfito potássico na intensidade do míldio e na produtividade da videira cv. 'Goethe'. Ciênc Rural. 2008; 38:2413-2418.
10. Jackson TJ, Burgess T, Colquhoun I, Hardy GESTJ. Action of the fungicide phosphite on *Eucalyptus marginata* inoculated with *Phytophthora cinnamomi*. Plant Pathol. 2000; 49:147-154.
11. Moreira LM, May-De Mio LL. Controle da podridão parda do pessegueiro com fungicidas e fosfitos avaliados em pré e pós-colheita. Ciênc Agrotec. 2009; 33: 405-411.
12. Araújo L, Stadnik MJ, Borsato LC, Valdebenito-Sanhueza RM. Fosfito de Potássio e ulvana no controle da mancha foliar da gala em macieira. Trop Plant Pathol. 2008; 33:148-152.

13. Ribeiro Jr PM, Resende MLV, Pereira RB, Cavalcanti FR, Amaral DR, Pádua MA. Fosfito de potássio na indução de resistência a *Verticillium dahliae* Kleb. em mudas de cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.). Ciênc Agrotec. 2006; 30:629- 636.
14. Ferraz DMM, Blum LEB, Barreto MLA, Uesugi CH, Peixoto JR, Cruz AF. Fosfito no controle da antracnose e qualidade pós-colheita de goiaba em cultivo convencional e orgânico. Rev Agric. 2016; 91:249-264.
15. Galli JA, Fischer IH, Palharini MCA, Michelotto MD Quantificação de doenças pós-colheita em acessos de goiabeira cultivados em sistema orgânico. Pesq Agropec Trop. 2015; 45:225-230.
16. Campbell CL, Madden LV. Introduction to plant disease epidemiology. New York: John Wiley; 1990.
17. Fischer IH, Palharini MCA, Fileti MS, Nogueira JR AF, Parisi MCM. Tratamentos alternativos no controle da antracnose e sobre a qualidade de goiabas 'Pedro Sato'. Summa Phytopathol. 2016; 42:333-339.
18. Cruz AF, Medeiros NL, Benedet GL, Araujo MB, Uesugi CH, Ferreira MASV, et al. Control of post-harvest anthracnose infection in guava (*Psidium guajava*) fruits with phosphites, calcium chloride, acetyl salicylic acid, hot water, and 1-MCP. Hortic Environ Biotechnol. 2015; 56:330-340.
19. Lurie S. Postharvest heat treatment of horticultural crops. Hortic Rev. 1998; 22:91-118.
20. Pascholati SF, Lia P, Benato EA, Camili EC. O fenômeno da indução de resistência e o controle das doenças de pós-colheita. In: Reunião Brasileira sobre indução de resistência em plantas. Lavras: UFLA; 2004.
21. Lovatt CJ, Mikkelsen RL. Phosphites fertilizers. Better Crops Plant Food. 2006; 90:11-13.
22. Nogueira Jr AF, Fischer IH, Bragança CAD, Massola JR NS, Amorim L. Identification of *Botryosphaeriaceae* species that cause stylar-end rot of guavas and characterization of the disease monocycle. Eur J Plant Pathol. 2016; 144:271-287.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-39>

Capítulo 39

ESTRUTURA DOS BANCOS DE GERMOPLASMA E SUA INTEGRAÇÃO NOS PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO

Nágela Maria Henrique Mascarenhas¹; Dermeval Araújo Furtado²; Luís Paulo Firmino Romão da Silva¹, Lídia Paloma da Silva Nogueira³, José Antônio Pires da Costa Silva⁴, Mailson Gregório Gonçalves³, Semirames do Nascimento Silva¹

¹Doutoranda (o) em Engenharia Agrícola - CTRN – UFCG; E-mail: eng.nagelamaria@gmail.com, luispfrs@hotmail.com, semirames.agroecologia@gmail.com, ²Docente do Depto de Engenharia Agrícola – CTRN – UFCG. E-mail: araujodermeval@gmail.com, ³Mestrando (a) em Engenharia Agrícola – CTRN – UFCG. E-mail: lidiapaloma28@gmail.com, gregoriomailson@gmail.com, ⁴Mestrando em Ciência Animal – CSTR – UFCG. E-mail: joseantoniopires19@gmail.com

RESUMO: As constantes mudanças climáticas que vem ocorrendo mundialmente têm preocupado a comunidade científica no que diz respeito à conservação dos recursos genéticos animais, principalmente as raças que estão localmente adaptadas às diversas regiões, e tem ganhado importância no meio. Em meio às questões demonstradas, no contexto da conservação do recurso genético animal surge à necessidade de iniciativas sustentáveis para o uso da biodiversidade biológica, assim encaixam-se as estratégias de conservação ex situ e in situ, que estão sendo usadas para assegurar a variabilidade genética de diversas raças. Dentre as vantagens desses sistemas, destaca-se a possibilidade de registrar e organizar minuciosamente a informação, agrupá-la e mantê-la atualizada. O Banco de Germoplasma Animal vem cumprindo o seu papel de armazenar o material genético das raças ameaçadas de extinção. A preocupação de uma produção sustentável, as raças naturalizadas vêm, pouco a pouco, sendo reinseridas em sistemas de produção. Suas características de adaptação e resistência a parasitas e de tolerância a algumas enfermidades têm atraído um interesse cada vez maior por parte dos responsáveis por programas de melhoramento animal. E, como resultado, várias delas vêm encontrando nichos de mercado que serão fundamentais para afastá-las cada vez mais da ameaça de extinção.

Palavras-chave: biodiversidade; criopreservação; recursos genéticos

INTRODUÇÃO

Ao longo de cinco séculos as raças de animais domésticos que foram trazidas para o Brasil na época dos colonizadores, e submetidas a uma seleção natural, para que se adaptarem a região em que estavam, desenvolvendo assim raças que foram denominadas de crioulas, ou naturalizadas, por apresentarem características específicas da região (1, 2).

De modo que é lastimável a perda da maioria desse material genético, pois algumas dessas espécies animais encontram-se ameaçadas de extinção, devido a cruzamentos desordenados com animais exóticos que não são adaptados à realidade da região (3,4,5).

As constantes mudanças climáticas que vem ocorrendo mundialmente têm preocupado a comunidade científica no que diz respeito à conservação dos recursos genéticos animais, principalmente as raças que estão localmente adaptadas às diversas regiões, e tem ganhado importância no meio (6,7).

Em meio às questões demonstradas, no contexto da conservação do recurso genético animal surge à necessidade de iniciativas sustentáveis para o uso da biodiversidade biológica, assim encaixam-se as estratégias de conservação ex situ e in situ, que estão sendo usadas para assegurar a variabilidade genética de diversas raças. De modo que a conservação in situ é um dos mecanismos mais utilizados, pois permite que as populações sejam mantidas em seu ambiente natural (8,9,10). E a conservação ex situ, onde cabe citar a criopreservação como meio de enriquecimento dos bancos de germoplasma, é o mecanismo que mais vem sendo difundido, pois permite a conservação desse material genético em longo prazo (11,12).

O objetivo deste trabalho foi discutir aspectos importantes sobre os bancos de germoplasma animal, e sua influência na conservação dos recursos genética animais, abordando também as estratégias mais utilizadas para enriquecimento dos bancos.

BANCO DE GERMOPLASMA

Uma alternativa bastante utilizada, que reduz consideravelmente as limitações que são atribuídas pelo tempo e pela distância para a conservação de diversas espécies em risco de extinção, é a criopreservação de germoplasma, onde o material biológico é conservado em botijões contendo nitrogênio líquido a -196°C ou nitrogênio em sua forma gasosa a -150°C (13,14,15,1). Ainda segundo os autores, o material biológico armazenado nos bancos de germoplasma deve possuir alta variabilidade genética, para quando forem utilizados posteriormente apresente características favoráveis ao uso e não sofram limitações.

Os bancos de germoplasma são encontrados em diversos locais, como zoológico, universidades, organizações de animais de criação, instituições de pesquisa e laboratórios de vida silvestre, como forma de conservação in situ. Porém são, normalmente pouco utilizados devido as instalações serem rudimentares (16,5,17).

O objetivo dos bancos de germoplasma é simples e diretamente útil, ele efetivamente aumenta a "expectativa de vida genética" dos indivíduos valiosos, que podem continuar a ser parte de programas de melhoramento gerenciados, mesmo depois de sua morte. Como o objetivo de programas de melhoramento gerenciados para espécies ameaçadas de extinção é a manutenção da máxima diversidade genética, os bancos de germoplasma contribuem diretamente para os objetivos de conservação (18,19).

O QUE É UM GERMOPLASMA?

O conceito de germoplasma é bastante difundido, além de ser de fácil compreensão, pois é definido como sendo um conjunto de genótipos de uma população que podem doar genes para dada espécie. Assim de maneira simplificada, o germoplasma é considerado a fonte de variabilidade genética que está disponível para os programas de melhoramento animal ou vegetal (20,14,21).

Há pouco tempo um material para ser considerado germoplasma estava limitado às barreiras reprodutivas da espécie, ou seja, somente eram considerados como parte do germoplasma aqueles genótipos que eram capazes de transpassar seus genes por meio de cruzamentos (2). Mais recentemente com o desenvolvimento de novas técnicas de biotecnologia, é possível isolar genes de qualquer espécie e transmiti-los para o animal a ser melhorado (22).

Como fonte de germoplasma animal pode-se citar gametas (femininos e masculinos), embriões e células somáticas, que são utilizados em técnicas de reprodução assistida, um exemplo comumente visto é a transferência de embriões e a inseminação artificial, permitindo assim que as populações aumentem (13,23).

O QUE É UM BANCO DE GERMOPLASMA?

Ao longo de cinco séculos as raças de animais domésticos que foram trazidas para o Brasil na época dos colonizadores, foram submetidas a uma seleção natural, desenvolvendo assim raças que foram denominadas de crioulas, ou naturalizadas, por apresentarem características específicas da região (1,2). Lastimavelmente são realizados cruzamentos desordenados dessas raças locais que são mais rústicas com raças exóticas (que apresentem um nível de produção elevado nas regiões que são de sua origem), algumas raças crioulas do país encontram-se ameaçadas de extinção (4).

Antigamente os órgãos de pesquisa do país não se preocupavam em preservar o material genético desses animais, de modo que muitas vezes esse material se perdia. Então, a partir do ano de 1983 a Embrapa, resolveu incluir no Programa de Pesquisa em Recursos Genéticos as espécies animais que estavam em risco de extinção. Por conta disso, foi possível a criação de uma rede de conservação de recursos genéticos animais, envolvendo diversas instituições de pesquisas e ensino, públicas e privadas. Bancos de germoplasma constituem um recurso fácil e com grande relevância na preservação do germoplasma das espécies localmente adaptadas (24,21,25).

A tabela abaixo apresenta uma lista dos núcleos de conservação que fazem parte da Rede de Recursos Genéticos Animais, com sua respectiva localização.

Tabela 1. Núcleos de conservação in situ, instituições que os mantêm e respectiva localização.

Espécie/Raça	Unidade	Local
Bovino Pantaneiro	Embrapa Pantanal	Corumbá, MS
Bovino Curraleiro	Embrapa Meio Norte	São João do Piauí-PI
Búfalos Carabao e Baio	Embrapa Amazônia Oriental	Soure, PA
Cavalo Marajoara e Puruca	Embrapa Amazônia Oriental	Soure, PA
Cavalo Pantaneiro	Embrapa Pantanal	Corumbá, MS
Cavalo Lavradeiro	Embrapa Roraima	Boa Vista, RR
Ovino Crioulo Lanado	Embrapa Pecuária Sul	Bagé, RS

Ovino Santa Inês	Embrapa Tabuleiros Costeiros, Meio Norte, Roraima e Caprinos	Aracaju, SE; S. João do Piauí, PI; Boa Vista, RR; Sobral, CE
Ovino Bergamácia	UnB	Brasília, DF
Ovino Barriga Negra	Embrapa Roraima	Boa Vista, RR
Ovinos Morada Nova e Somalis Brasileira	Embrapa Caprinos e Ovinos	Sobral, CE
Ovinos Morada Nova e Rabo Largo	EBDA/UESB	Jequié/Pilar, BA
Caprinos Canindé e Moxotó	Embrapa Caprinos	Sobral, CE
Caprino Repartida	EBDA/UESB	Pilar, BA
Caprinos Azul e Marota	Embrapa Meio Norte	Castelo, PI
Caprino Nambi	Embrapa Meio Norte	São João do Piauí, PI
Suíno Moura	Embrapa Suínos e Aves	Concórdia, SC
Aves	Embrapa Suínos e Aves	Concórdia, SC

Fonte: Adaptado de (4).

ESTRUTURA DE UM BANCO DE GERMOPLASMA

A conservação ex situ de germoplasma engloba uma série de atividades que começam com a aquisição do material, multiplicação e regeneração desses acessos, caracterização e avaliação dos mesmos. Estas atividades devem ser documentadas para o gerenciamento do banco, troca de informação e colaboração com outros centros de recursos genéticos (26).

Os dados do germoplasma podem ser organizados manualmente, porém sistemas computadorizados oferecem inúmeras vantagens, pois, sistemas de documentação computadorizados registram a informação em bases de dados, e estão sendo cada vez mais utilizados (19).

Dentre as vantagens desses sistemas, destaca-se a possibilidade de registrar e organizar minuciosamente e sistematicamente a informação, agrupá-la e mantê-la atualizada. Também permitem localizar, recuperar rapidamente a informação e manter um volume considerável de dados. Ainda esses sistemas ocupam pouco espaço e, neles, os dados podem ser duplicados como medida de segurança (27,23).

Uma vez que os recursos destinados à ciência e tecnologia são escassos, a construção e a utilização de um banco de dados para armazenar, gerenciar e manipular informações se constituem em uma forma de aperfeiçoar o uso dos recursos tanto financeiros quanto humanos (26,28,3).

ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO

A manutenção da fauna e da flora em seu habitat natural e denominada de conservação in situ. Essa é, incontestavelmente, a melhor estratégia para a preservação da

diversidade biológica, pelo fato de permitir a continuação dos processos evolucionários naturais. Existem várias espécies que ainda não foram nomeadas nem descritas em várias partes do mundo, inclusive no Brasil. Somente a conservação *in situ* permitirá que se conhecesse mais dessas espécies para que seja possível desenvolver estratégias de conservação para elas (29).

A conservação *in situ* pode-se apresentar ineficiente em casos de populações reduzidas ou quando a maioria de indivíduos remanescentes está localizada em áreas desprotegidas. Existem grupos animais que possuem um menor número de espécies e, além disso, para garantir sua sobrevivência, necessitam de espaço – por exemplo, grandes vertebrados, sendo assim, e provável que as estratégias de conservação *ex situ* sejam a única alternativa para evitar a extinção desses animais (29).

A conservação *ex situ* diz respeito a estratégias de conservação que são efetuadas fora dos ambientes naturais (16). Para os animais, a conservação *ex situ* inclui bancos de germoplasma, zoológicos, criações em cativeiro, fazendas com criação de caca e aquários.

A conservação *in situ* e *ex situ*, quando integradas, complementam uma a outra, de forma que, quando aliados a programas de reintrodução, indivíduos de populações *ex situ* podem ser soltos em seu habitat natural, para auxiliar a conservação *in situ* (30). Há, também, a possibilidade de se desenvolver pesquisa da biologia de indivíduos viventes em cativeiro, para criação de novas ideias sobre as estratégias de conservação *in situ*.

Populações *ex situ* que se reproduzem sem maiores dificuldades possibilitam que se evite a retirada de indivíduos selvagens de seu habitat para a pesquisa ou para serem colocados como vitrine. Quando estão a mostra, esses animais em cativeiro podem ser um instrumento de conscientização sobre a importância da conservação de espécies *in situ* e *ex situ* (29).

CONCLUSÕES

O Banco de Germoplasma Animal vem cumprindo o seu papel de armazenar o material genético das raças ameaçadas de extinção. A preocupação de uma produção sustentável, as raças naturalizadas vêm, pouco a pouco, sendo reinseridas em sistemas de produção. Suas características de adaptação e resistência a parasitas e de tolerância a algumas enfermidades têm atraído um interesse cada vez maior por parte dos responsáveis por programas de melhoramento animal. E, como resultado, várias delas vêm encontrando nichos de mercado que serão fundamentais para afastá-las cada vez mais da ameaça de extinção.

REFERÊNCIAS

1. Campos LB. Isolamento, cultivo e criopreservação de folículos ovarianos pré-antrais de catetos (*Pecari tajacu linnaeus*). [tese]. Mossoró - Universidade Federal Rural do Semiárido, 2019.
2. Bezerra JAB, et al. Cryopreservation of collared peccary (*Pecari tajacu* L., 1758) epididymal sperm using extenders based on Tris and powdered coconut water (ACP®-116c). *Zygote*. 2018;26:301–307.

3. Li YH, et al. Effects of Various Extenders and Permeating Cryoprotectants on Cryopreservation of Cynomolgus Monkey (*Macaca fascicularis*) Spermatozoa. *Journal of Andrology*. 2005;26:46-54.
4. Mariante AS, et al. Criopreservação de recursos genéticos animais brasileiros. *R Brasi Repro Anim*. 2011;35:64–68.
5. Barnes SA, et al. Characterization and manipulation of reproductive cycles in the jaguar (*Panthera onca*). *Gen and Compa Endoc*. 2016;225:95–103.
6. Bernabucci U, et al. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal*. 2010;4:1167–1183.
7. Borges AA, et al. Influence of cryopreservation solution on the in vitro culture of skin tissues derived from collared peccary (*Pecari tajacu Linnaeus, 1758*). *Bio Biobank*. 2018;16:77–81.
8. Andrabi SMH, Maxwell WMC. A review on reproductive biotechnologies for conservation of endangered mammalian species. *Animal Repro Sci*. 2007;99:223–243.
9. Martins MIM, Justino RC. Criopreservação espermática em felinos: estado da arte. *R Brasi Repro Anim*. 2015;39:136–140.
10. Castelo TS, et al. Comparison among different cryoprotectants for cryopreservation of epididymal sperm from agouti (*Dasyprocta leporina*). *Cryobiology*. 2015;71:442-447.
11. Hiemstra SJ, et al. The role of biotechnology in exploring and protecting agricultural genetic resources. 4. ed. FAO;2000.
12. Moreira N. Técnicas reprodutivas para a conservação de felídeos silvestres. *R Brasi Repro Anim*. 2017;41:116–120.
13. Costa PM, Martins CF. Conservação de recursos genéticos animais através de biotécnicas de reprodução. *Uni: Ciên Saúde*. 2008;6:39–55.
14. Skidmore JA, et al. Artificial insemination in dromedary camels. *Anim Repro Sci*. 2013;136:178–186.
15. Peixoto GCX, et al. Indução do estro em cutias (*Dasyprocta leporina*) utilizando-se protocolos à base de prostaglandina isolada ou em associação com análogo de GnRH. *Arq Brasi Vet Zoo*. 2018;70:806–814.
16. Santos IRI. Criopreservação: Potencial e perspectivas para a conservação de germoplasma vegetal. *R Brasi Fisio Veg*. 2000;12:70–84.

17. Peixoto GCX. et al. Estrous Synchronization Followed by Artificial Insemination in Collared Peccaries (*Pecari tajacu*) - The First Attempt. *Anim Repro.* 2017;14:147–153.
18. Holt WV, Pickard AR. Role of reproductive technologies and genetic resource banks in animal conservation. *Rew of Repro.* 1999;4:143–150.
19. Praxedes ECG. Conservação de tecido ovariano de cutias (*Dasyprocta leporina* Lichtenstein, 1823) criadas em cativeiro no semiárido nordestino. [dissertação]. Mossoró - Universidade Federal Rural do Semiárido, 2017.
20. Destro D, Montalván R. Melhoramento genético de plantas. 3. ed. Editora UEL;1999.
21. Gastal GDA, et al. Equine ovarian tissue viability after cryopreservation and in vitro culture. *Theriogenology.* 2017;15:139–147.
22. Bernalhok FJC. et al. Uso e conservação de germoplasma. *R Cid.* 2007;3:21–28.
23. Castelo TS, et al. Interactions among different devices and electrical stimulus on the electroejaculation of captive agoutis (*Dasyprocta leporina*). *Repro Domes Anim.* 2016;50:492–496.
24. Silva MA, et al. Recovery and cryopreservation of epididymal sperm from agouti (*Dasyprocta aguti*) using powdered coconut water (ACP-109c) and Tris extenders. *Theriogenology.* 2011;76:1084–1089.
25. Maia KM, et al. Environmental factors related to a semiarid climate influence the freezability of sperm from collared peccaries (*Pecari tajacu* Linnaeus, 1758). *Bio Biobank.* 2018;16:186–190.
26. Painting KA, et al. Guidebook for genetic resources documentation. 2. ed. IPGRI;1995.
27. Scudeller VV, Martins FR. Fitogeo-um banco de dados aplicado à fitogeografia. *Acta Amaz.* 2003;33:9–21.
28. Primack RB, Rodrigues E. *Biologia da conservação.* 2. ed. Planta; 2001.
29. Nijman V. In-Situ and Ex-Situ status of the Javan Gibbon and the role of zoos in conservation of the species. *Contri Zoo.* 2006;75:123–131.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-40>

Capítulo 40

IMOBILIDADE TÔNICA: ESTRATÉGIA DEFENSIVA DOS ANIMAIS DOMÉSTICOS CONTRA POSSÍVEIS PREDADORES

Joselice da Silva Pereira¹; Cassiane Gomes dos Santos²; Joashlenny Alves de Oliveira³; Marcela Ramos Duarte²; Luccas Ociécio⁵

¹Pós-graduanda em Ciência Animal – UFPI; E-mail: josylycesylva@gmail.com,

²Pós-graduada em Zootecnia – UFVJM; E-mail: cassianezootecnia@gmail.com,

³Pós-graduada em Zootecnia – UFV; E-mail: joahsy95@gmail.com,

³Pós-graduada em Zootecnia – UESB; E-mail: marteduarte@hotmail.com,

⁴Graduando em Medicina Veterinária – UNIFEMM; E-mail: ocieciomatosluccas@gmail.com.

RESUMO: Diante da ameaça de predação e da ocorrência da seleção natural resultou-se para animais como presas, uma enorme variedade de adaptações fisiológicas, morfológicas, químicas e comportamentais para se defenderem. Existem evidências pertinentes de que a domesticação e criação animal fizeram com que houvesse perda de reação mediante o medo e/ou estresse de inúmeras espécies, levando os animais a terem “novos” comportamentos. A imobilidade tônica (IT) parece ser uma resposta defensiva utilizada como último recurso durante o ataque por animais predadores. Estudos sobre este fenômeno, realizados principalmente em mamíferos e aves verificaram que a IT é acompanhada de uma série de alterações de variáveis fisiológicas. O comportamento de IT é característico de uma grande variedade de animais. E durante estes episódios observou-se que a IT varia de espécie para espécie e, em menor grau entre indivíduos da mesma espécie. Deste modo, objetivou-se com essa revisão elucidar a imotibilidade animal, analisar seus padrões fisiológicos, características etológicas e de ativação neural.

Palavras-chave: comportamento animal; estresse; medo; resposta defensiva

INTRODUÇÃO

Para a vida dos animais selvagens a predação é uma interação essencial, tendo influência em importantes pontos da aptidão, como na reprodução, alimentação e, de modo frequente em última instância, a mortalidade [1]. Diante da ameaça de predação e com a seleção natural ocorrendo, resultou-se para a presa uma enorme variedade de adaptações fisiológicas, morfológicas, químicas e comportamentais para se defenderem [1]. Entre estas a imobilidade tônica (IT) ou conhecida também como simulação de morte é um comportamento presente em diversas espécies, onde estas apresentam como mecanismo de defesa uma resposta defensiva imóvel específica diante de uma situação de ameaça/predação, com a finalidade de salvar-se do predador [1].

Essa resposta do indivíduo foi descrita como inata e involuntária, manifestando-se uma condição reversível de intensa inibição comportamental, seguida de uma redução na

reatividade e perda parcial ou total do tônus antigravitacional [2]. A IT consta em discussões na bibliografia científica por volta de mais de um século [3], em que maior parte eram estudos observacionais e qualitativos [4] [5], que empregavam terminologias como hipnose animal [6], imobilidade ativa [7], imobilidade física [8], imobilidade dorsal [9], imobilidade reflexa [10] e tanatose [1] para elucidar este mesmo comportamento.

A IT geralmente acontece no tempo em que os indivíduos são fisicamente contidos e estes podem passar por um período relativamente imóvel que pode ocorrer de segundos a horas, mesmo após a contenção física ter sido liberada [1]. Em alguns animais, o comportamento pode abranger bradicardia, baixas taxas de respiração, olhos arregalados, protrusão da língua, entre outras características de comportamento que em sua maioria se assemelham a animais mortos [1]. Quanto à sua finalidade, a IT pode ser útil para coibir o ataque posterior de predadores, e ainda diminuir o impulso do destes em subjugar a presa [1].

Em aves, a duração de IT tem sido umas das técnicas utilizadas em vários estudos como critério para avaliar o nível de medo nos animais [11]. Este é um teste realizado conforme o tempo em que a ave permanece imóvel sem se levantar [12]. A variabilidade do período de IT pode ser por diversas causas como habilidade da ave em levantar-se durante pouco tempo como resposta ao medo, vagariedade da condução nervosa simpática, inabilidade de reação a estímulos externos, genes associados a capacidade de ficar imóvel, entre outros [13]. Além disso, indivíduos apresentando extenso período de IT são avaliados como mais passivos do que aqueles que se levantam em curto período de tempo [13].

Dependendo do nível do medo e do estresse originado, este pode estar influenciando a ocorrência de diversas enfermidades, redução da produtividade e reprodução dos animais [14]. Em exemplo nas aves, a perda de energia, diminuição no peso, redução da conversão alimentar, diminuição do tamanho do ovo, a maturidade sexual lenta e o comprometimento do sistema imune são alguns impactos negativos causados pelo medo [15]. Assim, a IT é uma das importantes ferramentas utilizadas para analisar o medo e conseqüentemente o nível de estresse animal. Deste modo, objetivou-se com essa revisão elucidar a IT em animais, analisar seus padrões fisiológicos, características etológicas e de ativação neural.

MÉTODOS

Imobilidade tônica (IT)

A IT é caracterizada por uma resposta defensiva involuntária e reflexiva encontrada em várias espécies. Ela envolve inibição motora, inibição da emissão de sons, tremor e analgesia, e sua função é a preservação do animal no ambiente.

Há muito tempo a IT vem sendo estudada em animais, como também o comportamento de reintegração social (CRS), onde estes podem ser avaliadas nas aves (ex. Codornas) individualmente e utilizadas em programas de melhoramento genético, a fim de selecionar animais com características de personalidade mais desejáveis [16]. Também, as correlações entre estas duas características encontradas por esses autores [16], revelaram que a seleção das aves com menor tempo em IT favorecia a geração de aves com maior CRS.

A codorna além de ser comercialmente considerável é bastante utilizada em estudos como animal modelo para outras aves [13]. Porém, encontram-se ainda poucos estudos sobre IT em codornas, e sua associação com características de produção e histórico

genético [13]. Um desses estudos fez a seleção ao longo de oito gerações em codornas japonesas (*Coturnix coturnix*) conforme a duração de IT (curta e longa), e, por conseguinte demonstraram que codornas com níveis elevados de IT apresentaram qualidade da carne reduzida em comparação com aquelas com pouco nível de IT, por ação de maior capacidade de retenção de água na carcaça [17]. Além disso, retrataram que dentro das gerações as herdabilidades associadas à duração de IT variaram de 0,63 a 1,69 [17].

Em aves, a IT tem sido avaliada com métodos baseados em posicionar este animal de forma individual em decúbito dorsal, colocando-a em uma estrutura de madeira no formato de “V” para, então, impulsionar o estado catatônico; e em seguida, o tempo é aferido por cronômetro [18]. Além disso, para tratar esses dados, métodos estáticos como análise de sobrevivência têm sido empregados [14].

Parâmetros comportamentais

Existem evidências que mostram a domesticação e criação de animais com resultados de perda de comportamento de inúmeras espécies, levando estes indivíduos a terem “novos” comportamentos refletidos na produção animal. Fato este de grande importância, ao mostrar que animais em tal situação têm capacidade de ter comportamento (semelhança) aproximado aos selvagens.

Em trabalho desenvolvido por [19], com codornas durante a fase de recria, as observações de agressividade [20], podem ser realizadas da seguinte forma:

- (i) comportamento agressivo (montando e bicando) e comportamento não agressivo (come, bebe, coça e ócio) são avaliados pela observação direta e contínua das aves de cada gaiola, consistindo na observação e posterior anotação desses comportamentos durante a amostragem focal por cinco minutos em cada gaiola, e sendo realizadas três observações semanais pelo período da manhã no mesmo horário do dia, durante o período do 28° ao do 35° dia de idade das aves; e
- (ii) intensidade dos ferimentos corporais e o tempo de imobilidade tônica, no período da manhã, avaliados pela presença individual dos ferimentos ou ausência de lesão nas diferentes partes do corpo (cabeça e corpo) das aves ao final do 28° ao 35° dia de idade.

Os animais ao serem colocados em locais diferentes dos que já estão habituados, sofrem uma elevação do pico de estresse, com o qual desencadeia para IT, sendo este ativado por diferentes formas: durante o manejo, transporte dos animais, etc.

Diversos fatores são conhecidos por induzir a IT através do “medo” nas aves, tais como: exposição ao novo ambiente no processo de domesticação, separação de indivíduos, presença de objetos desconhecidos, proximidade do ser humano; sendo este último considerado um componente importante de estresse [21].

Antes de se iniciar uma domesticação e/ou captura de animal, primeiramente uma análise deve ser feita, ao observar a forma comportamental destes das linhagens anteriores, para que assim não se prolongue nas gerações futuras, e prejudique a produção animal.

No processo de domesticação e seleção animal têm-se a capacidade de escolher indivíduos que possuem menores problemas com IT; automaticamente presume-se que esta

característica de interesse zootécnico seja transmitida às suas progênes, ou seja, a capacidade de viver em grupo – mesmo em cativeiro – cria a facilidade de tolerar mudanças de ambiente, ressaltando a importância da domesticação por ser uma espécie silvestre necessitando de mais cautela no sistema de criação comercial [22].

Segundo [23] [24] os mecanismos seletivos atuantes nesse processo de domesticação seriam:

- (i) seleção artificial exercida intencionalmente ou não pelo domesticador (ex.: escolha para reprodução de animais mais dóceis);
- (ii) diminuição da pressão seletiva que atua no ambiente natural (ainda que diminuída, esta pressão pode atuar em determinados hábitos, como o comportamento reprodutivo); e
- (iii) endocruzamentos e a restrição de trocas gênicas entre populações que favorecem uma ou poucas características (diminuição da variabilidade genética da população).

Os padrões comportamentais estão associados: (i) corte (movimentos ritualizados realizados prévios à cópula); (ii) cópula; (iii) nascimento; (iv) cuidado materno; e (v) tentativas de amamentação do filhote recém-nascido. Estes padrões de reação (comportamento) têm sido abandonados pela domesticação e restringidos, e/ou modificados pelas condições impostas de acordo com as necessidades do manejo zootécnico: (a) confinamento (piquetes, currais, baias ou gaiolas); (b) segregação sexual; (c) coberturas controladas; (d) partos por cesariana; (e) desmama forçada; (f) proximidade imposta com outros indivíduos (animais, humanos e cães) e equipamentos da propriedade, etc. [25].

Padrões fisiológicos

A IT parece ser uma resposta defensiva utilizada como último recurso durante o ataque de predadores. Estudos sobre este fenômeno, realizados principalmente em mamíferos (roedores e lagomorfos) e aves (galiformes) verificaram que a IT é acompanhada de uma série de alterações de variáveis fisiológicas como pressão arterial, frequência cardíaca, temperatura e de níveis plasmáticos de glicocorticóides comparáveis àquelas observadas em outras reações defensivas [26].

A imobilidade corporal – promovida por mecanismos neurais ativos que suspendem a emissão de atividade motora dos músculos esqueléticos – é uma manifestação comportamental compartilhada por inúmeras espécies animais. Assim, é possível observá-la durante o sono da maioria das espécies, nos filhotes de mamíferos quando suspensos pela pele dorsal do pescoço pelas mães que os transportam seguros nos dentes, em predadores durante a espreita para emboscar uma presa, em vários animais em situações de alerta ou medo, em animais que mimetizam elementos inanimados do ambiente e em outras situações mais específicas, tal como nas fêmeas de muitas espécies durante a cópula [27].

Vários mecanismos fisiológicos diferentes podem estar envolvidos no controle de IT. Em vertebrados, taxas respiratórias reduzidas, bradicardia, salivação, defecação e

micção são comuns durante a IT e são consistentes com a mediação pelo sistema nervoso parassimpático [28].

O papel da serotonina pode ser complexo, atenuando ou aumentando o IT, dependendo da espécie, da dose e do local de ação. Além disso, foi descoberto que o fator liberador de corticotropina (CRF) do hormônio do estresse, aumenta a duração de IT quando injetado na amígdala do cérebro, uma região importante para regular o estado emocional, neuroquímicos que afetam o estado motivacional também afetam a IT.

Para a coleta de dados filogenéticos sobre as respostas de IT uma das alternativas é analisar se a indução de um perfil de resposta influencia a expressão de outro [28]. De fato, se dois tipos de respostas têm a mesma origem filogenética, eles são baseados em um mecanismo nuclear comum. Em tais casos, é possível a alteração de uma resposta pela manifestação prévia da outra, tal como ocorre na emissão de tremores em função da exposição anterior de atividade motora voluntária em dias de frio [27].

A IT pode ser induzida pelo manuseio e restringindo manualmente os movimentos de um animal. Isso levou a algumas observações detalhadas em uma série de espécies de vertebrados, incluindo mamíferos, peixes e pássaros [1].

A fisiologia de IT também foi relativamente bem estudada em pássaros, talvez mais prolificamente em aves domésticas (*Gallus gallus domesticus*) [11]. Recentemente, um estudo com pombos (*Columba livia*) começou a descobrir o circuito mesencefálico envolvido no controle de IT em aves.

As consequências da indução de IT na distribuição e densidade da marcação c-Fos (que serve como um marcador para a atividade neural) em regiões específicas do cérebro de pombos. Foi descoberto que a indução de respostas IT, aumentou a expressão do gene c-Fos no ICo (núcleo intercolicular adjacente) do complexo do cérebro de pombo, sugerindo que os neurônios ICo podem ser importantes para a expressão de IT. Curiosamente, [29] sugerem que a semelhança funcional entre os circuitos mesencefálicos de pássaros e mamíferos que medeiam o medo e os comportamentos defensivos, pode significar que eles são substancialmente conservados em espécies amniotas, como uma resposta a estímulos ameaçadores inevitáveis.

Características etológicas

Na natureza são selecionadas estratégias que permitem aos animais enfrentarem os desafios ambientais. Essas estratégias ou padrões de resposta apresentam duas formas distintas: (i) refere-se a uma resposta ativa, caracterizada pelo controle territorial e agressão [30]; e (ii) tem como característica a imobilidade e baixos níveis de agressão [31].

A duração do episódio de IT varia de espécie para espécie; e em menor grau, entre indivíduos da mesma espécie. Pela grande variedade de situações, espécies e posturas (aves) incluídas, foi criado o termo respostas de imobilidade para designar o conjunto de expressões observadas em IT, também conhecida como “morte simulada” ou tanatose. Essas respostas podem ser induzidas em laboratório pela inversão e breve contenção postural de animais, onde muitos autores a denominam de “hipnose animal”, em que estas manipulações experimentais são facilitadas ou acentuadas por drogas ansiogênicas, e reduzidas por certas manobras e drogas ansiolíticas [32].

A IT é promovida por mecanismos neurais ativos que atuam inibitoriamente sobre neurônios motores no sistema nervoso segmentar. O resultado dessa ação é um decréscimo na atividade corporal do animal, podendo ocorrer posturas bizarras, redução

das respostas a estímulos externos e ausência de reflexos, embora o animal mantenha o grau de vigilância adequado para o monitoramento ambiental [33].

A duração do comportamento de IT tem sido utilizada como parâmetro de mensuração do índice de estresse animal. O comportamento desta imobilidade é uma resposta defensiva inata, exibida pela presa quando o contato físico com o predador é prolongado e a situação inescapável, caracterizado por profunda inibição motora emitida em situação de medo intenso [34].

Estudos comparativos do comportamento de aves selvagens e domésticas em ambientes controladas pelo homem mostram que apesar de ocorrer mudança na frequência e na intensidade dos mesmos, as aves não confinadas mantêm comportamentos mais próximos aos naturais [35].

Para as codornas da espécie *Coturnix coturnix*, quando machos e fêmeas se separam, ocorre grande intensidade de chamados pelo macho em combinação com um rápido retorno da fêmea, claramente sugerindo uma “vigilância” do casal [36]. A produção de ovos férteis depende primeiramente da expressão do comportamento sexual, o qual envolve processos de escolha do parceiro, e ainda está relacionada primeiramente ao comportamento reprodutivo apresentado pela espécie [37].

Os sistemas de acasalamento refletem a competitividade por recursos, tais como: distribuição de alimentos, locais de reprodução e parceiros em potencial. E estes afetam diretamente os indivíduos dos dois sexos; e alguns tipos desta distribuição (recurso) dão a um dos sexos a oportunidade de possuir múltiplos acasalamentos [38].

Entendemos que a criação em cativeiro depende dos índices de reprodução alcançada; e reconhecer como os animais com diferentes tempos de permanência em IT se comportam durante este período reprodutivo, auxiliando na tomada de futuras decisões [37].

O comportamento semelhante de IT entre machos e fêmeas dentro de cada linhagem e em cada idade difere de alguns estudos reportados na literatura. Em frangos de corte com oito semanas de idade, o período em IT foi mais curto em machos do que em fêmeas [39].

O medo é uma fonte de estresse relacionado a doenças e a baixa produtividade em animais de produção em cativeiro. Dentre as consequências negativas do medo em aves, destacam-se: desperdício de energia, perda de peso, baixa conversão alimentar, redução do tamanho do ovo, maturidade sexual tardia e comprometimento do sistema imunológico [40].

Em trabalho desenvolvido por [12], o método de análise de sobrevivência de Kaplan-Meier via teste Log-Rank (método não-paramétrico) mostrou-se adequado na identificação dos fatores que afetam o tempo em IT associado ao comportamento de medo na fase de crescimento de codornas de corte.

CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta a IT como um comportamento complexo, que possui características presentes em diferentes animais, estes em diferentes formas de confinamento ou domesticação.

As informações aqui contidas são subsídios para aperfeiçoamento de processos centrais do comportamento de indivíduos voltados à produção animal.

REFERÊNCIAS

1. Humphreys RK, Ruxton GD. A review of thanatosis (death feigning) as an anti-predator behaviour. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 2018;72:1–16.
2. Gallup GG, Rager DR. Tonic immobility as a model of extreme states of behavioral inhibition. In: *Motor activity and movement disorders*. Totowa, NJ: Humana Press; 1996.
3. Fabre JH. *Souvenirs entomologiques*. 7eme Série. Paris: Delagrave; 1900.
4. Edmunds M. *Defence in animals: a survey of anti-predator defences*. Longman Publishing Group; 1974.
5. Ruxton GD, Allen WL, Sherratt TN, Speed MP. *Avoiding attack: the evolutionary ecology of crypsis, warning signals and mimicry*. Oxford University Press; 2019.
6. Liberson WT. Prolonged hypnotic states with "local signs" induced in guinea pigs. *Science*. 1948;108:40–41.
7. Klemm WR. Drug effects on active immobility responses: what they tell us about neurotransmitter systems and motor functions. *Prog. Neurobiol.* 1989;32:403–422.
8. Klemm WR. Identity of sensory and motor systems that are critical to the immobility reflex ("animal hypnosis"). *J. Neurosci. Res.* 1976;2:57–69.
9. Rovee CK, Luciano DP. Rearing influences on tonic immobility in three-day-old chicks (*Gallus gallus*). *J. Comp. Physiol. Psychol.* 1973;83:351.
10. McGraw CP, Klemm WR. Mechanisms of the immobility reflex ("animal hypnosis"): III. Neocortical inhibition in rats. *Commun. Behav. Biol.* 1969;3:53–59.
11. Jones RB. Fear, adaptability in poultry: insights, implications and imperatives. *World's Poult. Sci. J.* 1996; 52:131–174.
12. Campo JL, Dávila SG. Effect of photoperiod on heterophil to lymphocyte ratio and tonic immobility duration of chickens. *Poult. Sci.* 2002;81:1637–1639.
13. Nariç D, Genç BA. Genetic parameter estimates of fear, growth, and carcass characteristics in Japanese quail. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 2021;45:272–280.
14. Caetano GC, Silva FF, Silva LP, Paula C, Silva HT, Paiva JT, et al. Avaliação da imobilidade tônica em codornas de corte via análise de sobrevivência. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2018;70:1009–1012.
15. Jones RB, Hocking PM. Genetic selection for poultry behaviour: big bad wolf or friend in need? *Anim. Welf.* 1999;8:343–359.

16. Ghareeb K, Awad WA, Niebuhr K, Böhm J, Troxler J. Individual differences in fear and social reinstatement behavior in laying hens. *Int. J. Poult. Sci.* 2018;7:843 – 851.
17. Mills AD, Faure J-M. Divergent selection for duration of tonic immobility and social reinstatement behavior in Japanese quail (*Coturnix coturnix Japonica*) chicks. *J. Comp. Psychol.* 1991;105:25–38.
18. Jones RB, Faure JM. Tonic immobility (righting time) in laying hens housed in cages and pens. *Appl. Anim. Ethol.* 1981;1:369–372.
19. Marques, RH, Gravena, RA, Silva, JDT, Hada, FH, Silva, VK, Malheiros, RD et al. Inclusão da camomila no desempenho, comportamento e estresse em codornas durante a fase de recria. *Ciência Rural.* 2010;40:415–420.
20. Savory CJ, Mann JS, MacLeod MG. Incidence of pecking damage in growing bantams in relation to food form, group size, stocking density, dietary tryptophan concentration and dietary protein source. *Br. Poult. Sci.* 1999;40:79–584.
21. Jones RB, Beuving G, Blokhuis JH. Tonic immobility and the heterophil/lymphocyte responses of the domestic fowl to corticosterone infusion. *Physiol. Behav.* 1988;42:249–253.
22. Madella-Oliveira AF, Quirino CR, Ruiz-Miranda CR, Fonseca FA. O processo de domesticação no comportamento dos animais de produção. *Pubvet.* 2011;31:178–1204.
23. Price EO. Behaviour aspects of animal domestication. *Rev. Biol.* 1984;59:1–32.
24. Price EO. Behavioral development in animals undergoing domestication. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 1999;65:245–271.
25. Hafez ESE, Hafez B. Ciclos reprodutivos. In: Hafez, ESE; Hafez, B (eds.). *Reprodução Animal*, 7. ed. Barueri, SP: Ed. Manole; 2004.
26. Melleu FF. A Imobilidade Tônica em Pombos (*Columba Livia*): Aspectos etológicos, fisiológicos e neuroanatômicos de uma resposta defensiva a uma ameaça inescapável [tese]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2016.
27. Michelan CM, Michelan LD, Paula HMG, Katsumasa, H. Imobilidade tônica e imobilidade do nado forçado em cobaias. *Rev. Etol.* 2006;8:89–95.
28. Rogers SM, Simpson SJ. Thanatosis. *Curr. Biol.* 2014;24:R1031–R1033.
29. Melleu FF, Lino-de-Oliveira C, Marino-Neto J. The mesencephalic GCT–ICo complex and tonic immobility in pigeons (*Columba livia*): a c-Fos study. *Brain Struct. Funct.* 2017;222:1253–1265.
30. Cannon WB. Bodily changes in pain, hunger, fear and rage: An account of recent

- researches into the function of emotional excitement. 2. ed. New York: D. Appleton & Co; 1929.
31. Engel GL, Schmale AH. Retirada da conservação: um processo regulatório primário para a homeostase orgânica. *Ciba Pound Symp.* 1972;8:57–75.
 32. Cortez CM, Silva D. Hipnose, imobilidade tônica e eletroencefalograma. *J. Bras. Psiquiatr.* 2013;62:285–296.
 33. Klemm WR. Cholinergic-dopaminergic interactions in experimental catalepsy. *Psychopharm.* 1983;81:24–27.
 34. Vieira EB, Menescal-de-Oliveira L, Leite-Panissi CRA. Functional mapping of the periaqueductal gray matter involved in organizing tonic immobility behavior in guinea pigs. *Behav. Brain Res.* 2011;216:94–99.
 35. Craig JV. Measuring social behavior in poultry. *Poult. Sci.* 1992;71:650–657.
 36. Rodrigues-Teixeira JD, Puigserver M, Gallego S, Cordero PJ, Parkin DT. Pair bonding and multiple paternity in the polygamous Common Quail *Coturnix coturnix*. *Ethol.* 2003;109:291–302.
 37. Alves M. Comportamento de casais *Rhynchotus rufescens* em cativeiro: Relação com imobilidade tônica e eficiência reprodutiva [dissertação]. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária da UNESP; 2012.
 38. Oring L. Avian mating systems. In: Farner DS, King JR, Parkes KC (eds.). *Avian Biol. Res.* 1982;26:1–92.
 39. Akpa GN, Koffi KA, Hassan MR, Kabir M, Duru S, Yashim SM. Effects of feed type, sex and plumage condition on tonic immobility and blood parameters in broilers. *Int. J. Poult. Sci.* 2007;6:218–222.
 40. Jones R, Hocking P. Genetic selection for poultry behaviour: big bad wolf or friend in need? *Anim. Welf.* 1999;8:343–359.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-41>

Capítulo 41

MELHORAMENTO GENÉTICO DE PEIXES NO BRASIL: UMA REVISÃO

Diana Carla Fernandes Oliveira¹; Pedro Massahiro de Matos Murata²; Francielly Corrêa Albergaria³; Jeferson Gomes Clementino⁴; Anderson Henrique Venâncio⁵; Maria Emília de Sousa Gomes⁶; Rilke Tadeu Fonseca de Freitas⁷

¹Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia- UFLA; E-mail: diana_zootecnista@yahoo.com.br; ²Graduando em Zootecnia-UFLA; E-mail: pmassahiro@gmail.com; ³Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos-UFLA; E-mail: franalbergaria@hotmail.com; ⁴Graduando em Zootecnia-UFLA; E-mail: jeferson.clementino1@estudante.ufla.br; ⁵Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos-UFLA; E-mail: anderson123dfgh21@gmail.com; ⁶Docente/pesquisadora do Departamento de Ciência dos Alimentos-UFLA; E-mail: maria.emilia@dca.ufla.br; ⁷Docente/pesquisador do Departamento de Zootecnia – UFLA; E-mail: rilke@ufla.br.

RESUMO: O aumento da demanda mundial por carne de peixe implica em melhoramento de novas espécies para atender ao crescente mercado. Brasil possui um grande potencial para o desenvolvimento do setor aquícola, por apresentar condições favoráveis, tais como clima favorável e água em grande quantidade, favorecendo assim, o crescimento da aquicultura no país. Entretanto, poucos animais explorados comercialmente são geneticamente melhorados. Para contribuir com este crescimento da demanda por peixes, os programas de melhoramento genético de peixes tornam-se uma alternativa para melhorar a produtividade. Programas de melhoramento eficientes podem contribuir consideravelmente para o desenvolvimento da piscicultura por reduzir os custos de produção, melhorar a resistência dos organismos cultivados a doenças, melhorar o aproveitamento alimentar e a qualidade dos produtos. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão de programas de melhoramento genético de tilápia e espécies nativas no Brasil.

Palavras-chave: espécies aquícolas, piscicultura

INTRODUÇÃO

A aquicultura é um dos setores de produção de proteína animal que mais cresce em relação a outros setores do mesmo segmento (1). A importância da carne de peixe para alimentação humana tem transformado a piscicultura em uma fonte essencial de alimento, além de aliviar a pressão de captura sobre os estoques naturais de algumas espécies (2). O Brasil possui um enorme potencial de desenvolvimento para a aquicultura pelas condições naturais, clima favorável e pela grande biodiversidade de espécies com potencial zootécnico (3), além de dispor de aproximadamente 13% da água doce mundial (4).

A Piscicultura brasileira produziu 802.930 toneladas de peixes de cultivo em 2019, esse resultado é 5,93% superior ao de 2019 (758.006 t) (5). A Tilápia é a espécie

mais importante dentre os peixes cultivados no Brasil, sendo a segunda espécie mais produzida no mundo. Representa 60,6% da piscicultura nacional, com produção de 486.155 toneladas em 2020, garantindo ao país a 4ª posição mundial na produção da espécie. A segunda posição é ocupada por uma espécie nativa, o tambaqui, a produção de peixes nativos corresponde a 34,7% da produção nacional (5).

Em peixes, devido à alta eficiência reprodutiva, é possível atender a altas demandas de produção a partir de um número pequeno de reprodutores geneticamente superiores (6). Os primeiros programas de melhoramento genético voltados para espécies aquícolas iniciaram-se na década de 1970 com salmão e truta (7). Os altos valores de herdabilidade, para as características de importância econômica, combinados à grande fecundidade e ao curto intervalo de gerações (7), permitem ganhos genéticos de 10 a 20% por geração na taxa de crescimento. Apesar do alto potencial de ganho genético das espécies aquícolas, o melhoramento genético de peixes tem progredido pouco (8), e a maioria dos peixes cultivados no Brasil não são melhorados geneticamente.

No aspecto do melhoramento genético de espécies tropicais de peixes, os programas de tilápias e carpas são considerados referência (4). No Brasil poucos programas de melhoramento genético têm sido executados para tilápia em instituições públicas e privadas (4,8). Segundo Oliveira et al. (2012) (8), os programas de melhoramento genético de peixes são relevantes para atender a demanda do setor produtivo pesqueiro por animais com maior rendimento e padronização, capazes de promover um maior retorno econômico para a atividade. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo reunir estudos sobre os programas de melhoramento genético de tilápia e espécies nativas no Brasil.

PROGRAMAS DE MELHORAMENTO GENÉTICO DE TILÁPIA

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma espécie originária das regiões tropicais e subtropicais da África (10). No Brasil, é o peixe de água doce mais cultivado em sistemas de aquicultura (11). Essa espécie destaca-se por apresentar características favoráveis e por possuir pacotes tecnológicos bem desenvolvidos, se tornam a segunda espécie mais produzida no mundo. Dentre essas características favoráveis destaca-se: crescimento rápido, rusticidade, tempo de geração relativamente curto (aproximadamente seis meses), resistência a doenças, superpovoamento, baixos níveis de oxigênio dissolvido e apresentam ampla faixa de variação de temperatura. Com relação às características da carne, apresenta uma carne saborosa, firme, sem odor desagradável, baixo teor de gordura e ausência de espinhos intramusculares em forma de “Y” (mioceptos) (12), o que favorece a grande aceitação da espécie pelo mercado consumidor (13).

Apesar da tilápia do Nilo ser utilizada na produção aquícola brasileira há várias décadas, não existiam, até recentemente, programas de melhoramento genético baseados na informação individualizada e no uso de avaliação genética com base em metodologias estatísticas já aplicadas a outras espécies (4). Contudo, em março de 2005, com a importação da linhagem GIFT (*Genetically improved farmed tilapias*), cerca de 600 alevinos vindos da Malásia através de um convênio entre a Universidade Estadual de Maringá (UEM, no estado do Paraná) e a *WorldFish Center* deu-se início ao primeiro programa de melhoramento genético da tilápia do Nilo. Com esta importação, o Brasil se tornou o primeiro país da América Latina a adquirir tilápias provenientes de programas de melhoramento genético (14,15,16).

O estabelecimento deste núcleo de melhoramento permitiu a realização de estudos para a avaliação genética, com utilização de métodos quantitativos com controle individual de pedigree e seleção, sob as condições ambientais do país (11,17). Desde então, ganhos genéticos contínuos, bem como ganhos nos setores produtivos veem sendo observados em animais melhorados no Brasil.

Os programas de melhoramento têm como foco aumentar a taxa de crescimento obtida a partir da medida do ganho médio diário (4). Entretanto, outras características estão sendo coletadas para melhorar o número de informações dos peixes, como, medidas corporais (largura, largura caudal, altura, altura caudal, comprimento de cabeça, padrão e total) (Figura 1) e mortalidade à idade comercial (4,6,8).

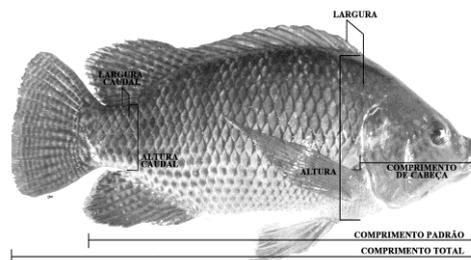


Figura 1- Medidas corporais utilizadas no programa de melhoramento genético de tilápias do Nilo da Universidade Estadual de Maringá (UEM)
 Fonte: Adaptado de Marengoni et al. (2012) (8)

Dado a importância da tilápia para produção de peixes de água doce no Brasil, o programa de avaliação genética desta espécie foi incluído no projeto “Melhoramento de espécies aquícolas no Brasil”, componente da Rede Aquabrazil – Bases tecnológicas para o desenvolvimento sustentável da aquicultura no Brasil, que tem o intuito de promover o melhoramento genético de organismos aquáticos e disseminar animais geneticamente superiores para os produtores. Além desta iniciativa existem outras instituições que realizam programas de melhoramento genético de tilápia, como a Empresa Aquaporto. Na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), sob coordenação do professor Eduardo Turra, existe um programa de seleção para tilápias criadas em sistemas de bioflocos.

MELHORAMENTO GENÉTICO DE ESPÉCIES NATIVAS

Os programas de melhoramento genético de peixes nativos encontram-se em fase de implantação. O Brasil possui uma fauna piscícola riquíssima, com espécies com potencial para produção de proteína animal de excelente qualidade, porém poucas espécies são exploradas comercialmente (19). Entretanto, a escolha de uma espécie de peixe para implantação de um programa de melhoramento genético é dependente de alguns requisitos, tais como: o domínio das técnicas de produção e reprodução; da adequação às condições específicas de produção e ambiente, e da demanda do mercado consumidor (2). O atendimento destes “pré-requisitos” indica que tais espécies apresentam potencial para implantação e estruturação de uma cadeia produtiva específica e conseqüentemente o estabelecimento de um programa de melhoramento genético (4).

Atualmente existem dois programas de melhoramento genético de espécies nativas: um para o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e outro para o cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*), nas Regiões Norte e Centro-Oeste do país (8), os quais veem sendo implantados a partir de um esforço conjunto de várias instituições privadas e públicas.

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) (Figura 2) pertencente à classe Actinopterygii, ordem Characiformes e família Characidae, ocorre naturalmente nas bacias do rio Amazonas e Orinoco (20, 21). É a principal espécie nativa cultivada no Brasil (23). Dentre as principais razões que justificam o cultivo crescente da espécie, destacam-se a facilidade de obtenção de juvenis, bom potencial de crescimento, grande aceitação pelo mercado consumidor, hábito alimentar onívoro, planctóforo, rusticidade, resistência a enfermidades e aos baixos níveis de oxigênio dissolvido (20,24,25). Essa espécie tem, como maior restrição à criação, a temperatura, pois cresce muito lentamente em temperaturas abaixo de 22° C e pode morrer quando abaixo de 16° C (26). O aumento da produtividade do tambaqui vem sendo explorado através da heterose pelo cruzamento da fêmea do tambaqui com o macho do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), resultando no híbrido tambacu; e com macho da pirapitinga (*Piaractus brachypomus*), resultando no híbrido tambatinga.



Figura 2- Ilustração de exemplar adulto de peixe amazônico da espécie *Colossoma macropomum*, popularmente conhecida como tambaqui
Fonte: Santos et al. (2009) (27)

Em decorrência do crescente interesse pelo tambaqui, embora ainda em menor escala em comparação a outras espécies, pesquisas em diversas áreas têm sido conduzidas, incluindo análises genéticas (28); investigações fisiológicas (29); estudos de manejo (30,31); trabalhos nas áreas de parasitologia e de reprodução (32,33,34). Estes estudos, são de grande importância, pois através deles compreende-se melhor a espécie e atende-se alguns pré-requisitos para a instalação e continuação de programas de melhoramento.

Pseudoplatystoma reticulatum ou cachara (Figura 3), como é popularmente denominado, possui uma grande aceitação em âmbito regional, sendo sua produção potencializada principalmente na região Centro-Oeste do Brasil (35). É um peixe que têm um alto valor comercial, considerado produto nobre por apresentar carne saborosa, com baixo teor de gordura e ausência de espinhas intramusculares (36), além, de apresenta ainda alta taxa de crescimento e boa conversão alimentar.



Figura 3- Cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*)
Fonte: Buckup et al. (2007) (37)

Esta espécie, vem sendo amplamente utilizado para a produção artificial do surubim híbrido (*P. reticulatum* fêmea x *P. corruscans* macho) que, por sua vez, está entre os principais peixes cultivados em escala industrial na região Centro-Oeste brasileira (29).

O cachara é um dos principais animais utilizados na hibridação que resultam numa produção de surubins em todas as regiões em que ele é cultivado (34). A necessidade de se implantar programas de melhoramento genético desta espécie possui caráter inédito e de suma importância para que se tenham animais disponíveis com variabilidade genética, condizente com o intuito de reduzir a endogamia nas populações ou em grupos de animais cultivados ao máximo (38).

No entanto, o cruzamento indiscriminado com desenvolvimento de híbridos interespecífico para obter ganhos a partir da heterose sem nenhuma informação acerca de retrocruzamento, ou seja, o cruzamento de uma geração parental com gerações posteriores continua ainda a ser um gargalo na produção de surubins em todas as regiões produtoras (39). Vários pesquisadores preocupam-se com o escape destes animais das pisciculturas para o meio ambiente e que venham aumentar a endogamia nas populações naturais (40).

Com o intuito de promover um salto tecnológico na aquicultura brasileira, o melhoramento de peixes nativos está sendo implantado a partir de um esforço conjunto de várias instituições privadas e públicas. Em princípio, as ações são referentes ao projeto “Melhoramento de espécies aquícolas no Brasil”, componente da Rede Aquabrazil – Bases tecnológicas para o desenvolvimento sustentável da aquicultura no Brasil (41), resultados de parcerias entre a EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, diversas universidades e empresas privadas (42).

A seleção inicial dos animais ocorreu em função dos valores genéticos aditivos para taxa de crescimento, medida a partir do ganho médio diário e peso à despesca (6,8,4), seguindo os mesmos procedimentos da proposta de melhoramento genético de tilápias. O núcleo de seleção para o tambaqui foi composto inicialmente por 64 famílias de animais provenientes de quatro estados (Mato Grosso, Rondônia, Tocantins e Amazonas). Na estação reprodutiva de 2009-2010 foram organizadas 45 famílias, e foi possível estimar os parâmetros genéticos de 198 animais (cerca de 10 famílias), para características de interesse econômico, peso e comprimento corporal (43). A seleção foi realizada dentro da família, utilizando os animais de maiores valores genéticos, e obteve-se um ganho genético superior a 6% (valor genético médio dos animais foi de 0,31 g/dia). Na estação reprodutiva de 2011-2012, foram realizados acasalamentos de animais selecionados a partir de seus valores genéticos aditivos para a característica ganho de peso diário. Consequentemente, os alevinos provenientes desses acasalamentos eram filhos de animais geneticamente avaliados e superiores para taxa de crescimento (4,8).

O núcleo de seleção do melhoramento de cacharas localizava-se no Mato Grosso, com cerca de 40 famílias da primeira geração, e com avaliação da segunda geração referente ao cultivo de 2013-2014. No núcleo satélite, ainda no cultivo de 2013-2014, foram formadas aproximadamente 17 famílias, que foram avaliadas com base em seus dados biométricos de ganho de peso (8,44). Os programas foram encerrados, porém novas atividades continuam sendo realizadas em relação ao estabelecimento de programas de melhoramento para espécies nativas, em especial, para o tambaqui.

CONCLUSÕES

O melhoramento genético de peixes no Brasil apresenta-se em fase inicial, com a implantação de programas e primeiros resultados. Dessa forma, são necessários esforços

para estimular a formação de recursos humanos capazes de conduzir programas de melhoramento genético e investimentos no desenvolvimento de infraestruturas capazes de produzir, reproduzir e distribuir material genético melhorado. A dificuldade de se implementar programas de peixes com genética de alta qualidade requer um somatório de fatores que exigem esforços em conjunto de instituições de ensino, produtores, pesquisadores, órgãos de fomento entre outros. Assim sendo, demonstra-se a necessidade de implantação ou continuidade dos programas pré-estabelecidos de melhoramento genético em espécies nativas. É importante também que as cadeias produtivas se organizem para que sejam distribuídos, rapidamente, os animais geneticamente superiores do núcleo de seleção para os produtores, trazendo os progressos genéticos para mais perto do produtor e consumidor.

REFERÊNCIAS

1. Li Y, Ponzoni RW. Some aspects of design and analysis of selection programmes in aquaculture species. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 2015; 132:169–175.
2. Hilsdorf AW, Orfão LH. Aspectos gerais do melhoramento genético em peixes no Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2011; 40:317-324.
3. Rocha CMC, Resende EK, Routledge EAB, Lundstedt LM. Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aquicultura brasileira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 2013; 48:4-6.
4. Resende EK, DE Oliveira CAL, Legat A P, Ribeiro RP. Melhoramento animal no Brasil: uma visão crítica espécies aquáticas. In *Embrapa Meio-Norte-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 8., 2010, Maringá. Melhoramento animal no Brasil: uma visão crítica: palestras. Maringá: SBMA, 2010.
5. PeixeBR, Associação Brasileira de Piscicultura. 2021. Anuário PeixeBR da piscicultura 2021.
6. Oliveira, C. A. L.; Resende, K. E.; Legat, A. P.; Ribeiro, R. P. *Melhoramento genético de peixes no Brasil: Situação atual e perspectivas*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 20., 2010. Palmas – TO. Resumos... Palmas: XX Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2010.
7. Gjedrem T. Genetic improvement for the development of eficiente global aquaculture: a personal opinion review. *Aquaculture*. 2012; 344:12-22.
8. Oliveira CAL, Ribeiro RP, Streit JRDP, Povh JA, Rsende EK. Melhoramento genético de peixes. Uma realidade para a piscicultura brasileira. *Panorama da Aquicultura*. 2012; 22:38-47.

9. Oliveira CAL, Yoshida GM, Oliveira SN, Kunita NM, Santos AI, Alexandre Filho L, Ribeiro RP. Avaliação genética de tilápias do Nilo durante cinco anos de seleção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2015; 50:871-877.
10. Charo-Karisa H, Reskzk MA, Bevenhuis H, Komen H. Heritability of cold tolerance in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* juveniles. *Aquaculture*. 2005; 249:115-129.
11. Santos AI, Ribeiro RP, Vargas L, Mora F, Alexandre Filho L, Fornari DC, Oliveira SN. Bayesian genetic parameters for body weight and survival of Nile tilapia farmed in Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2011; 46:33-43.
12. Boscolo WR, Signor AA, Coldebella A, Bueno GW & Feiden, A. Rações orgânicas suplementadas com farinha de resíduos de peixe para juvenis da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Ciência Agronômica*. 2010; 41:686-692.
13. Khaw HL, Ponzoni RW, Hamzah A, Abu-bakar KR, Bijma, P. Genotype by production environment interaction in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*. 2012; 326-329:53-60.
14. Massago H, Castagnolli N, Malheiros B, Koberstein TCRD, Santos MA, Ribeiro RP. Crescimento de quatro linhagens de tilápia *Oreochromis niloticus*. *Revista Acadêmica Ciência Animal*. 2010; 8:397-403.
15. Lupchinski Júnior E, Vargas L, Povh JA, Ribeiro R P, Mangolin CA, Barrero ML. Avaliação da variabilidade das gerações G0 e F1 da linhagem GIFT de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por RAPD. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. 2008; 30:233- 240.
16. Ponzoni RW, Khaw HL, Nguyen NH, Hamzah, A. Inbreeding and effective population size in the Malaysian nucleus of the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*. 2010; 302:42-48.
17. Oliveira G. Melhoramento genético de peixes (piscicultura) BR. *Agron*, 20 ago. 2016. Disponível em: <<http://www.agron.com.br/publicacoes/informacoes/artigos-tecnicos/2016/08/20/050047/melhoramento-genetico-de-peixes-piscicultura-br.html>>. Acesso em: 7/7/2021.
18. Marengoni NG, Machado LMC, De Oliveira CAL, Yoshida GM, Kunita NM & Ribeiro RP. Morphological traits and growth performance of monosex male tilapia GIFT strain and Saint Peter®. *Semina: Ciências Agrárias*. 2015; 36:3399-3409.
19. Godinho HP. Estratégias reprodutivas de peixes aplicadas à aqüicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*. 2007; 31:351-360.

20. Gomes LC, Simões LN, Araújo-lima CARM. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: Baldisserotto, B. e Gomes, L.C. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. 2ª ed. Santa Maria: Editora UFSM. 2010; 175-193.
21. Jacometo CB, Barrero, NML, Rodriguez-Rodriguez MDP, Gomes PC, Povh JA, Streit Junior, DP, Vargas L, Resende EK, Ribeiro RP. Variabilidade genética em tambaquís (Teleostei: Characidae) de diferentes regiões do Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 2010; 45:481-487.
22. Rodrigues APO. Nutrição e alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*). Bol. Inst. Pesca. 2014; 40:135 – 145.
23. Araújo-Lima CARM, Gomes LDEC. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PISCICULTURA. Anuário PeixeBr da Piscicultura. Disponível em : <https://www.peixebr.com.br/Acesso> em: 30 de jun/2021, 2018.
24. Lopera-Barrero NM, Ribeiro RP, Povh JA, Mendez LV, Povedaparra AR. Produção de organismos aquáticos: uma visão geral no Brasil e no mundo. Guaíba: Agrolivros, 320 p., 2011.
25. Ranzani-Paiva MJT, Salles FA, Eiras JC, Eiras AC, Ishikawa CM, Alexandrino AC. Análises hematológicas de curimatá (*prochilodus scrofa*), pacu (*piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*colossoma macropomum*) das estações de piscicultura do instituto de pesca, estado de São Paulo. Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, 25 (único): 77 - 83, 1998/1999
26. Santos GM, Ferreira, EJG, Zuanon JAS. Peixes comerciais de Manaus. 2. ed. Editora do INPA, Manaus. 2009;144.
27. Ribeiro LB, Moraes-Neto A, Artoni RF, Matoso DA, Feldberg E. Chromosomal Mapping of Repetitive Sequences (Rex3, Rex6, and rDNA Genes) in Hybrids Between *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) and *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). Zebrafish. 2017; 14:155-160.
28. Ishikawa MM, Pádua SB, Ventura AS, Capecci RS, Vendruscolo AB, Carrijo-Mauad JR. Infestação por Ictio em surubim híbrido durante a fase inicial de criação. Embrapa Agropecuária Oeste. 2011; 5.
29. Silva CR, Gomes LC, Brandão FR. Effect of feeding rate and frequency on tambaqui (*Colossoma macropomum*) growth, production and feeding costs during the first growth phase in cages. Aquaculture. 2007; 264:135-139.
30. Gomes LC, Silva CR. Impact of Pound management on tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier), production during growth-out phase. Aquaculture Research. 2009; 40:825-832.

31. Santos EF, Tavares-dias M, Pinheiro DA, Rigôr Neves L, Marinho RGB, Reis Dias MK. Parasitic fauna of tambaqui *Colossoma macropomum* (Characidae) farmed in cages in the State of Amapá, eastern Amazon. *Acta Amazonica*. 2013; 43.
32. Galo JM, Ribeiro RPB, Streit DP, Albuquerque DM, Fornari DC, Roma CFC, Guerreiro LRJ. Oocyte quality of Tambaqui (*Colossoma macropomum*) during the reproductive season. *Brazilian Journal of Biology*. 2015; 75:279- 284.
33. Varela Junior AS, Goularte KL, Alves JP, Pereira FA, Silva EF, Cardoso T F, Jardim RD, Streit JR, DP, Cortini CD. Methods of criopreservation of tambaqui semem, *Colossoma macropomum*. *Animal Reproduction Science*. 2015; 157:71-77.
34. Albuquerque DM, Ribeiro RP, Rodriguez-Rodriguez, MDP. Avanços no programa de melhoramento genético do cachara no Brasil. *Ci. Anim*. 2019; 109-120.
35. Inoue LAKA, Hisano H, Ishikawa MM, Rotta MA, Senhorini JA. Princípios básicos para a produção de alevinos de surubins (Pintado e Cachara). *Embrapa Agropecuária Oeste*. 2009; 26 p.
36. Buckup PA, Menezes NA, Ghazzi MS(Ed.). *Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil*. Rio de Janeiro: Museu Nacional. 2007;195
37. Ribeiro, RP, Oliveira, CAL. Resende, EK. Vargas, L. Alexandre Filho, L. Legat, AP. Tilápias do Nilo têm programa de melhoramento genético em curso. *Visão Agrícola (USP/ESALQ)*, v.11, p.61-64, 2012.
38. Rocha CMC, Resende EKR, Routledge AB, Lundstedt, L.M. Avanços na pesquisa e no desenvolvimento da aquicultura brasileira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2013; 48:4-6.
39. Hashimoto, DT, Prado, FD, Senhorini, JA, Foresti, F, Porto-Foresti, F. Detection of post-F1 fish hybrids in broodstock using molecular markers: approaches for genetic management in aquaculture. *Aquaculture Research*, v.44, p.876- 884, 2013.
40. Hashimoto, DT, Senhorini, JA, Foresti, F, Porto-Foresti, F. Interspecific fish hybrids in Brazil: management of genetic resources for sustainable use. *Reviews in Aquaculture*, v.4, p.108-118, 2012.
41. Resende, E. K. et al. Melhoramento animal no Brasil: uma visão crítica espécies aquáticas. In: *Embrapa Meio-Norte-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL*, 8., 2010, Maringá. *Melhoramento animal no Brasil: uma visão crítica: palestras*. Maringá: SBMA, 2010., 2010.

42. Mello F, Oliveira CAL, Streit JR D, Resende EK, Oliveira SN, Fornari DC, Barreto RV, Povh JA, Ribeiro RP. Estimation of genetic parameters for body weight and morphometric traits to tambaqui *Colossoma macropomum*. *Journal of Fisheries Sciences*, 2016; 10:96-100.
43. Albuquerque DM. Variabilidade genética de *Pseudoplatystoma reticulatum* do programa de melhoramento genético. 2014. 52 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-42>

Capítulo 42

OVOS DE CODORNAS: UMA ALTERNATIVA NUTRICIONAL QUE TEM CONQUISTADO A MESA DOS MAIS EXIGENTES CONSUMIDORES

Marcela Ramos Duarte¹; Luccas Ociécio²; Joashlenny Alves de Oliveira³; Joselice da Silva Pereira⁴; Cassiane Gomes dos Santos⁵

¹Pós-graduada em Zootecnia – UESB; E-mail: marteduarte@hotmail.com,

²Graduando em Medicina Veterinária – UNIFEMM; E-mail: ocieciomatosluccas@gmail.com,

³Pós-graduada em Zootecnia – UFV; E-mail: joahsy95@gmail.com,

⁴Pós-graduanda em Ciência Animal – UFPI; E-mail: josylycesylva@gmail.com,

⁵Pós-graduada em Zootecnia – UFVJM; E-mail: cassianezootecnia@gmail.com.

RESUMO: Diante do grande potencial e ampla demanda de produtos do setor avícola no território brasileiro, a diversificação tem sido intensa relacionada com a produção de ovos, principalmente de codornas. São alimentos que detêm alto teor nutricional devido ao seu conteúdo rico em vitaminas, minerais, proteínas, aminoácidos, etc., além de reportar níveis muito baixos de triglicérides. Embora o consumo de produtos derivados de galinhas sejam maiores, as codornas se sobressaem em alguns aspectos que são de extrema importância, tais como: maior resistência às doenças, atingimento da maturidade sexual na 6ª semana de idade, iniciação de postura aos 50 dias de idade, produção (em média) de 300 ovos.ano⁻¹, entre outras características desejáveis ao setor zootécnico via mercadológico, ou seja, do nascimento animal até a chegada de seus ovos (e/ou carne) nas prateleiras (ou pratos do consumidor). Desde modo, objetivou-se destacar nesta revisão, a pertinente relevância do nível nutricional (quantitativo e qualitativo) dos ovos de codorna, como também sua importância no mercado interno e externo, gerando economia extra ao produtor rural.

Palavras-chave: composição alimentar, coturnicultura, exploração comercial, produção animal

INTRODUÇÃO

O setor avícola no Brasil apresenta um enorme potencial como fornecedor de proteína animal tanto na agricultura familiar, quanto em escala industrial. Os esforços para aumentar e diversificar a produção aviária a nichos mercadológicos levou a adesão de outras espécies, como às codornas, que podem ser produzidas de maneira sustentável para alimentação, e ainda fornecer excelente fonte de renda ao produtor [1].

O ovo como um alimento nutricionalmente equilibrado e de fácil digestão é um dos alimentos frequentes que aparecem no cardápio das pessoas em todo o globo (Tabela 1). Ovos de galinha são os mais comumente consumidos, embora ovos de codorna também

estejam disponíveis hoje, que são considerados nutricionalmente importante para os consumidores, principalmente devido ao seu conteúdo rico em vitaminas, minerais, proteínas, aminoácidos, macro e microelementos (cálcio, selênio e zinco), e possuem triglicerídeos baixos e ácidos graxos de saturação.

Tabela 2 – Tabela brasileira de composição de alimentos (OVOS): codornas *versus* galinha

Nutrientes (50 g)	Ovos de codorna (cerca de 5 ovos)	Ovos de galinha (cerca de 1 ovo)
Calorias (kcal)	88,5	7,15
Proteínas (g)	6,75	6,5
Gorduras (g)	6,35	4,45
Carboidratos (g)	0,2	0,8
Colesterol (mg)	284	178
Cálcio (mg)	39,5	21
Magnésio (mg)	7,0	6,5
Fósforo (mg)	139,5	82
Ferro (mg)	1,65	0,8
Sódio (mg)	64,5	84
Potássio (mg)	39,5	75
Cobre (mg)	0,02	0,03
Zinco (mg)	1,05	0,55
Retinol (mcg)	152,5	39,5
Tiamina (mg)	0,055	0,035
Riboflavina (mg)	0,06	0,29
Niacina (mg)	0,485	0,375

Fonte: www.unicamp.br/nepa/taco

Alguns países têm uma longa tradição de consumo de ovos de codorna, por exemplo, no Japão estes produtos são considerados remédios quase naturais, especialmente para reduzir o colesterol, a pressão arterial e alergias, e também melhorar a imunidade das pessoas [2] [3].

Entretanto, não existe ainda no Brasil qualquer programa de melhoramento genético de codorna, desenvolvido em bases técnicas. A prática corrente tem sido a reprodução do material genético disponível que, pela deficiência de controle e falta de esquema de seleção adequada, sofrem problemas de depressão pela endogamia resultando em redução de postura, queda de fertilidade e aumento de mortalidade.

MÉTODOS

Panorama mundial e nacional

Existem preferências culturais para carne e ovos de codorna. Eles são criados para produção de carne principalmente na Ásia (China e Índia), Europa (Espanha e França) e América do Norte (EUA); já para produção de ovos na tem-se destacado a Ásia (China e Japão), Europa (França) e América do Sul (Brasil) [4] [5]. Com seu tamanho pequeno, crescimento rápido, alta produtividade e custo relativamente baixo em implantação e manejo animal, as codornas são bem adequadas para a produção comercial

e de pequenos lotes, onde estas aves foram introduzidas e promovidas por empresas nacionais e internacionais sob programas agrícolas, a fim de aumentar o acesso a fontes de proteína de alta qualidade [6].

a introdução de codornas no Brasil ocorreu em 1959 por imigrantes italianos e japoneses, e desde então, tornou-se uma atividade altamente promissora no país [7]. Até a década de 80, a criação destas aves era considerada como uma atividade de subsistência, sendo em seguida aprimorada a partir de estudos e investimentos em estruturas e tecnologias, visando produtividade e qualidade do produto final [8].

No Brasil [9], o tamanho efetivo (em milhões de aves) e a produção de ovos de codorna (em mil dúzias) em 2019 (Figura 1) obtiveram um aumento de 3,4 e 5,9%, respectivamente, em relação ao ano anterior. A região sudeste se destacou por concentrar 63,5% do efetivo de codornas, e 67,3% em produção de ovos. Onde os Estados desta região com melhores desempenhos (codornas) foram, em ordem decrescente:

- (i) Efetivo de aves: São Paulo (23,8%), Espírito Santo (22,4%) e Minas Gerais (16,1%); e
- (ii) Percentual de ovos: Espírito Santo (25,9%), São Paulo (23,6%) e Minas Gerais (16,6%)

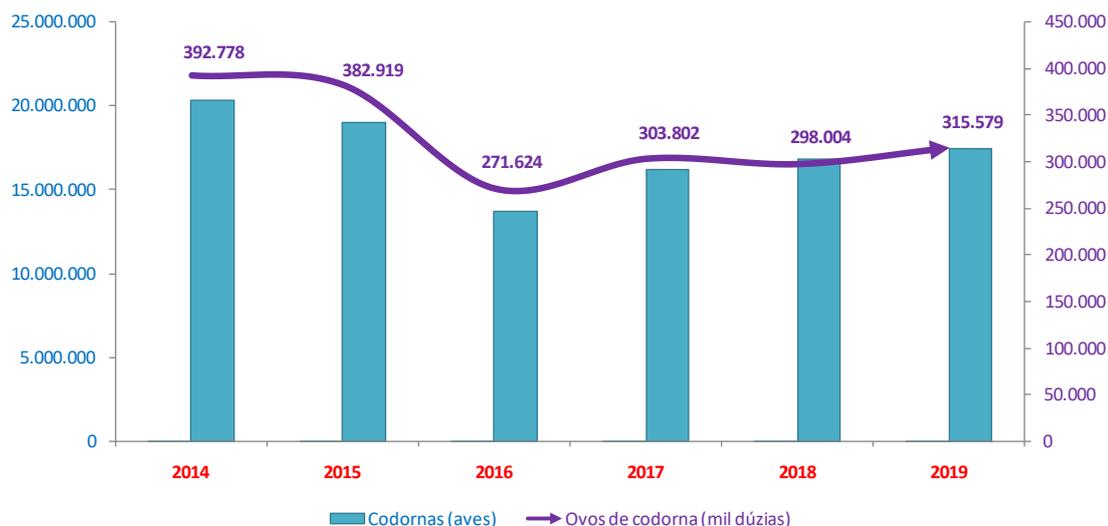


Figura 1 – Tamanho efetivo e produção de ovos de codornas no Brasil
 Fonte: IBGE (2019). Imagem: Autores

Espécies de codornas e ciclo de vida

As espécies mais utilizadas em sistemas de produção ou pesquisa incluem codornas: Japonesa (*Coturnix japonica*), Européia (*Coturnix coturnix*), Americana - bobwhite (*Colinus virginianus*), Califórnia (*Lophortyx californica*) e Chinesa (*Excalfactoria chinensis*) [10].

Duas linhagens de codornas são criadas no Brasil, sendo que a *Coturnix japonica* é exclusiva para produção de ovos; e a *Coturnix coturnix* é utilizada para dupla aptidão (ovos e carne). Curiosamente, esta última linhagem produz ovos de maior tamanho, porém, com menor eficiência do que a codorna japonesa. Existe a necessidade de incrementar a

produção de codornas de corte também. Na coturnicultura, as possibilidades de exploração são: produção de carne, produção de ovos, produção de codornas de um dia, e codornas recriadas com 20 a 30 dias de idade [11].

Em alguns estudos as codornas apresentam: (i) boa resistência à maioria das doenças de aves; (ii) pesos corporais variando de 150 a 500 g dependendo da linhagem; (iii) altamente prolíficas e precoces; (iv) curto período de incubação (16 a 18 dias); (v) baixo conteúdo de colesterol (ovo e carne); (vi) alta produção de ovos variando de 250 a 300 unidade por ano (produção total de ovos atingida aos 50 dias de idade); e (vii) expectativa de vida de 2 a 2,5 anos [10].

Registros na literatura [12] atribuíram a crescente importância da produção comercial de codornas entre os agricultores familiares à: (i) taxa de crescimento rápido (5 a 6 semanas); (ii) maturidade sexual precoce; (ii) baixa exigência de alimentação e espaço; (iii), baixa exigência de capital e rápido retorno do investimento, entre outros. Estudos [13] foram reportados quanto o peso ao abate destas aves, onde variou de 140 a 80 g e alcançou pico de produção de ovos, registrados entre 5^a e 8^a semana de idade.

O período de incubação de codornas japonesas é tipicamente de 16,5 dias. O período de ninhada é geralmente da eclosão há duas semanas, o período de crescimento de três a cinco semanas, e a maturidade é atingida em seis semanas de idade (fase em que as fêmeas entram no período de postura) [6].

Os pintinhos da codorna japonesa pesam de 6 a 8 g ao nascimento. As penas juvenis aparecem entre a 3^a e 4^a semanas, e as adultas normalmente na 6^a semana. A coloração das penas pode variar de acordo com a linhagem e o sexo, e a identificação sexual por cor pode ser feita entre 3^a e as 3^a semana de idade [14]. Os adultos são pardos, os machos com garganta marrom avermelhada, peito marrom-alaranjado e abdômen creme claro. As fêmeas adultas são semelhantes aos machos, exceto por apresentarem garganta e peito branco-amarelado com pontos marrons escuros [15]. Os pesos para fêmeas adultas variam de 120 a 160 g, já para os machos variam de 100 a 130 g, a menos que sejam selecionados geneticamente para o peso [14]. As linhagens de carne podem atingir pesos médios de até 300 g com quatro semanas de idade [4].

Características dos ovos

A vantagem das codornas em relação às galinhas é que as primeiras são mais resistentes a doenças, além de que podem atingir a maturidade sexual com 6 semanas de idade com um tempo efetivo para iniciar a postura aos 50 dias [16]. A produção média de postura em codorna é de cerca de 280 a 300 ovos.ano⁻¹, com peso de 10 g.ovos⁻¹ [17] [18].

A proporção na composição dos ovos é de 56,5% de albúmen, 32,6% de gema e 9,9% de casca com uma espessura de casca de 0,19 mm [19]. Embora variantes tenham sido identificadas [20], as cascas de ovos de codorna japonesas geralmente são manchadas de tons de marrom ou azul em uma cor de fundo clara que varia de branco a bege [15]. A cor da casca e o padrão de manchas variam entre as fêmeas, mas são consistentes para cada uma [21].

Qualidade do ovo

O padrão da qualidade do ovo é geralmente dada em relação às necessidades dos consumidores e determina as características gerais que são facilmente identificáveis sem quebrar o ovo, especialmente a frescura, peso, tamanho, forma e aparência da casca do ovo. A qualidade dos ovos de codorna depende principalmente da raça, da idade das fêmeas

poedeiras, da composição da ração e também do tempo de armazenamento e da temperatura. Para o consumidor, uma das características mais importantes é o peso do ovo, assim como o aspecto visual da pureza do ovo e a integridade da casca do ovo [5]. Outra característica muito importante é a integridade da casca, o que é importante não só do ponto de vista econômico, mas também no que diz respeito à segurança da saúde humana [22].

A qualidade de um ovo é determinada por vários padrões (componentes) que são observados no exterior (casca do ovo) e no interior (albumina e gema). Embora os ovos sejam conhecidos por possuírem excelente qualidade de conservação, eles têm vida útil limitada [23]. Foi relatado que o declínio da qualidade dos ovos começa logo após a postura e, portanto, as práticas de manuseio e armazenamento dos ovos têm um impacto significativo na qualidade destes que chegam aos consumidores [24]. Más condições de armazenamento podem resultar em deterioração da qualidade do ovo e, conseqüentemente, perda e desperdício desses produtos.

O peso e a espessura da casca são variáveis físicas que se correlacionam com a resistência da casca do ovo [23]. A formação e a espessura da casca são positivamente afetadas pelos alimentos ricos em minerais, especialmente cálcio, enquanto o alto teor de cloro na ração, a agitação em aves poedeiras e as altas temperaturas ambientes podem ter um impacto negativo na espessura e na resistência da casca. A espessura média da casca dos ovos de codorna varia de 0,10 a 0,14 mm. Podem ser encontrados valores variando de 0,05 mm a 0,22 mm [5].

Existem vários fatores que afetam a qualidade da albumina. [25] relatou que a qualidade do albúmen diminui com a idade da ave e também é afetada pela linhagem deste animal e pela seleção genética. A albumina pode ser determinada pelo índice de albumina e unidade Haugh [5]. O parâmetro unidade Haugh é utilizado para avaliar qualidade do ovo e quanto maior esta unidade melhor a qualidade [26], ou seja, proteína de qualidade. [2] [28] relataram valores de índice de albumina em 11,30%, unidades Haugh em 114,50 e peso de albumina com 5,12 g para ovos de codorna.

Foi ainda observado que a temperatura também diminui a qualidade do ovo [29] e foi observado que temperaturas mais altas afetam a atividade biológica da albumina [30]. Alguns pesquisadores não observaram alterações nos ovos de codorna japonesa sob baixas temperaturas sobre o peso da casca, sua espessura e densidade. A qualidade da casca do ovo é influenciada por uma ampla gama de fatores internos e externos, que influenciam coletivamente o produto final no momento da postura [14].

Outro parâmetro a ser observado é a coloração da gema que diminui com o tempo de estoque e isso pode ser devido à oxidação dos pigmentos carotenóides [23]. Assim também à medida que o ovo se deteriora, o índice da gema diminui devido à quebra da glicoproteína fibrosa ovomucina. Também foi indicado que o tamanho da gema do ovo aumentava com o tempo de armazenamento devido ao movimento da água da clara para a gema como resultado das diferenças de pressão osmótica [26]. As porcentagens de redução do índice de gema aumentam com o tempo de armazenamento indicando a deterioração progressiva da qualidade do ovo [23], ou seja, o índice de gema mede a qualidade do ovo de codorna.

CONCLUSÕES

Altamente eficiente e produtiva, a codorna produz ovos que são uma boa alternativa nutricional e são amplamente consumidos em várias partes do mundo. É necessário maior apoio à pesquisa para impulsionar a produção e processamento deste produto, a fim de manter altos níveis de qualidade e segurança alimentar; e ainda atender às expectativas dos mais exigentes consumidores por um alimento único, delicioso e saudável.

REFERÊNCIAS

1. Barwa E. Increasing Household Protein Consumption Through Minilivestock Production In Nigeria. *The Inform. Manag.* 2011;9:10–14.
2. Baumgartner J, Hetényi L. *Prepelica japonská*. 1. ed. Nitra: VÚŽV; 2001.
3. Angelovičová M, Alfaig E, Král M, Tkáčová J. 2013. The effect of the probiotics *Bacillus subtilis* (PB6) on the selected indicators of the table eggs quality, fat and cholesterol. *Potr. S. J. F. Sci.* 2013;7:80–84.
4. Minvielle F. The future of Japanese quail for research and production. *World's. Poult. Sci. J.* 2004;60:500–507.
5. Ondrušíková S, Nedomová Š, Pytel R, Cwiková O, Kumbár V. Effect of different storage times on Japanese quail egg quality characteristics. *Potr. S. J. F. Sci.* 2018;12:560–565.
6. Shanaway MM. *Quail production systems a review*. Rome: FAO; 1994.
7. Pastore SM, Oliveira WP, Muniz, JCL. Panorama da coturnicultura no Brasil. *Rev. Elet. Nutrit.* 2012;9:2041–2049.
8. Bertechini AG. Situação atual e perspectivas para a coturnicultura no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 4; CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 3, 2010. Lavras. Anais..., Lavras: UFLA, 2010;1–6.
9. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da pecuária municipal 2019. Rio de Janeiro: SIDRA; 2019;47:1-8. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2019>. Acesso em: 12 ago. 2021.
10. Ani AO, Okeke GC, Emeh MB Response of growing Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) chicks to diets containing different energy and protein levels. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE NIGERIA SOCIETY FOR ANIMAL PRODUCTION, 34th, 2009. Nigeria. Proceedings..., Nigeria: NSAP, 2009; 328–331.
11. Marque R. *Coturnicultura: uma visão geral*. Rio Claro, SP: Agroceres Multimix, 2019. Disponível em: <https://agroceresmultimix.com.br/blog/coturnicultura-uma-visao-gerao/>. Acesso em: 12 ago. 2021.
12. Razee A, Mahbub ASM, Miah MY, Hasnath MR, Hasan MK, Uddin MN et al.

- Performance of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) on floor and cage rearing system in sylhet. Iranian J. Appl. Anim. Sci. 2016;6: 931–936.
13. Altine S, Sabo MN, Muhammad N, Abubakar A, Saulawa LA. Basic nutrient requirements of the domestic quails under tropical conditions: a review. World Sci. News. 2016;49:223-35.
 14. Cheng KM, Bennett DC, Mills AD. The Japanese quail. In: Hubrecht RC, Kirkwood, J. (eds.). The UFAW Handbook on the Care and Management of Laboratory and Other Research Animals. 8. ed. Oxford: Wiley-Blackwell; 2010.
 15. Cheng KM, Kimura M. Mutations and major variants in Japanese quail. In: Crawford RD (ed.), Poultry Breeding and Genetics. Netherlands: Amsterdam; 1990.
 16. Randall M, Bolla G. Raising Japanese quail. State of New South Wales Department of Primary Industry. Primefact 602. Primefact 602; 2008.
 17. Minvielle F. Genetic and breeding of Japanese quail for production around the world. In: ASIAN PACIFIC POULTRY CONGRESS NAGOYA, 6th, 1998. Nagoya. Proceedings..., Nagoya: WPSA, 1998.
 18. Kaur S, Mandal AB, Singh KB, Kadam MM. The response of Japanese quails (heavy body weight line) to dietary energy levels and graded essential amino acid levels on growth performance and immuno-competence. Livest. Sci. 2008;117:255–262.
 19. Panda B, Singh RP. Desenvolvimentos no processamento de codornizes. World's. Poult. Sci. J. 1990;46:219–234.
 20. Hardiman JW, Collins WM, Urban Jr. WE. Red egg-shell color: a dominant mutation in Japanese quail. J. Hered. 1975;66:141–143.
 21. Sezer M, Tekelioglu O. Quantification of Japanese quail eggshell colour by image analysis. Biol. Res. 2009;42:99–105.
 22. Yanakopolous AL, Tserveni-Gousi AS. Quality characteristics of quail eggs. Br. Poult. Sci. 1986;27:171–176.
 23. Renukadevi B, Himali HMC, Silva GLLP. Quality and shell integrity of Japanese quail eggs: an assessment during storage and at market. Sri Lanka J. F. Agricul. 2018;4:27–34.
 24. Kul S, Seker I. Phenotypic correlations between some external and internal egg quality traits in the Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). Int. J. Poult. Sci. 2004;3:400–405.
 25. Roberts JR. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. Int. J. Poult. Sci. 2004;41:161–177.

26. Haugh RR. The Haugh unit for measuring egg quality. U.S. Egg Poult. Mag. 1937;43:552–573.
27. Dudusola IO. Effects of storage methods and length of storage on some quality parameters of Japanese quail eggs. Tropicult. 2009;27:45–48.
28. Samli HE, Agma A, Senkoylu N. Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. J. Appl. Poult. Res. 2005;14:548–553.
29. Travel, A, Nys Y, Bain M. Effect of hen age, moult, laying environment and egg storage on egg quality. In: Nys Y, Bain M, Immerseel FV (eds.). A volume in Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. 1. ed. Woodhead Publishing; 2011.
30. Adamski M, Kuźniacka J, Kowalska E, Kucharska-Gaca J, Banaszak M, Biegniewska M. Effect of Storage Time on the Quality of Japanese Quail Eggs (*Coturnix Coturnix Japonica*) Polish J. Nat. Sci. 2017;32:27–37.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-43>

Capítulo 43

SELEÇÃO DE ANIMAIS RESISTENTES AO PARASITISMO

Isabela de Almeida Cipriano^{1*}; Giordani Mascoli de Favare¹; Mateus Oliveira Mena¹; Tábata Alves do Carmo¹; Gabriel Jabismar Guelpa¹; Caio Vinicius da Silva Teixeira²; Ricardo Velludo Gomes de Soutello³

¹Mestrando(a) em Ciência e Tecnologia Animal. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena, SP;

isabela.cipriano@unesp.br*. ²Aluno de graduação em Zootecnia. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena, SP.

³Professor/ Doutor. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena, SP.

RESUMO: O uso indiscriminado de anti-helmínticos tem acarretado o aumento de relatos de resistência a esses fármacos. Sendo assim, existe uma busca promissora de alternativas para o controle de parasitas e redução do uso de antiparasitários, como por exemplo, a seleção de animais resistentes. A resistência aos parasitas é a habilidade de suprimir o estabelecimento e/ou subsequente o desenvolvimento da infecção causada pelos vermes, e resiliência, quando o animal suporta a verminose, porém sem comprometimentos na produtividade. A quantificação da carga parasitária é a forma mais precisa de se avaliar a resposta do hospedeiro frente à fonte de infecção, sendo que o método determinado para a identificação da resistência, dependerá de sua relação com a carga parasitária e de sua repetibilidade no estudo do genoma. Dessa forma, essa revisão bibliográfica abordará como a seleção dos animais resistentes é um método alternativo ao uso do genoma do hospedeiro que tem sido implantada para reduzir os prejuízos ocasionados pelos parasitas e assim, procriar animais naturalmente resistentes a endo e ectoparasitas.

Palavras-chave: anti-helmíntico; carrapatos; nematódeos gastrointestinais; resistência.

INTRODUÇÃO

O uso indiscriminado de anti-helmínticos tem acarretado o aumento de relatos de resistência. Sendo assim, a resistência é considerada um dos grandes problemas da produção animal, pois pode resultar na ausência de uma alternativa química eficaz para o controle dos helmintos (1; 2).

As perdas causadas pela infecção por helmintos são difíceis de serem mensuradas, porém estima-se que animais sem tratamento anti-helmíntico tem desempenho de 30 a 70 kg/ano inferior ao dos animais que recebem tratamentos profiláticos (3; 4; 5; 6).

O controle ineficiente pode causar perdas de US\$ 6.248 milhões ao ano (7).

Por isso, existe uma busca promissora de alternativas para o controle de parasitas e redução do uso de antiparasitários, como por exemplo, a seleção de animais resistentes e pela diversidade do genoma do hospedeiro (8; 9).

Na busca por alternativas de controle aos parasitos gastrintestinais, destaca-se a seleção de animais geneticamente mais resistentes (10; 11). Essa resistência aos parasitas pode ser considerada como uma habilidade que o animal desenvolve na tentativa de impedir o estabelecimento e/ou subsequentemente, o desenvolvimento da infecção parasitária (12).

Sabe-se que dentro de uma população de qualquer raça de animais não selecionados para resistência parasitária, existem aproximadamente 10 a 20% de indivíduos considerados naturalmente resistentes, ou seja, indivíduos que não necessitariam ou necessitariam muito pouco de vermífugos para o controle dos parasitos gastrintestinais. Da mesma forma, na mesma proporção, existem os indivíduos considerados susceptíveis, que são aqueles indivíduos que sempre albergarão elevados números de parasitas no seu trato gastrintestinal. Eles são considerados animais disseminadores de parasitas no meio ambiente. Existem ainda os indivíduos resilientes que são animais não resistentes, mas que conseguem amenizar o efeito do parasitismo no seu desempenho produtivo (13; 14).

A resistência aos parasitas é a habilidade de suprimir o estabelecimento e/ou subsequente o desenvolvimento da infecção causada pelos vermes, e resiliência, quando o animal suporta a verminose, porém sem comprometimentos na produtividade. Sabe-se que a habilidade do animal em adquirir imunidade e expressar resistência varia muito entre e dentre espécies, demonstrando ser um controle genético, comprovado em muitos estudos que utilizam OPG como parâmetro. A prova deste controle genético demonstra que os valores de herdabilidade para resistência parasitária (o quanto desta característica é herdável e passada para a progênie) é estimado em 0,30 para os bovinos (1).

SELEÇÃO DE ANIMAIS RESISTENTES A HELMINTOS GASTRINTESTINAIS

A seleção de animais resistentes resulta na diminuição de cerca de 80 a 90% da carga parasitária, quando comparada a rebanhos que não foram sujeitos à seleção (15). A seleção também é responsável por diminuir expressivamente os picos sazonais de carga parasitária e o número de larvas nas pastagens, por conta da baixa quantidade de ovos e a redução da contaminação das pastagens pela L₃. Além disso, um animal com alta carga parasitária de uma determinada espécie de parasita, mostra-se tendente a hospedar maior número das demais espécies de parasitas (16; 13). Assim, a seleção de animais resistentes pode ser uma eficiente alternativa para o controle da infestação dos animais por carrapatos (17).

Resultados de pesquisa mostram que é possível a seleção pela contagem de ovos por grama de fezes de hospedeiros resistentes aos nematódeos gastrintestinais, e que esta técnica pode levar ao longo do tempo a diminuição significativa no ambiente das larvas infectantes (18).

A seleção para resistência as verminoses aparece como alternativa para aumentar a habilidade do animal em combater o grau de infecção parasitária, levando a uma redução dos custos de controle antiparasitário e proporcionando um maior retorno econômico na atividade pecuária (19).

Desse modo, selecionar animais resistentes pode ser altamente vantajoso (20), visto que a resistência é uma característica herdável (13) e assim, leva à uma diminuição significativa dos picos sazonais na carga parasitária e à diminuição das larvas nos pastos após a seleção (21).

Considerando o grande desafio em elaborar novas drogas, a crescente resistência anti-helmíntica e o grande prejuízo na produção, faz-se necessária a busca por novas

alternativas para o controle dos parasitas, sendo a seleção de animais resistentes uma ótima alternativa.

SELEÇÃO DE ANIMAIS RESISTENTES A ECTOPARASITAS

A resistência a carrapatos é definida como a habilidade de um animal em limitar o número de carrapatos que se tornem adultos sobre ele, a qual pode ter sua explicação em muitos fatores: fisiológicos, comportamentais, imunológicos e anatômicos (17). Tal resistência pode variar tanto em animais de raças diferentes, como entre animais de uma mesma raça (22).

O gado *Bos taurus taurus* tem uma capacidade imunitária moderada (aproximadamente 85% dos carrapatos são mortos pela defesa imunológica do animal), enquanto que o *Bos taurus indicus* apresenta uma alta capacidade de defesa imune (98% dos carrapatos mortos). Resultados de diversos estudos comparativos, realizados em países de clima tropical, entre as raças *B. taurus taurus* e *B. taurus indicus* indicam que os animais de origem zebuína tendem a ser mais resistentes ao carrapato (23; 24; 25; 26; 27).

A diminuição do grau de infestação por carrapatos está diretamente relacionada ao aumento da proporção de genes *B. taurus indicus* em animais cruzados. As estimativas de variação genética para o grau de infestação por carrapatos sugerem a possibilidade de seleção dos animais para resistência ao carrapato, entretanto o progresso genético esperado deve ser lento (17). A habilidade individual dos bovinos para adquirir imunidade aos carrapatos é fortemente hereditária (28).

No combate a infecções parasitárias, dois tipos de respostas imunológicas são estimulados (29): a imunidade inata que está presente no animal desde o nascimento, envolvendo células dendríticas, neutrófilos, macrófagos e células Natural Killer (NK), quem que se desenvolve logo após o contato e não apresenta memória, então a sua eficiência não é aumentada ao longo do tempo, após reinfecções. E a resposta imune adquirida, que é desenvolvida ao longo do tempo, possui habilidade de reconhecer e responder a uma variedade ampla de antígenos, e após o contato o seu desenvolvimento é lento, apresentando memória, possuindo maior eficiência após reinfecções (30).

O fato de animais *B. taurus indicus* apresentarem uma grande resistência inata, sugerindo ainda que a capacidade de apresentar uma resposta imune mais intensa à infestação de parasitas esteja ligada a determinadas raças. Quanto à resistência adquirida, os autores também encontraram uma maior capacidade de resposta imune em animais *B. taurus indicus*, quando comparado a *B. taurus taurus*, medida pela elaboração de macrófagos e propagação de linfócitos B e T in vitro (31).

Para avaliar a resistência dos animais às infestações por carrapato, são realizadas contagens e verificações do estágio de desenvolvimento dos carrapatos recolhidos, seja por infestação artificial ou natural. Além disso, a seleção de animais resistentes ao carrapato reduz a necessidade de controles químicos, e dessa forma, minimiza custos com mão de obra e produtos carrapaticidas, reduz o impacto ambiental na saúde humana e cria uma solução efetiva para o problema (17).

A quantificação da carga parasitária seria a forma mais precisa de se avaliar a resposta do hospedeiro frente à fonte de infecção (32). O método determinado para a identificação da resistência dependerá de sua relação com a carga parasitária e de sua repetibilidade (33).

CONCLUSÃO

Novas alternativas têm sido implantadas para reduzir os prejuízos ocasionados pela verminose. O problema da verminose pode ser amenizado utilizando-se raças que sejam mais resistentes às infecções por nematódeos gastrintestinais, ou pela seleção de animais mais resistentes dentro de qualquer raça. Desta forma, em longo prazo, fazendo uma seleção destes animais espera-se diminuir os prejuízos ocasionados pela verminose, mantendo os animais superiores geneticamente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus colegas de mestrado e a equipe do EEPPA (Estudo de Extensão e Pesquisa em Parasitologia Animal) da UNESP FCAT – Dracena.

REFERÊNCIAS

1. GASBARRE, L. C.; LEIGHTON, E. A.; SONSTEGARD, T. Role of the bovine immune system and genome in resistance to gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology*, [s. l.], v. 98, n. 1-3, p. 51-64, 2001.
2. WOLSTENHOLME, A. J.; FAIRWEATHER, I.; PRICHARD, R.; SAMSON-HIMMELSTJERNA, G. V.; SANGSTER, N. C. Drug resistance in veterinary helminthes. *Trends in Parasitology*, v. 20, p. 469-476, 2004.
3. PINHEIRO, A. C. Custo benefício dos esquemas estratégicos de controle das helmintoses dos bovinos. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PARASITOLOGIA VETERINÁRIA, 3, 1985, Balneario Camburiú. Anais... Brasília: EMBRAPA / DDT, 1985. p. 153 – 157.
4. ZOCOLLER, M. C.; STARKE, W. A.; VALÉRIO FILHO, W. V. Ganho de peso em fêmeas da raça Guzerá tratadas com diferentes épocas de aplicação de anti-helmínticos. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PARASITOLOGIA VETERINÁRIA, 9, 1995, Campo Grande. Anais... Campo Grande: CBPV, 1995. p. 124.
5. BIANCHIN, I. Epidemiologia dos nematódeos gastrintestinais em bovinos de corte nos cerrados e o controle estratégico no Brasil. In: Controle dos nematódeos gastrintestinais de bovinos. [S.l.]: EMBRAPA, 1996. p. 113-156.
6. SOUTELLO, R. V. G. de.; GASPARELLI JUNIOR, A.; MENEZES, C. F.; DOURADO, H. F.; LIMA, M. A.; BAIER, M. Ação e importância dos anti-helmínticos em relação a produção de ruminantes. *Ciências Agrárias e da Saúde*, v. 1, n. 1, p. 55-59, 2001.
7. GRISI, L.; LEITE, R. C.; MARTINS, J. R. S.; BARROS, A. T. M.; CANÇADO, P. H. D.; VILLELA, H. S. perdas econômicas potenciais devido ao parasitismo em bovinos no Brasil. *Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 11, n. 3, 2013.
8. LI, R. W.; CHOUDHARY, R. K.; CAPUCO, A. V.; URBAN JR, J. F. Exploring the host transcriptome for mechanisms underlying protective immunity and resistance to

- nematode infections in ruminants. *Veterinary Parasitology*, [s. l.], v. 190, n. 1-2, p. 1-11, 2012.
9. SONSTEGARD, T. S.; GASBARRE, L. C. Genomic tools to improve parasite resistance. *Veterinary Parasitology*, [s. l.], v. 101, n. 3-4, p. 387-403, 2001.
 10. LI, Y.; MILLER, J. E.; FRANKE, D. E. Epidemiological observations and heterosis analysis of gastrointestinal nematode parasitism in Suffolk, Gulf Coast Native, and crossbred lambs. *Veterinary Parasitology*, v. 98, 273–283, 2001.
 11. BRICARELLO, P. A.; S. M GENNARI.; T. C. G OLIVEIRA-SEQUEIRA.; C. M. S. L Vaz.; I GONÇALVES DE GONÇALVES.; F. A. M ECHEVARRIA. Worm burden and immunological responses in Corriedale and Crioula Lanada sheep following natural infection with *Haemonchus contortus*. *Small Ruminant Research*, v. 51, n. 1, p. 75- 83, 2004.
 12. ALBERS, G. A. A.; GRAY, G. D.; Le JAMBRE, L. F.; BARGER, A.; BARKER, J. S. F. The effect of *Haemonchus contortus* infection on haematological parameters in young merino sheep and its significance for productivity. *Animal Production*, v. 50, p. 99- 109, 1990.
 13. AMARANTE, A. F. T.; BRICARELLO, P. A.; ROCHA, R. A.; GENNARI, R. M. Resistance of Santa Ines, Suffolk and Ile de France sheep to naturally acquired gastrointestinal nematode infections. *Veterinary Parasitology*, [s. l.], v. 120, n. 2, p. 91-106, 2004.
 14. ROCHA, R. A.; AMARANTE, A. F. T.; BRICARELLO, P. A. Comparison of the susceptibility of Santa Inês and Ile de France ewes to nematode parasitism around parturition and during lactation. *Small Ruminants Research*, n. 55, p. 65-75, 2004.
 15. BARGER, I. A. Genetic resistance of hosts and its influence on epidemiology. *Veterinary Parasitology*, Amsterdã, v. 32, n. 1, p. 21-35, 1989.
 16. STEAR, M. J.; BAIRDEN, K.; BISHOP, S. C.; GETTINBY, G.; MCKELLAR, Q. A.; PARK, M.; STRAIN, S.; WALLACE, D. S. The processes influencing the distribution of parasitic nematodes among naturally infected lambs. *Parasitology*, [s. l.], v. 117, n. 2, p. 165-171, 1998.
 17. AYRES, D. R. Análise genética de resitência ao *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* em bovinos cruzados hereford x nelore. 2012. 61 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012.
 18. BASSETTO, C. C.; SILVA, B. F.; FERNANDES, S.; AMARANTE. A. F. T. Contaminação da pastagem com larvas infectantes de nematoides gastrintestinais após o pastejo de ovelhas resistentes ou susceptíveis à verminose. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*. v. 18. n. 4. p. 63- 68. 2009.
 19. YAMADA, P. H. Desempenho, parâmetros hematológicos e grau de helmintose em bezerros filhos de vacas previamente classificados por diferentes níveis de infecção

- parasitária. 2016. 43 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena, Universidade Estadual Paulista, Dracena, 2016.
20. BIEGELMEYER, P.; NIZOLI, L. Q.; CARDOSO, F. F.; DIONELLO, N. J. Aspectos da resistência de bovinos ao carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Archivos de Zootecnia, Córdoba*, v. 61, n. 237, p. 1-11, 2012.
 21. PACHECO, T. M. Avaliação do desempenho e características relacionadas ao grau de infecção por helmintos de bovinos da raça nelore. 2015. 42 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena, Universidade Estadual Paulista, Dracena, 2015.
 22. FRAGA, A. B.; ALENCAR, M.M.; FIGUEIREDO, L.A.; RAZOOK, A.G.; CYRILLO, J.N.S.G.. Análise de fatores genéticos e ambientais que afetam a infestação de fêmeas bovinas da raça Caracu por carrapatos (*Boophilus microplus*), *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.6 (Supl.1), p.1578-1586, 2003.
 23. WALKER, A.R. Eradication and control of livestock ticks: biological, economics and social perspectives. *Parasitology*, p. 945-959, 2011.
 24. VILLARES, J. B. Climatologia Zootécnica. III. Contribuição ao estudo da resistência e susceptibilidade genética dos bovinos ao *Boophilus microplus*. *Boletim de Indústria Animal*, v.4, n.1, p.60-86, 1941.
 25. WAGLAND, B. M. Host resistance ot cattle tick (*Boophilus microplus*) in Brahman (*Bos indicus*) Cattle. I Responses of previously unexposed cattle to four infestations with 20.000 larvae. *Australian Journal Agricultura Research*. v.26, p.1073-1080, 1975.
 26. PRAYAGA K. C. Evaluation of beef cattle genotypes and estimation of direct and maternal genetic effects in a tropical environment. 2. Adaptive and temperament traits. *Australian Journal of Agricultural Research*, .54, p.1027-1038, 2003.
 27. D'ANDREA, L.A.Z.; SARTOR, I.F.; MADRUGA, C.R.; FREITAS, S.B.Z.; KROLL, L.B.; KRONKA, S.N. Condição imunológica de bovinos das raças Holandesa e Nelore frente a *Babesia bovis* e *B. bigemina* em duas regiões do Estado de São Paulo, *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2006.
 28. SEIFERT, G. M. Ecto and endoparasitic effects on the growth rates of Zebu crossbred and British cattle in the field. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.22, p. 839-850, 1971.
 29. SANTOS, M. C. Resposta imunológica de cordeiros às infecções artificiais por *Haemonchus contortus* e *Haemonchus placei*. 2013. 59 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu.
 30. TIZARD, I. R., *Imunologia veterinária*. 5 ed. São Paulo: Elsevier, 2008. 587 p.
 31. MAHARANA, B.R.; BAITHALU, R.K.; ALLAIE, I.M. Mechanism of Immunity to Tick infestation in Livestock. *Veterinary World*, p.131-135, 2011.

32. KASSAI, T.; L FÉSUS.; W. M. L HENDRIKX.; CS TAKÁTS.; É FOK.; P REDL.; E TAKÁCS.; Ph. R NILSSON.; M. A. W VAN LEEUWEN.; J JANSEN.; W. E BERNADINA .; K FRANKENA. Is there a relationship between haemoglobin genotype and the innate resistance to experimental *Haemonchus contortus* infection in Merino lambs? *Veterinary Parasitology*, v. 37, p. 61-77, 1990.
33. STEAR, M. J.; S. C BISHOP.; J. L DUNCAN.; Q. A MCKELLAR.; M MURRAY. The repeatability of faecal egg counts, peripheral eosinophil counts, and plasma pepsinogen concentrations during deliberate infections with *Ostertagia circumcincta*. *International Journal for Parasitology*, v. 25, n. 3, p. 375-380, 1995.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-44>

Capítulo 44

ATIVIDADE BIOFUNGICIDA DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Lavandula dentata* CONTRA *Macrophomina phaseolina*

Ana Rosa de Figueiredo^{1*}; Leirson Rodrigues da Silva¹; Milena Maria Tomaz de Oliveira²; Thayane Rabelo Braga Farias³, Renata de Almeida Freitas³, Lilia Aparecida Salgado de Moraes⁴

¹Estudante do Curso de Pós-Graduação em Ciências, Tecnologia e Inovação Agropecuária - PPGCTIA - UFRRJ; E-mail: *ana.agroambiente@gmail.com, ²Institutos Jacob Blaustein para Pesquisa no Deserto, Universidade Ben-Gurion de Negev, Sede Boqer, ²Universidade Ben-Gurion do Negev, Instituto Associado Francês de Agricultura e Biotecnologia de Terras Secas, Neguev - Israel

³Escola de Educação Profissional Edson Queiroz, Cascavel – CE

³Pesquisador da Embrapa Agrobiologia. E-mail: lilia.salgado@embrapa.br

RESUMO: *Lavandula dentata* (lavanda) é conhecida por suas propriedades antimicrobianas como planta medicinal com amplo potencial de uso. Os compostos químicos constituintes do seu óleo essencial (OE) são ricos em propriedades biológicas interessantes para o setor agrícola, como antioxidantes, antibacterianas e antifúngicas. Diante a urgência por substâncias eficazes e menos tóxicas em substituição aos agrotóxicos convencionais no manejo de fungos de solo, bem como veiculados por sementes, este estudo compreendeu a avaliação antifúngica in vitro do OE da lavanda sobre *Macrophomina phaseolina*. O fungo é bastante destrutivo para uma ampla gama de hospedeiros afetando culturas de elevado interesse comercial e as medidas de manejo atualmente utilizadas são ineficientes. Nos ensaios, a inibição do crescimento micelial (ICM) e a taxa de crescimento micelial (T_xCM) sob o efeito do OE da lavanda nas doses de 0,8 a 12,8 µL foram mensuradas. A atividade biofúngica do OE da lavanda ocasionou 20 a 100% de ICM de *M. phaseolina* nas doses 3,2 a 6,4 µL respectivamente, demonstrando seu potencial de uso como agente de biocontrole.

Palavras-chave: Lavanda; crescimento micelial; fungos de solo; biofúngica; defensivo natural

INTRODUÇÃO

Macrophomina phaseolina é um fungo necrotrófico, habitante natural do solo de grande variabilidade patogênica e alta capacidade de sobrevivência sob condições adversas, permanecendo nos restos de cultura na forma de picnídios e microescleródios. O patógeno sobrevive numa ampla gama de hospedeiros. A doença é considerada preocupante em regiões tropicais semiáridas, a exemplo do Nordeste no Brasil, sendo muito destrutiva para *Sorghum bicolor* (sorgo) "safrinha" no Brasil central e também causa epidemias de podridão cinzenta do caule em *Phaseolus vulgaris* (feijão). Do mesmo modo,

a enfermidade promove perdas severas nos cultivos de *Glycine max* (soja), onde ocorre em condição de clima seco e, para outras culturas, como *Phaseolus lunatus* (fava) e *Zea mays* (milho), hospedeiras deste fungo (1).



Figura 6 – podridão em feijão

Fonte: Oliveira, Silvânia H.F. de / MAPA, 2003

Existem poucos produtos comerciais registrados para o controle de *M. phaseolina*, porém a classificação toxicológica e ambiental de tais produtos encontra-se em medianamente tóxico e produto muito perigoso ao meio ambiente, classificação III e II respectivamente (1). Além disso, o uso de fungicidas como método usual para o controle de doenças nas culturas vem sendo questionado devido aos riscos ambientais, ao homem diretamente, bem como à contaminação dos produtos alimentícios.

Os estudos no campo aplicado têm buscado ampliar o leque de produtos naturais voltados para uma agricultura de base agroecológica, bem como, a busca por substâncias naturais mais sustentáveis na agricultura, tem sido objeto de pesquisas visando o controle de doenças de plantas. Neste sentido, os óleos essenciais (OEs) são compostos químicos voláteis que mostram grande potencial em propriedades biológicas para controlar patógenos e induzir mecanismos de defesa nas plantas. Pesquisadores destacam que o potencial antimicrobiano de OEs é devido aos seus constituintes químicos, substâncias com amplo espectro de efeitos biológicos (2,3). Conforme (4), os OEs apresentam como vantagem, alta volatilidade e baixo peso molecular de seus componentes, o que possibilita uma rápida eliminação do organismo por meio das vias metabólicas.

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar *in vitro* o uso do OE da lavanda no crescimento micelial de *M. phaseolina*.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA, na unidade Embrapa Agrobiologia, localizada em Seropédica, RJ. A avaliação da atividade antimicrobiana foi realizada contra o fungo *M. phaseolina* (Procedência: N° AB1F3D3-Embrapa).

O OE de lavanda foi extraído por arraste a vapor a partir de ramos e inflorescências. Os constituintes químicos foram identificados por meio de análise cromatográfica e espectrometria de massas. Os espectros de massas foram registrados com ionização por impacto eletrônico (70 eV). Uma série homóloga C8 a C20 (n-alcanos) foi utilizada e os espectros de massas obtidos das moléculas foram comparadas com os do banco de dados eletrônico (NIST), tal como o índice de retenção linear com valores da literatura (5).

Os bioensaios realizados para avaliação do crescimento micelial *in vitro* ocorreram de forma quantitativa, no qual o OE testado sofreu uma diluição em série solubilizado em metanol e tween 20 a 0,8% e, seguidamente, testou-se a sensibilidade a um gradiente definido de concentrações.

Discos de BDA com 5 mm de diâmetro com *M. phaseolina* (10 dias de crescimento) foram transferidos para placas de Petri com DBA nos diferentes tratamentos que consistiram em alíquotas de 40 µL das emulsões do OE da lavanda dispensadas superficialmente em diferentes doses: 12,8; 6,4; 3,2; 1,6; 0,8 µL. Para o controle negativo

foi utilizado o solvente dimetilsulfóxido (DMSO) a 10% e Tween 20 a 0,8% e para controle positivo, o fungicida tiofanato metílico 1.000 ppm (6). Após, as placas foram incubadas em câmara B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand), no escuro, a uma temperatura de 27°C.

As avaliações consistiram em mensurações dos diâmetros de crescimento em dois sentidos perpendiculares e calculada a ICM para cada tratamento ao 6º dia de incubação e a T_xCM mensurada a partir de diâmetros de crescimento fúngico no 3º e 6º dias de incubação, expressos pelas fórmulas:

$$ICM (\%) = \frac{\text{crescimento controle} - \text{crescimento tratamento}}{\text{crescimento controle}} \times 100$$

$$T_xCM = \frac{\text{Diâmetro do tratamento}}{\text{Diâmetro do controle}}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises químicas do OE revelaram que os constituintes químicos majoritários no OE da lavanda são os compostos: 1,8 cineol (39,9%), fenchona (18,4%), fenchol (5,2%) e cânfora (20,1%).

Conforme os gráficos apresentados na Figura 2, o OE de lavanda causou inibição do crescimento micelial de *M. phaseolina* a partir da dose 3,2 µL com 20% de ICM e alcançou 100% de ICM a partir da dose 6,4 µL. Quanto à T_xCM medida ao 3º e 6º dias, a T_xCM foi zero nas doses a partir de 6,4 µL. Já na dose 3,2 µL, inicialmente, no 3º dia a T_xCM foi zero, mas no 6º dia a T_xCM ficou em 0,8, próximo ao controle negativo na T_xCM máxima igual a 1.

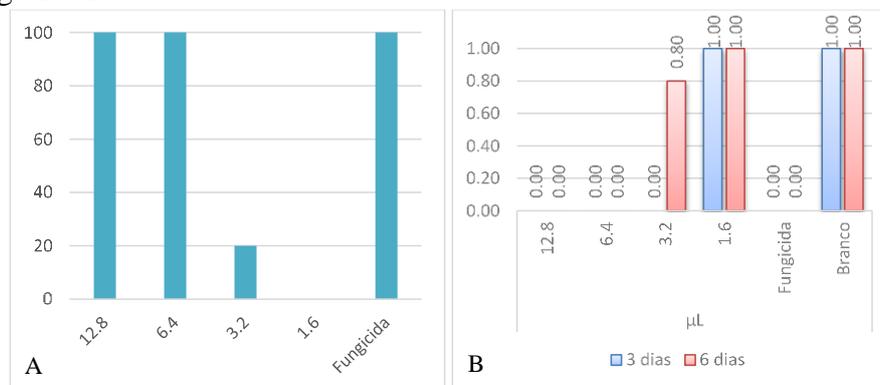


Figura 7. Crescimento micelial de *M. phaseolina* frente ao OE da lavanda. A. ICM; B. T_xCM .

Lavandula dentata tem potencial repelente, inseticida, antimicrobiana, antioxidante, antifúngica, inibidor de acetilcolinesterase, assim como as atividades terapêuticas de seus compostos (7,8,9,10). Outros autores também revelaram sua atividade antifúngica. (11) testaram o OE de lavanda contra duas cepas de *Fusarium oxysporum* e obteve efeito inibitório significativo, com uma taxa de inibição mínima de $49,3 \pm 2,2\%$ e $21,8 \pm 4,2$ na concentração de 0,25 µL / mL e atingindo $100 \pm 0,0$ na concentração de 1 µL / mL. (12) investigaram a atividade antifúngica e o seu constituinte químico principal, o 1,8-cineol contra *Aspergillus carbonarius* e citam uma concentração inibitória mínima de 0,3 e 0,5% respectivamente.

De acordo com pesquisadores (13), o constituinte cânfora presente como majoritário no OE de lavanda pode aumentar a permeabilidade da membrana e liberar macromoléculas intracelulares, como ácidos nucléicos e proteínas. Os autores apontaram ainda, uma potente ação inibitória contra fitopatógenos, tais como *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. verticillioide* e *F. graminearum*. O OE de lavanda tem sido citado como efetivo na inibição do crescimento micelial e esporulação de fungos fitopatogênicos devido à ação de seus constituintes químicos (14,15). Alguns autores (16,17) sugerem que os metabólitos secundários como compostos fenólicos e flavonoides na planta podem ser separados por vários métodos, e os componentes mais eficazes neles podem ser detectados e a pesquisa enriquecida.

CONCLUSÕES

A melhor atividade biofúngica do OE de lavanda contra *M. phaseolina* ocorreu a partir da dose 6,4 µL, com uma ICM de *M. phaseolina* de 100%, o que indicou o seu potencial antifúngico. Contudo, estudos para evidenciar qual ou quais compostos estariam envolvidos no seu efeito biológico ativo visando seu uso como produto de base biológica devem ser realizados.

REFERÊNCIAS

1. Ministério da Agricultura (Br), Pecuária e Abastecimento (MAPA). Agrofit. 2003. [cited 2021 Apr]. Available from: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons
2. Herman A, Tambor K, Herman A. Linalool affects the antimicrobial efficacy of essential oils. *Current Microbiology*. 2016;72(2):165–172. Doi:10.1007/s00284-015-0933-4.
3. Sharma K, Mahato N, Cho MH, Lee YR. Converting citrus wastes into value-added products: Economic and environmentally friendly approaches. *Nutrition*. 2017;34:29-46. Doi:10.1016/j.nut.2016.09.006.
4. Bandoni AL, Czepack MP. Os recursos vegetais aromáticos no Brasil. 1st. ed. Vitória: Edufes – Editora da Universidade Federal do Espírito Santo; 2008. 624 p.
5. Adams RP. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Quadrupole Mass Spectroscopy. 4th. ed. Carol Stream: Allured Publishing Corporation; 2001.
6. Romeiro RS. Métodos em bacteriologia de plantas. Viçosa: UFV; 2001.
7. Aly M, Al-Ghamdi M, Bafeel SO, Khedr AM. Antimicrobial activities and phytochemical analysis of the essential oil of *Lavandula dentata* and *Plectranthus tenuiflorus*, collected from Al Baha region, Saudi Arabia. *Life Science Journal*. 2013;10(4):3302-3309
8. Duarte MR, Souza DC. Microscopic Characters of the Leaf and Steam of *Lavandula dentata* L. (Lamiaceae). *Microscopy research and Technique*. 2014;77(8):647-652. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jemt.22384>.

9. Souto I, Ferreira JLS, Oliveira HMBF, Alves MASG. Atividades farmacológicas do monoterpeno 1,8-cineol: um estudo in sílico. 2016;6(3):26. DOI: 10.18378/rebes.v6i3.4442.
10. Silva ACB, Gomes RA, Pelli A. Propriedade repelente de *Lavandula dentata* Linnaeus em *Nauphoeta cinerea* (Oliver, 1789). Brazilian Journal of Development. 2020; 6(5):26575-26584. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/9866/8295>
11. Si Mohammed A, Kadar NH, Djafer M, Baghdad A, Kihal M, Sanchez J, Gallego E, Garrido-Cardenas JA. In vitro activity of *Lavandula dentata* essential oil against *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* in Algeria. 2020;10(4):249-254. DOI: 10.38150/sajeb.10(4).p249-254].
12. Dammak I, Hamdi Z, Euch SKE, Zemni H, Mliki A, Hassouna M, Lasram S. Evaluation of antifungal and anti-ochratoxigenic activities of *Salvia officinalis*, *Lavandula dentata* and *Laurus nobilis* essential oils and a major monoterpene constituent 1,8-cineole against *Aspergillus carbonarius*. Industrial Crops & Products. 2019;128:85-93. Doi: 10.1016/j.indcrop.2018.11.006.
13. Huo H, Gu Y, Cao Y, Liu N. Antifungal activity of camphor against four phytopathogens of *Fusarium*. Research Square. 2021;1-13. Doi:10.21203/rs.3.rs-274895/v1.
14. López-Meneses AK, Plascencia-Jatomea M, Lizardi-Mendoza J, Rosas-Burgos EC, Luque-Alcaraz AG, Cortez-Rocha MO. Antifungal and antimycotoxigenic activity of essential oils from *Eucalyptus globulus*, *Thymus capitatus* and *Schinus molle*. Food Science and Technology. 2015;35(4):664-671. Doi:10.1590/1678-457X.6732.
15. Moumni M, Romanazzi G, Najar B, Pistelli L, Amara HB, Mezrioui K, Karous O, Chaieb I, Allagui MB. Antifungal activity and chemical composition of seven essential oils to control the main seedborne fungi of cucurbits. Antibiotics. 2021;10(104):1-16. Doi:10.3390/antibiotics10020104.
16. Ben El Hadj Ali I, Chaouachi M, Chaieb I, Boussaid M, Ali H, Bahri R, Harzallah-Skhiri F. Chemical composition and antioxidant, antibacterial, allelopathic and insecticidal activities of essential oil of *Thymus algeriensis* Boiss. et Reut. Industrial Crops and Products. 2015;77:631-639. DOI:10.1016/j.indcrop.2015.09.046.
17. Özdemir E, Gozel, U. Nematicidal activities of essential oils against *Meloidogyne incognita* on tomato plant. Fresenius Environmental Bulletin. 2018;27(6):4511-4517.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-45>

Capítulo 45

GRAU DE INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS

Ana Karoline Silva Sanches¹; Ana Paula Werkhausen Witter²; Lucas Matheus Padovese³ Daniel Nalin⁴ Matheus Luiz de Oliveira Freitas⁵ Daniela Ribeiro⁶ Jamil Contantin⁷

^{1,2,3,4,5,6}Estudante de mestrado do Curso de Agronomia - PGA – UEM; E-mail: karol.sanches20@gmail.com, anapaulawerkhausenwitter@gmail.com, lmpadovese@gmail.com, danielnalin97@gmail.com, mateusluiz_freitas@hotmail.com, danielaribeiro833@gmail.com, ⁷Docente/pesquisador do Depto de agronomia – PGA – UEM. E-mail: jamil.constantin@gmail.com

RESUMO: Plantas daninhas é toda espécie que cresce em local indesejado que interfira no interesse humano e do meio ambiente. Existem relatos de plantas daninha em parábola bíblica, onde se faz a separação do joio e do trigo, em que é prejudicial as culturas utilizadas na alimentação humana, sendo um dos problemas mais antigo da humanidade. Na atualidade, mesmo com advento de tecnologias avançadas na produção de grandes culturas como soja, trigo, milho, algodão, hortaliças, pastagens entre outras, semente com maior poder germinativo e tecnologias aderidas, transgênicos, as plantas daninhas ainda causam grandes prejuízos econômico nas produções agropecuárias, onde esse é um dos principais fatores que influencia no crescimento e desenvolvimento das plantas. A escassez de informações sobre a interferência das plantas daninhas e sua biologia dificulta na estratégia de manejo. Em função disso o objetivo desta revisão de literatura foi quais interferências essas plantas daninhas causam e quais são suas capacidades de sobrevivência.

Palavras-chave: características das plantas daninhas; competição; prejuízos econômicos

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios dos tempos, as plantas daninhas é um dos problemas agrícolas mais antigo da humanidade, tendo registro em parábola bíblica, onde se faz a separação do joio do trigo (mesmo ainda não sendo conhecida por essa terminologia) (1). Desde o início da agropecuária as plantas que infestam uma área espontaneamente onde tem ocupação humana e não é utilizada para alimentação, fibra ou forragem eram consideradas indesejáveis.

Por meio disso, surgiu o termo plantas daninhas. Um dos conceitos aceito é o de ²Blanco (1972), que define como planta daninha, toda e qualquer planta que germine espontaneamente em áreas de interesse humano e que interfira negativamente nas atividades agrícolas e pecuárias do homem. Outra maneira de classificar e pela proposta de ³Shaw (1982) que é, toda planta que ocorre em local não desejado. Já para ⁴Pitelli (1987) é toda espécie que cresce em local indesejado que interfira no interesse humano e do meio ambiente.

Mesmo com advento de tecnologias avançadas na produção de grandes culturas como soja, trigo, milho, algodão, hortaliças, pastagens entre outras, semente com maior poder germinativo e tecnologias aderidas, transgênicos, as plantas daninhas ainda causam grandes prejuízos econômico nas produções agropecuárias, onde esse é um dos principais fatores que influencia no crescimento e desenvolvimento das plantas. O prejuízo ocasionado pelas plantas daninhas pode chegar a 90% em casos em que não é feito controle algum, ficando estas perdas em média de 13 a 15% na produção de grãos (5).

As plantas daninhas tem como mecanismo de sobrevivência a grande agressividade competitiva, grande produção de sementes, facilidade de dispersão das sementes, germinação escalonada e mecanismo diversos de reprodução (sementes, bulbos, rizomas, estolões (6). Perante essas informações o objetivo desta revisão de literatura foi quais interferências essas plantas daninhas causam e quais são suas capacidades de sobrevivência.

INTERFERÊNCIAS

O termo interferência pode ser conceituado como o conjunto de ações negativas que ocorre no cultivo agrícola, ou qualquer atividade humana (florestal, pecuária ou ornamentação), em decorrência da presença de plantas daninhas, em um determinado ambiente (1). A interferência refere-se ao conjunto de ações que recebe uma determinada cultura ou atividade do homem, em decorrência da presença das plantas daninhas num determinado ambiente (6).

A maior interferência das plantas daninhas ocorre no início do cultivo, o controle depende do grau de infestação e agressividade das plantas daninhas (7). A duração do tempo da competição determina prejuízos no crescimento, no desenvolvimento e, conseqüentemente, na produção das culturas (8). Para o controle adequado, é necessário conhecer as ações negativas de pressões bióticas e abióticas, onde esses efeitos negativos condiciona um mau desenvolvimento e crescimento. O resultado desses efeitos negativos, são um total de pressões ambientais ligadas, direta ou indiretamente, a presença das plantas daninhas no ambiente de interesse humano (1). Quando se tem efeitos diretos das plantas daninhas sobre a atividade humana, são chamados de interferência direta; quando os efeitos são indiretos denomina-se de interferência indireta. Para ⁹Kozłowski (2002) as culturas agrícolas são propícias a fatores de natureza biótica ou abiótica, que direta ou indiretamente influenciam na produtividade, como também o sistema de produção empregado. Onde a presença das plantas daninhas constitui um dos principais fatores bióticos. Ainda se pode classificar as interferências em intraespecífica, que é quando o agente causador não é da mesma espécie do agente receptor e interespecífica, que é quando o agente causador é da mesma espécie do agente receptor (1).

A interferência direta é todo efeito ocasionado pela presença da planta daninha no mesmo local de plantio da cultura desejada, podendo ser: competição, alelopatia, parasitismo, a depreciação de produtos, intoxicação por planta, entupimento de comportas, pontes e bueiros, redução da vida útil de corpos d'água. Onde o resultando dessa interação é a redução quantitativa ou qualitativa do produto adquirido em determinada atividade humana.

COMPETIÇÃO

Na interferência direta a competição é uma das mais relevante, por isso há várias definições. Uma delas é que, a competição tem como resultado o efeito danoso a duas ou mais plantas de espécies diferente ou da mesma espécie que estão se desenvolvendo no mesmo período de tempo e espaço (10).

Para ¹¹Pitelli (1985), a competição inicia quando duas ou mais plantas estão convivendo no mesmo ambiente, onde disputam os recursos do solo e do ar. Algumas características como fácil germinação, condições ecológicas variáveis, grande números de estômatos por área foliar, crescimento e desenvolvimento rápido de grande superfície fotossintética, extensão e profundidade das raízes, porte e arquitetura, tolerância a adversidade climática (geada, excesso de chuva e secas) determina o grau da competição entres as plantas. Já ¹²Wilson, 1988 o entendimento do resultado da competição entre uma espécie desejada com as plantas daninhas é a redução do crescimento da cultura, da massa vegetal e do rendimento de grãos.

Um dos fatores que limitam a produtividade de uma cultura e a competição imposta pelas plantas daninhas. Para a avaliação da intensidade da competição e medida a redução do crescimento das plantas cultivadas, assim como da produtividade (13). Essa redução na produtividade acontece porque as plantas daninhas e as culturas crescem e desenvolvem-se juntas em uma mesma área. Como necessitam de água, luz, nutrientes e CO₂ e O₂, na maioria das vezes, estes fatores de crescimento (ou pelo menos um deles) pode está distribuído com escassez, até mesmo para o desenvolvimento da cultura, por meio dessa deficiência ocorre competição. Nessas circunstâncias, qualquer planta que se estabelecer junto com a cultura vai utilizar parte dos fatores de produção já limitados, diminuindo a produtividade da cultura e a qualidade do produto (14).

Diversos são os fatores relacionados a população infestante que classifica a intensidade da interferência entre plantas cultivada e daninhas, como densidade, composição específica e distribuição. Além da própria cultura (espécie, espaçamento, densidade de sementeira). Assim como as condições climáticas e edáficas, do manejo e da época de duração do período de convivência mútua (11).

As plantas cultivadas têm menor habilidade do que as plantas daninhas em recrutar os recursos do meio ambiente como água, CO₂, nutrientes e luz. Contudo na competição pela luz as plantas cultivadas saem na frente das plantas daninhas por ter semente maiores, enquanto as plantas daninhas têm plântulas de porte pequeno assim como suas sementes. Entretanto, as plantas daninhas têm grande capacidade de estiolamento quando sombreadas, onde por meio disso muda de sua situação de desvantagem para uma nova situação, em que suas folhas ficam no mesmo nível ou acima das folhas da cultura interceptando os raios solares. Já na competição por água é apenas preocupante quando a escassez desse recurso (10).

ALELOPATIA

A alelopatia é metabólitos secundários produzido por plantas que interfere no desenvolvimento de outras plantas. Existe relatados na literatura. Teofrastos (352-287 aC) e depois Plínio (23-79 d.c), por exemplo, observaram efeitos antagonistas plantas/plantas nas lavouras (15).

De acordo com ¹⁶Molisch (1937), o termo alelopatia é derivado do grego allelon = de um para outro e pathós = sofrer, significando prejuízos mútuos e expressando o fenômeno natural de uma planta liberando substâncias inibitórias para o crescimento de outras plantas em uma mesma comunidade. Segundo ¹⁷Muller (1969) pode se conceituar as interações que se desencadeia entre organismos vizinho como interferência. Contudo por ser um termo muito vasto e englobar vários mecanismos, com isso ¹⁸Szczepanski (1977) dividiu em três:

- Alelospolia - conhecida como competição. É que a interferência que ocorre pelos microrganismos provoca a redução de um ou mais fatores de crescimento (água, nutriente, luz, O₂ E CO₂) e prejudica o desenvolvimento normal de outros organismos na comunidade;
- Alelopatia – é a interferência provocada por substâncias químicas produzidas por alguns organismos e que no meio ambiente afeta outros componentes da comunidade;
- Interferência indireta ou alelomeiação – são modificações incitadas em organismo no meio biológico ou físico com reflexo aos seres vizinhos.

Explicando o conceito de alelopatia de forma simples, é quando um indivíduo influencia o outro, seja favorecendo ou prejudicando, e sugere que o efeito é realizado por biomoléculas produzidas por uma planta e liberadas dos tecidos vegetais ao ambiente por volatilização através das partes aéreas da planta (19).

Para ²⁰Harbone (1988), a alelopatia representa uma contribuição química às adaptações defensivas das plantas ao ambiente. As interações aleloquímicas entre plantas são reconhecidas como fator primordial no padrão de crescimento da vegetação, no crescimento das plantas indesejáveis e na produção das culturas nos sistemas agrícolas (21).

Na alelopatia os compostos químicos que possuem atividades alelopáticas são usualmente produtos do metabolismo secundário das plantas e são chamados de aleloquímicos, substâncias alelopáticas, fitotoxinas ou apenas produtos ou metabólitos secundários. Estas substâncias estão presentes em todos os tecidos das plantas, incluindo folhas, flores, frutos, raízes, rizomas, caules e sementes (22). De acordo com ²³Miller (1996) o efeito alelopático pode ser classificado em dois tipos:

- Autotoxicidade: é um mecanismo intraespecífico de alelopatia que ocorre quando uma espécie de planta libera determinada substância química que inibe ou retarda a germinação e o crescimento de plantas da própria espécie.

- Heterotoxicidade: ocorre quando uma substância com efeito fitotóxico é liberada por determinada planta afetando a germinação e o crescimento de plantas de outra espécie.

LIBERAÇÃO DE COMPOSTOS ALELOQUÍMICOS

O uso de cobertura morta sobre o solo contribui para o controle de plantas daninhas, em que ajuda não somente pela supressão física, mas também pela liberação de compostos químicos da palhada para o solo. Essas substâncias são denominadas de aleloquímicos e são resultantes do metabolismo secundário (24), além disso, cada espécie pode produzir um conjunto variado delas, com diferenciada ação sobre os componentes da comunidade

em que está inserida, dependendo, principalmente, das condições climáticas, da quantidade do material vegetal na superfície do solo, do tipo de solo e da população microbiana (25).

Há vários estudos sendo realizados sobre o efeito alelopático da palhada de várias espécies sobre a cultura de soja, milho, trigo, entre outras. Sabe-se que a palha na superfície do solo constitui reserva de nutrientes, cuja disponibilização pode ser rápida e intensa (26), dependendo da interação entre a espécie utilizada, manejo da fitomassa (época de semeadura e de corte), umidade (regime de chuvas), aeração, temperatura, atividade macro e microbiológica do solo, composição química da palha e tempo de permanência dos resíduos sobre o solo (27).

Pesquisas mostram como exemplo, o controle de plantas indesejáveis na cultura de milho, em função da quantidade de palha do nabo forrageiro (28). Há relatos da redução no crescimento da espécie indesejável *Bidens pilosa* (picão preto) sobre a palhada de *Raphanus sativus L.* (rabanete) (29).

CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DE PROPÁGULOS

As plantas daninhas podem se reproduzir por meio sexuado (reprodução sexuada ou seminífera) ou por meio assexuado (vegetativa). Na reprodução sexuada, é necessário a polinização e fecundação do óvulo, ao contrário da reprodução assexuada. Além disso, é importante ressaltar que algumas plantas daninhas podem apresentar os dois tipos de reprodução, sexuada e assexuada, na mesma planta (1). O sucesso da perpetuação da espécie depende principalmente do número e da viabilidade dos propágulos, podendo ser vários os propágulos que as plantas podem se perpetuar-se, como sementes, estolões, bulbos e rizomas (10).

Se a germinação das plantas daninhas fosse uniforme, seu controle seria facilitado pelo manejo de um único método de controle em um único período, contudo, isso não ocorre, as plantas daninhas tem a capacidade de germinar de forma desuniformidade, esse processo germinativo ocorre dessa forma para garantir desenvolvimento de suas gerações em adversidades ambientais. A elevada produção de sementes pelas plantas daninhas tem o intuito de aumentar as chances de perpetuação no ambiente (30)

Um exemplo de espécie de difícil controle por causa de suas diversificadas maneiras de desenvolvimento é a tiririca (*Cyperus rotundus*), em que se propaga por sementes, rizomas, bulbos e, principalmente, por tubérculos, é considerada uma das plantas mais daninhas do mundo devido a sua capacidade de competição, agressividade e pela dificuldade em ser controlada ou erradicada (31). Outra espécie de difícil controle é o capim-amargoso (*Digitaria insularis*), é uma das principais plantas daninhas brasileira, onde sua disseminação ocorre em todas as regiões, um dos fatores que faz essa planta se tão problemática é apresentar reprodução por sementes de tamanho pequeno, entretanto que essa planta se desenvolve ocorre perenização que é a formação de órgãos de propagação (rizomas), em que mesmo com o arranquio da parte aérea da planta, ela sobrevive (32).

CONCLUSÕES

As plantas daninhas tem apresentado contínuo aumento de importância econômica no manejo de culturas, porém nota-se deficiência de informações sobre sua interferência e métodos de controle. Essa revisão vem para apresentar os tipos de interferências que as plantas daninhas podem acarretar em conjunto com as culturas, identificando características de algumas espécies para utilização de novas estratégias de controle.

REFERÊNCIAS

1. CARVALHO, L.B. Estudos ecológicos de plantas daninhas em agroecossistemas. Jaboticabal: Editado pelo autor, 2011, 58p.
2. BLANCO, H.G. A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle de plantas daninhas. *O Biológico*, v.38, n.10, p.343-350, 1972.
3. SHAW, W.C. – Integrated weed management systems technology for pest management. *Weed science*, 30(supl. 1): 2-12, 1982.
4. PITELLI, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. Série Técnica IPEF, Piracicaba, v.4, n.12, p.1 – 24, Set.1987. Embrapa, 2021.
5. EMBRAPA. Plantas daninhas. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-plantas-daninhas/sobre-o-tema>>. Acesso em: 11 ago. 2021.
6. GAZZIERO, DLP, ADEGAS, FS; PRETE, CEC.; RALISCH, R; GUIMARÃES, MF. As Plantas Daninhas e a Semeadura Direta. Londrina: Embrapa soja, 2001. 59 p. (Embrapa soja. Circular Técnica, 33).
7. KARAM, D. Manejo integrado de plantas daninhas. I Simpósio sobre manejo de plantas daninhas no semi-árido, 2006, 151-158 p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/51487/1/FIT-098Poster.040.pdf>. Acesso em: 10/07/20201.
8. ZANINE, AM.; SANTOS, EM. Competição entre espécie de plantas – Uma revisão. *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia*, v. 11 n. 1, p. 10-30, 2004.
9. KOZLOWSKI, L. A. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. *Planta Daninha*, v. 20, n. 3, p. 365-372, 2002.
10. BRIGHENTI, AM; OLIVEIRA, AF. Biologia de plantas daninhas. In: Rubem Silvério de Oliveira Jr.; Jamil Constantin; Miriam Hiroko Inoue. (Org.). *Biologia e Manejo de Plantas Daninhas*. 2ed. Curitiba: OmniPax Editora, 2011, v. 1, p. 1-36.
11. PITELLI, R.A. – Interferência das plantas daninhas nas culturas agrícolas. *Informe agropecuário*, 11(29): 16-27, 1985.
12. WILSON, J.B. Shoot competition and root competition. *Journal Applied Ecology*. v. 25, p. 279–296, 1988.
13. AGOSTINETTO, D.; RIGOLI, RP.; SCHAEGLER, CE.; TIRONI, SP; SANTOS, L.S. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. *Planta Daninha*, v. 26, n. 2, p. 271-278, 2008.
14. SILVA, AF; CONCENÇO, G.; ASPIAZÚ, I.; FERREIRA, EA; GALON, L.; FREITAS, MAM; SILVA, AA; FERREIRA, FA. Período anterior à interferência na cultura da soja-rr em condições de baixa, média e alta infestação. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v. 27, n. 1, p. 57-66, 2009.
15. RIZVI, SJH.; HAQUE, H.; SINGH, VK.; RIZVI V. A discipline called allelopathy. In: RIZVI, S. J. H.; HAQUE, H.; SINGH, V. K.; RIZVI V. *Allelopathy basic and applied aspects*. 5 ed. Londres: Chapman & Hall, 1992.

16. MOLISCH, H. Der Einfluss einer Pflanze auf die andere Allelopathie. Jena: Fischer. 1937
17. MULLER, C. H. Allelopathy as a factor in ecological process. *Vegetatio*, North América, v.18, p.348-357, 1969.
18. SZCZEPANSKI, A.J., Allelopathy as a means of biological control of water weeds. *Aquatic Bot*, 3:193-197, 1977.
19. RIZVI, S.J.H.; HAQUE, H.; SINGH, V.K.; RIZVI V. A discipline called allelopathy. In: RIZVI, S. J. H.; HAQUE, H.; SINGH, V. K.; RIZVI V. *Allelopathy basic and applied aspects*. 5 ed. Londres: Chapman & Hall, 1992.
20. Harborne, J.B. *Introduction to Ecological Biochemistry*. London: Academic Press, 1988.
21. RICE. E.L. 1984 *allelopathy*. Academic Press, NY.
22. TANG, C.S.; YOUNG, C.C., Collection and identification of allelopathic compounds from the undisturbed root system of bigalra limpopgrass (*Hemarthria altissima*). *Plant Physiol*, 69:155-160, 1982.
23. Miller, D.A., Allelopathy in forage crop systems. *Agron J*, 88:854_859, 1996.
24. PIRES, N.M.; OLIVEIRA V.R. Alelopatia. In: Rubem Silvério de Oliveira Jr.; Jamil Constantin; Miriam Hiroko Inoue. (Org.). *Biologia e Manejo de Plantas Daninhas*. 2ed.Curitiba: OmniPax Editora, 2011, v. 1, p. 95-123.
25. PITELLI, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. *Série Técnica IPEF*, Piracicaba, v.4, n.12, p.1 – 24, Set.1987.
26. PAULETTI, V. A importância da palhada e da atividade biológica na fertilidade do solo. In: *Curso sobre aspectos básicos de fertilidade e microbiologia do solo em plantio direto*, Cruz Alta, 1999. Palestras..Passo Fundo: Aldeia Norte, 1999. p.56-66.
27. PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; GODOY, R. Extração de nutrientes e eficiência nutricional de cultivares de aveia, em relação ao nitrogênio e à intensidades de corte. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 56, n. 3, p. 613-620, 1999.
28. RIZZARDI, M. A.; SILVA, L. F.; VARGAS, L. Controle de plantas daninhas em milho em função de quantidade de palha de nabo forrageiro. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v. 24, n. 2, p. 263-270, 2006
29. BRIGHENTI; AM; OLIVEIRA, AF. *Biologia de plantas daninhas*. In: Rubem Silvério de Oliveira Jr.; Jamil Constantin; Miriam Hiroko Inoue. (Org.). *Biologia e Manejo de Plantas Daninhas*. 2ed.Curitiba: OmniPax Editora, 2011, v. 1, p. 1-36.
30. BARROSO, AAM; MURATA, AT. *Matologia estudo sobre plantas daninhas*. Jaboticabal: Fabrica da palavra, 2021, 547p.
31. LORENZI, H. *Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional*. 7. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014. 379 p.
32. OLIVEIRA JÚNIOR, R.S. MENDES, R.R.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D.F.; FRANCINI, LHM. *CAPIM-AMARGOSO: fundamentos e recomendações para manejo*. Midiograf, 2020.146 p.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-46>

Capítulo 46

CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NAS BRÁSSICAS: REVISÃO

Cristiane Hauck Wendel¹; Marcela Padilha Iastremski²

¹Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia - PPGA – UNICENTRO; E-mail: hauckwendel@hotmail.com, ²Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia - PPGA – UNICENTRO; E-mail: marcella.iastremski@gmail.com

RESUMO: As brássicas são hortaliças de grande importância econômica e na alimentação humana saudável, sendo rica em antioxidantes, ácido fólico, ferro, fibras, vitaminas A, B, C, E, K e zinco. Entretanto, a qualidade e a produtividade das brássicas podem ser prejudicadas pela convivência com plantas daninhas durante o período de crescimento e desenvolvimento da cultura, pois estas competem com luz, água, gás carbônico, oxigênio, nutrientes, espaço físico, além de serem hospedeira de pragas e doenças. As plantas daninhas interferem na produtividade de acordo com o grau de competição, o qual está relacionado, com as características da cultura, tipos de solo, do grau de infestação, período e época de convivência entre as plantas, condições edafoclimáticas. Para a cultura das Brássicas, existe poucas informações sobre o controle das plantas daninhas, sendo limitado a disponibilidade de herbicidas registrados. Quando as brássicas são expostas ao controle químico das plantas daninhas com herbicidas, mesmo sendo seletivos, podem sofrer processos de fitointoxicação prejudicando seu desenvolvimento. Alguns fatores ambientais como horário da aplicação, umidade relativa do ar e orvalho podem causar maiores danos nas brássicas e interferir na eficácia do controle. Diante disso, objetivou-se com esse trabalho revisar a importância do controle químico das plantas daninhas no período correto que esteja causando interferência a planta de valor comercial, evitando assim submetê-las ao estresse e fitointoxicação.

Palavras-chave: plantas daninhas, interferência, controle químico, *Brassicaceae*

INTRODUÇÃO

As *Brassicaceae*, popularmente conhecidas como Brássicas, são originárias da Costa Norte Mediterrânea, Ásia Menor e Costa Ocidental Europeia, constituem uma numerosa família de plantas, com cerca de cem espécies (1). No Brasil, sua introdução foi por imigrantes italianos, introduzidas na região serrana fluminense em Teresópolis-RJ. (2). As espécies com maior importância, no cenário econômico e social do Brasil, relacionado à produção e consumo, é a cultura do repolho (*Brassica oleraceae* var. *capitata*), couve-flor (*Brassica oleraceae* var. *botrytis*), couve comum (*Brassica oleraceae* var. *acephala*) e brócolis (*Brassica oleraceae* var. *italica*) (1).

Nos últimos anos, o consumo tem aumentado devido a demanda por alimentos saudáveis com alto teor de água e nutrientes, propriedades mineralizantes, antioxidantes e

anticancerígenas, como glucosinolato. São produzidas principalmente, em pequenas áreas e necessitam de grande quantidade de mão-de-obra promovendo a geração de emprego, desde a semeadura até a sua comercialização (3–6). Com a elevação da demanda, houve o aumento da produtividade que exigiu técnicas eficientes de produção, no entanto, um dos principais entraves é a ocorrência das infestações de plantas daninhas, as quais interferem de forma significativa por serem plantas altamente agressivas, capazes de inibir o crescimento e desenvolvimento das plantas cultivadas (7).

As plantas daninhas são consideradas uma das principais restrições à produção de alimentos em sistemas agrícolas no mundo todo, promovendo aumento no custo de produção com herbicidas e comprometendo o rendimento das culturas (8). A qualidade e produtividade das brássicas podem ser prejudicadas pelo controle ineficaz das plantas daninhas, pois estas possuem maior habilidade na disputa por nutrientes, luz, água, espaço, O₂ e CO₂ que estão disponíveis no ambiente onde ambas se desenvolvem, além disso, são hospedeiras de pragas e doenças. Há poucas informações sobre o controle das plantas daninhas para esta cultura, pois a disponibilidade de herbicidas registrados é limitada e as pesquisas voltadas a eficiência e seletividade desses produtos são escassas (9).

A utilização de herbicidas, mesmo estes sendo considerados seletivos, podem ocasionar a fitointoxicação, prejudicando o desenvolvimento e produtividade das plantas cultivadas. Como forma de amenizar o estresse causado pelo uso de herbicidas, tem se buscado alternativas, como o uso de ácido salicílico (AS) como indutor de resistência (10). Além disso, existem vários fatores ambientais que interferem no controle das plantas daninhas, afetando de forma significativa a absorção e translocação dos herbicidas, e consequentemente, o resultado da aplicação (11). Sendo assim, o objetivo desse trabalho é revisar o manejo de controle de plantas daninhas e as tecnologias de aplicação empregadas na produção das brássicas.

AS PLANTAS DANINHAS

As plantas daninhas são definidas como toda espécie vegetal rústica e espontânea que se adaptam às condições climáticas do ambiente onde se desenvolvem, sem que tenham sido semeadas (12). Essas plantas são consideradas infestantes, quando se instalam em culturas agrícolas em exploração. Na implantação de áreas agrícolas, a retirada da vegetação nativa interrompe o equilíbrio existente entre espécies locais, resultando em invasão e proliferação das plantas mais aclimatadas (13). As plantas daninhas são até seis vezes mais eficientes em competir comparadas as plantas de interesse econômico (14), estando entre os fatores que mais influenciam no desenvolvimento das culturas, pois quando não controladas, podem reduzir a produtividade, chegando até a perda total da lavoura (15).

Essas plantas invasoras, também podem liberar substâncias tóxicas, denominadas como aleloquímicos, que podem ser produzidos e exsudadas pelas raízes, parte aérea, sementes em processo germinativo, e até mesmo no processo de decomposição da palha. No entanto, a produção desses compostos depende de fatores ambientais, como a temperatura, umidade, índice de precipitação, radiação e variação sazonal. Os efeitos alelopáticos, interferem na germinação, vigor vegetativo, ocasionam clorose nas folhas, atrofiamento e deformação das raízes (16,17). Indiretamente, as plantas daninhas ainda podem ser hospedeiras de pragas, nematoides e doenças, dificultar o manejo e prejudicar a qualidade do produto comercializável (15).

PERÍODO DE INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS

O grau de interferência sobre as plantas daninhas nas culturas está relacionado com fatores ligados a própria cultura (cultivar e espaçamento), à população infestante (densidade, distribuição e composição específica), ao ambiente (solo, clima e manejo da cultura) e ao período em que elas convivem. Quanto maior o período de convivência entre as plantas invasoras com a cultura, maior será o grau de interferência (18). Nesse aspecto, o grau de interferência é medido em relação à produtividade final (19).

De acordo com os graus de interferência, quando após a semeadura ou transplante a convivência com as plantas daninhas por um determinado período, não promove a competição ou danos, este é denominado período anterior à interferência (PAI), ou seja, quando o meio consegue suprir as tanto as cultivares quanto as plantas invasoras. O período total de prevenção da interferência (PTPI), ocorre quando a partir da semeadura, emergência ou transplante das mudas, a cultura necessita para o seu crescimento e desenvolvimento a ausência da planta daninha (20) até que consiga sombrear o solo, evitando assim a germinação das outras plantas ou seja capaz de suprimir as plantas concorrentes (21). Após este período, não há necessidade de realizar métodos de controle, pois ainda deve haver resíduos de herbicidas pré-emergentes (22).

O período crítico de prevenção de interferência (PCPI), ocorre quando PTPI supera o PAI. Este período é de extrema importância, pois é neste momento que ocorre uma maior ofensiva das plantas daninhas prejudicando a cultura, sendo o momento ideal para iniciar o controle. Entretanto, deve-se levar em consideração, a densidade das plantas infestantes, da cultivar, os parâmetros de plantio como o espaçamento, densidade, forma de semeadura para estabelecer as melhores estratégias de manejo para o controle das infestações (18,19,23,24).

Na cultura do brócolis, a PCPI pode ocorrer entre 3 a 17 dias após o transplante das mudas (DATM), com a infestação das plantas daninhas *Galinsoga sp.*, *Commelina sp.*, *Oxalis sp.* e *Sonchus oleraceus*.(25). Na Jordânia, o PCPI ocorreu de 0 a 38 dias após o transplante das mudas (26), sendo que as perdas podem atingir cerca de 37% a 59% na produção (27). Na couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.), o PAI e o PTPI, podem acontecer aos 42 e 14 dias após a emergência (DAE), respectivamente, não configurando a possibilidade de controle com PCPI em um intervalo de tempo definido, mas sim apenas um único controle pontual entre 14 e 42 DAE (28).

CONTROLE QUÍMICO DAS PLANTAS DANINHAS

Dentre as práticas de manejo de plantas daninhas, o controle químico tem sido o mais utilizado, por ser considerado o método mais rápido e eficiente para não comprometer o rendimento. Nas brássicas, esse tipo de controle tem como empecilho a seletividade dos herbicidas e os limitação de produtos registrados para uso nas espécies em questão. A seletividade é fundamental para alcançar efetividade no controle, mesmo quando influenciado por fatores relacionados às plantas (retenção, absorção, translocação, metabolismo diferencial de herbicida, estágio de crescimento e cultivar), condições ambientais e ao herbicida (dose, formulação e modo de aplicação) (29).

Alguns herbicidas testados na cultura do repolho, apresentaram eficiência no controle das plantas daninhas, porém, causaram toxicidade elevada às plantas. Dentre estes, os princípios ativos que ocasionaram poucos sintomas visuais de fitointoxicação nas plantas e por esse motivo, poderiam ser considerados seletivos foram o oxyfluorfen,

flumioxazin e S-metolachlor (9). O ethametsulfuron methyl, também não promoveu danos nas culturas do repolho, brócolis e couve-flor, enquanto o foramsulfuron, nicosulfuron, rimsulfuron, thifensulfuron e triflusulfuron ocasionaram fitotoxidez (30).

Resultados de seletividade com S-metolachlor também foram descritos na cultura do repolho, onde constatou-se a tolerância a esse herbicida nas aplicações de pré-transplante incorporado, pré-transplante e pós-transplante (31). Outra pesquisa também enfatizou os herbicidas oxyfluorfen, dimethenamid-p, sulfentrazone e dimetenamida-p+sulfentrazone na nas culturas de brócolis, couve-flor e repolho na fase de pré-transplante, com dosagens adequadas, obtiveram resultados eficazes nas referidas culturas (32).

FATORES CLIMÁTICOS QUE INTERFEREM NA TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO

O êxito da aplicação de herbicidas, depende do processo de absorção, translocação ou o metabolismo da planta e pode ser influenciada por condições ambientais, como duração e intensidade de luz, temperatura do ar, umidade relativa, orvalho e precipitação da água, interferindo na eficácia do produto. Em grandes culturas, como na soja e milho, a temperatura influencia na eficácia de absorção e translocação de 2,4 D ou Glyphosate em *Ambrosia artemisifolia* e *Ambrosia trifida* (33). O herbicida mesotrione também teve eficiência reduzida quando aplicado em alta temperatura, devido a uma metabolização mais lenta do produto, a qual pode depender da característica do produto e das espécies de plantas daninhas (34).

A fotodecomposição ocorre quando a intensidade de luz solar provoca a decomposição da molécula herbicida por meio do rompimento das ligações químicas nas moléculas herbicidas e/ou atuar como catalisador. A deriva é o resultado da presença de vento, sendo agravada pela umidade relativa baixa, nesses casos, deve-se optar por bicos com injeção de ar e reduzir a velocidade de aplicação para controlar a deriva e melhorar a penetração das gotas no dossel (35). Um estudo mostrou a influência da velocidade do vento, temperatura e umidade relativa na deriva fora do alvo. A deriva pode reduzir significativamente, a 24 °C, velocidade do vento de 2,24 m/s (5 mph), umidade relativa de 75%, embora haja dificuldade de se obter estes parâmetros quando se realiza tratamentos semanais (36).

A presença de orvalho nas plantas daninhas causa preocupações aos agricultores, devido a existência de água livre na folha. Portanto, a melhor escolha é retardar o momento da aplicação até as folhas se apresentarem secas. Nesse aspecto, o orvalho pode diminuir a eficácia do herbicida por escorrimento, e por outro lado, também pode aumentar a eficiência reduzindo os impactos de grandes gotas na superfície da folha, evitando a perda, e ao mesmo tempo, a presença resulta na hidratação da cutícula prolongam o tempo de secagem favorecendo a absorção foliar (37). Uma pesquisa mostrou que as aplicações realizadas às 09:00h, apresentaram uma maior eficácia de controle (38).

Alguns herbicidas, como o glyphosate podem ter seu efeito prejudicado, mesmo na presença de pequenos volumes de água, como foi verificado em plantas de *Urochloa decumbens* com orvalho simulado, onde os volumes de calda mais baixos (100 L ha⁻¹) e dose menor do herbicida (90 g ha⁻¹) apresentaram melhores resultados, e a presença do orvalho na folha reduziu a atividade do herbicida quando aplicado em menor dose associado ao maior volume de calda (39). Porém, o glyphosate junto com adjuvantes aplicados na presença de orvalho, não apresentou diminuição em sua atividade em *Abutilon theophrasti* (40). As característica da superfície da folha também pode influenciar na retenção ou perda por escorrimento do produto (41).

TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO E DEPOSIÇÃO DA PULVERIZAÇÃO

O êxito do controle de plantas daninhas está associado a qualidade da tecnologia de aplicação. A deposição correta no alvo, é imprescindível para que um herbicida seja eficiente, evitando assim, perdas do ingrediente ativo para o solo e por deriva. Além disso, a deriva dos herbicidas resulta em contaminação ambiental, com impactos tanto na saúde humana como em plantas não-alvo, animais, insetos e recursos naturais. A deriva é ocasionada pela movimentação das gotas pela ação do vento, assim como a deposição de gotas que não atingiram o alvo, devido as técnicas ineficientes de aplicações (42–44).

Para se obter maior deposição do produto sobre o alvo durante a aplicação, fatores como volume da calda de pulverização, o tamanho e a densidade de gotas, pontas de pulverização, a velocidade do equipamento pulverizador, os ângulos de aplicação, a arquitetura da planta, o estágio de desenvolvimento e as características morfológicas são fundamentais para a eficácia do controle químico nas plantas (45–48). Estudos verificaram que as pontas de pulverizações, interferem no processo de aplicações de agrotóxicos, pois determinam as características do jato emitido, regulam a vazão e controlam o tamanho da gota (49).

Diferentes metodologias estão sendo realizadas para verificar a deposição de produtos fitossanitários nas folhas (50). O uso de traçadores é uma metodologia que está sendo empregada por ser mais simples e viável. A metodologia consiste no uso de corante alimentício como traçadores, os quais são quantificados com espectrofotômetro, sendo a radiação eletromagnética medida no comprimento de onda (51,52). O corante fluorescente pode ser observado sob luz ultravioleta e não interfere na característica física da calda, mas alguns parâmetros, devem ser levados em conta, como a estabilidade da luz solar, temperatura, armazenamento e pH, nível de detecção, toxicidade, persistência e a solubilidade (53).

CONCLUSÃO

A interferência das plantas daninhas é um dos principais gargalos à produção de hortaliças, assim como na cultura das brássicas, pois aumentam o custo de produção, comprometem a qualidade do produto e seu valor comercial, e além de afetar o rendimento, podem levar à perda total da produção. Desta forma, práticas de controle são essenciais e devem ser realizadas em períodos em que a interferência não tenha ocorrido nas brássicas.

REFERÊNCIAS

1. Filgueira F. Novo manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3º ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2008. 421 p.
2. Almeida D. Manual de cultura hortícolas. 1º ed. Lisboa: Presença; 2006. 346 p.
3. Lana M. Diagnóstico do manuseio pós-colheita de couve-flor e repolho em uma cooperativa de produtores de hortaliças de Planaltina-DF. 1º ed. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças; 2010. 44 p.

4. Ayub RA, Souza AM de, Gioppo M, Gonçalves J, Rezende BLA, Otto RF. Caracterização pós-colheita de dois híbridos de couve-flor. *Biotemas*. 2010;23(2):45–9.
5. Silva KS, Santos E da C dos, Benett CG, Laranjeira LT, Eberhardt Neto E, Costa E. Produtividade e desenvolvimento de cultivares de repolho em função de doses de boro. *Hortic Bras*. 2012;30:520–525.
6. Tian M, Yang Y, Ávila F, Fish T, Yuan H, Hui M, et al. Effects of selenium supplementation on glucosinolate biosynthesis in broccoli. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2018;66:8036–44.
7. Richard EP, Dalley CD. Sugarcane response to bermudagrass interference. *Weed Technology*. 2007;21(4):941–6.
8. Renton M, Chauhan BS. Modelling crop-weed competition: Why, what, how and what lies ahead?. *Crop Protection*. 2017;95:101–8.
9. Reis MR, Melo CA. D, Raposo TP, Aquino RFBA, Aquino LA. Selectivity of herbicides to cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata). *Planta Daninha*. 2017;35:1–6.
10. Khan W, Prithviraj B, Smith DL. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *Journal of Plant Physiology*. 2003;160(5):485–92.
11. Cieslik LF, Vidal RA, Machado AB, Trezzi MM. Fluazifop-p-butyl efficacy as a function of application time and herbicide dose. *Planta Daninha*. 2017;35:1–7.
12. Ashton F, Aghdam M. *Weed Science: principles & practices*. 3^o ed. New York: John Wiley & Sons, Ltd; 1991. 466 p.
13. Lorenzi H. *Considerações sobre plantas daninhas no plantio direto*. Piracicaba: Copersucar; 1990.
14. Lorenzi H. *Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional*. 7^o ed. Nova Odessa: Plantarum; 2014. 384 p.
15. Vasconcelos M da C da C de A, Silva AFA da, Lima R da S. Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas. *Agropecuária científica no semiárido*. 2012;8(1):01–6.
16. Pereira W. Manejo e controle de plantas daninhas em áreas de produção de sementes de hortaliças. In: *Curso sobre tecnologia de produção de sementes de hortaliças*. Brasília: Embrapa Hortaliças; 2004.
17. Viecelli C, Cruz-Silva C. Efeito da variação sazonal no potencial alelopático de Sálvia. *Semina: Ciências Agrárias*. 2009;30:39–45.

18. Kozłowski LA. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. *Planta Daninha*. 2002;20:365–72.
19. Pitelli R, Durigan J. Terminologia para períodos de controle e de convivência de plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas Daninhas. Piracicaba: AUGEGRAP; 1984. p. 37.
20. Velini E, Frederico L, Morelli J, Marubayashi O. Avaliação dos efeitos do herbicida clomazone, aplicado em pós-emergência inicial, sobre o crescimento e produtividade de soqueira de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* cv. SP 71-1406). *STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos*. 1992;10:13–6.
21. Agostinetto D, Rigoli RP, Schaedler CE, Tironi SP, Santos LS. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. *Planta Daninha*. 2008;26:271–8.
22. Velini E. Interferências entre plantas daninhas e cultivadas. In: Simpósio sobre herbicidas e plantas daninhas. Dourados: Embrapa; 1997. p. 29–41.
23. Cobucci T, Rabelo R, Silva W. Manejo de plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas na região dos cerrados. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica; 2001. 60 p.
24. Knezevic SZ, Evans SP, Blankenship EE, Acker RCV, Lindquist JL. Critical period for weed control: the concept and data analysis. *Weed Science*. 2002;50(6):773–86.
25. Carranza H, Orellana A, Dardon D, Salguero V. Determination of weed critical period competition in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). *Annual Report*. 1996;(4):84–9.
26. Qasem JR. Weed competition in cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) in the Jordan Valley. *Scientia Horticulturae*. 2 de julho de 2009;121(3):255–9.
27. Govindra S, Bhan V, Tripathi S. Weed control in cauliflower (*Brassica oleracea* L.). *Indian Journal of Weed Science*. 1983;15(1):1–6.
28. Terao D, Passini T, Christoffoleti P, Perecin M, Fonseca S, Minami K, et al. Competição de plantas daninhas com a cultura da couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*). *O solo*. 1981;73:9–35.
29. Oliveira Jr R, Constantin J, Inoue M. Biologia e manejo de plantas daninhas. Curitiba: Omnipax; 2011. 348 p.
30. Sikkema PH, Soltani N, McNaughton K, Robinson DE, organizadores. Broccoli, cabbage and cauliflower tolerance to sulfonylurea herbicides. *Crop Protection*. 2006;25:225–9.

31. Sikkema PH, Soltani N, Deen W, Robinson DE. Effect of s-metolachlor application timing on cabbage tolerance. *Crop Protection*. 2007;26:1755–8.
32. Sikkema PH, Soltani N, Robinson DE. Responses of cole crops to pre-transplant herbicides. *Crop Protection*. 2007;26:1173–7.
33. Ganie ZA, Jugulam M, Jhala AJ. Temperature influences efficacy, absorption, and translocation of 2,4-d or glyphosate in glyphosate-resistant and glyphosate-susceptible common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) and giant ragweed (*Ambrosia trifida*). *Weed Science*. 2017;65(5):588–602.
34. Godar AS, Varanasi VK, Nakka S, Prasad PVV, Thompson CR, Mithila J. Physiological and molecular mechanisms of differential sensitivity of palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) to mesotrione at varying growth temperatures. *Plos One*. 2015;10(5):e0126731.
35. Roman E, Vargas L, Rizzardi M, Hall L, Beckie H, Wolf T. Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação. Gráfica Editora Berthier; 2005. 152 p.
36. Desmarteau DA, Ritter AM, Hendley P, Guevara MW. Impact of wind speed and direction and key meteorological parameters on potential pesticide drift mass loadings from sequential aerial applications. *Integr Environ Assess Manag*. 2020;16(2):197–210.
37. Kogan M, Zúñiga M. Dew and spray volume effect on glyphosate efficacy. *Weed Technology*. 2001;15:590–3.
38. Stefanello MT, Balardin RS, Minuzzi SG, Favera DD, Marques LN, Pezzini DT, Ebone A. Effect of the interaction between fungicide application time and rainfall simulation interval on Asian Soybean Rust control effectiveness. *Semina: Ciências Agrárias*. 2016;37(6):3881–92.
39. Santos JL, Constantin J, Oliveira Jr. RS, Inoue MH, Sales JGC, Homem LM. Influência do orvalho na eficiência do glyphosate sobre *Brachiaria decumbens*. *Planta Daninha*. 2004;22:285–91.
40. Penner D, Michael J. "The Affect of Dew on Herbicide and Adjuvant Efficacy,". In: *Pesticide Formulation and Delivery Systems: 36th Volume, Emerging Trends Building on a Solid Foundation*, ed. C. Poffenberger and J. Heuser. Conshohocken, PA: ASTM International, 2016. 42-48 p.
41. Roman ES, Vargas L, Ribeiro MCF, Luiz ARM. Influência do orvalho e volume de calda de aplicação na eficácia do glyphosate na dessecação de *Brachiaria plantaginea*. *Planta Daninha*. 2004;22:479–82.
42. Leach AW, Mumford JD. Pesticide Environmental Accounting: a method for assessing the external costs of individual pesticide applications. *Environ Pollut*. 2008;151(1):139–47.

43. Cunha JPAR. Pesticide drift simulation under different application methods. *Revista Ciência Agronômica*. 2008;39:487–493.
44. Matthews G. *Pesticides: health, safety and the environment*. John Wiley & Sons, Ltd; 2015. 296 p.
45. Wirth W, Storp S, Jacobsen W. Mechanisms controlling leaf retention of agricultural spray solutions. *Pesticide Science*. 1991;33.
46. Rodrigues ACP, Filho SIBS, Martins D, Costa NV, Rocha DC, Souza GSF. Avaliação qualitativa e quantitativa na deposição de calda de pulverização em *Commelina benghalensis*. *Planta Daninha*. 2010;28:421–428.
47. Balan MG, Saab OJGA, Maciel CD de G, Oliveira GM. Diagnóstico e proposta de descrição metodológica para artigos técnico-científicos que tratam da avaliação de aplicações de herbicidas. *Revista Brasileira de Herbicidas*. 2012;11(1):126–38.
48. Byers RE, Lyons CGJ, Yoder KS, Horsburgh RL, Barden JA. Effects of apple tree size and canopy density on spray chemical deposit. *HortScience*. 1984; 19(1):93-94.
49. Cunha JPAR da, Ruas RAA, Teixeira MM. Distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato cônico vazio com indução de ar analisada em mesa de prova e simulação computadorizada. *Ceres*. 2007;54(311):40–6.
50. Hewitt AJ. Tracer and collector systems for field deposition research. *Aspects of Applied Biology*. 2010;(99):283–9.
51. Costa AGF, Velini ED, Negrisoli E, Carbonari CA, Rossi CVS, Corrêa MR, Silva FML. Efeito da intensidade do vento, da pressão e de pontas de pulverização na deriva de aplicações de herbicidas em pré-emergência. *Planta Daninha*. 2007;25:203–10.
52. Martins D, Terra MA, Carbonari CA, Negrisoli E, Cardoso LR, Tofoli GR. Efeito de diferentes concentrações de aterbane na deposição de calda em plantas de *Pistia stratiotes*. *Planta Daninha*. 2005;23:343–8.
53. Palladini LA, Raetano CG, Velini ED. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. *Sci Agric*. 2005;62:440–5.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-47>

Capítulo 47

EFEITO DOS ELEMENTOS MINERAIS A EFICIÊNCIA DE HERBICIDAS EM PLANTAS

Ana Paula Werkhausen Witter¹; Ana Karoline Silva Sanches¹; Daniel Nalin¹; Lucas Matheus Padovese¹; Daniela Ribeiro¹; Júlia Pedroso Dias²; Rita De Albernaz-Gonçalves³

¹Estudante de mestrado do Curso de Agronomia - PGA – UEM; E-mail: anapaulawerkhausenwitter@gmail.com, karol.sanches20@gmail.com, danielnalin97@gmail.com, Impadovese@gmail.com, danielaribeiro833@gmail.com,

²Estudante de doutorado do Curso de Agronomia - UEL; E-mail: juliapedias@gmail.com, ³Docente do Curso de Engenharia Agrônômica – IFC; E-mail: rita.silva@ifc.edu.br

RESUMO: A mistura de tanque com a utilizando adubos foliares e herbicidas atualmente é liberada no Brasil sendo comum para as maiores da cultura, trazendo como principais vantagens um custo reduzido e uma menor compactação no solo. Desse modo, esse trabalho tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica apresentado alguns resultados encontrados na literatura para os principais ingredientes ativos (glifosato, 2,4-D e atrazina) com adição de adubos foliares utilizados nos sistemas de manejo do Brasil. Resultados que podem auxiliar os produtores na busca de potencializar o uso desses herbicidas em misturas de tanques, diminuindo o custo operacional e compactando menos o solo. As interações física e química entre os herbicidas e adubos foliares pode acarretar efeito aditivo, sinérgicos ou antagônicos, o impulsiona na realização de estudos para analisar o comportamento da planta. O trabalho teve como conclusão que alguns elementos minerais podem interferir na absorção da planta sobre o herbicida. Além disso, alguns micronutrientes podem potencializar a absorção dos herbicidas na plantas e ainda que as culturas não sofram com deficiência nutricional.

Palavras-chave: controle; mistura; adubos foliares; ghyfosato; 2,4 D.

INTRODUÇÃO

A Segunda Guerra Mundial foi uns conflitos mais devastadores da história da humanidade, que aconteceu entre 1939 e 1945 (1). Durante esse conflito o setor da indústria química foi impulsionado, sendo promovido principalmente pelo aumento na eficiência da produção da agrícola, esse período foi conhecido como “Revolução Verde”.

No Brasil, esse sistema de produção teve início em 1960. Com a implantação do Programa Nacional de Defensivos Agrícolas (PNDA), que tem por objetivo vincular a utilização desses agrotóxicos à concessão de créditos agrícolas (2). Dessa forma, pode se observar que teve o maior aumento no uso de agrotóxicos, entre os anos de 1964 e 1991, mas atualmente consumo de agrotóxicos no país aumentou mais de 276 % (3).

Com esse novo sistema o país se tornou um dos principais produtores agrícolas do mundo. Porque ocorreu melhorias no desenvolvimento dos fertilizantes e dos defensivos, auxiliando na mecanização rural diminuindo consequentemente a mão de obra, acabou ocorrendo uma seleção de sementes mais produtivas. Assim sendo, teve principalmente um maior aumento de produtividades e acabou alavancando o setor agrícola.

No Brasil, atualmente a produção agropecuária do é considerada como uma das maiores do mundo. No país ela representa aproximadamente 21,4% do PIB (Produto Interno Bruto) e gera emprego aproximadamente 19,4% da população economicamente ativa do país. Essa atividade desenvolvida na zona rural. As áreas são ocupadas pelo setor primário da economia do país, no qual se destacam a agricultura, as atividades extrativistas (extração vegetal, animal e mineral) e a pecuária (4).

Com o aumento das áreas destinadas a produção um dos maiores desafios para o cultivo é o manejo fitossanitário de doenças fúngicas e de plantas daninhas, que podem causar perdas de até 80% na produtividade (5,6).

O aumento na produtividade teve também como consequência o aumento no uso dos defensivos. Segundo os dados do (7), o Brasil é o líder mundial na utilização dos defensivos. As três principais classes que representam aproximadamente 90% da quantidade de produtos comerciais vendidos são de inseticida, fungicidas, herbicidas.

Esses dados estão relacionados com o tamanho da área da produção agrícola e com uso intensivo de defensivos nas culturas. As principais culturas tratadas foram: soja, milho, cana de açúcar, algodão e a pastagem. Essas culturas juntas utilizaram em 2018 aproximadamente 88% de defensivos agrícolas já no ano de 2019 aumentou mais de 3% (7).

Atualmente, o uso de defensivos agrícolas está aumentando. Dessa forma, acaba aumentando os custos de produção. Portanto, uma alternativa para diminuir o custo é a realização de aplicação combinadas de diferentes produtos nas culturas. Segundo (8) aproximadamente 97% dos produtores acabam utilizando mistura em tanques com seis ou mais produtos. Porém, deve ser sempre analisado pois algumas misturas de produtos pode diminuir custo operacionais, mas pode ocorrer incompatibilidade (9). Além disso, podem formar precipitados na calda e consequentemente aumentar a toxicidade e reduzir a produtividade (10)

Um ponto importante para diminuir o custo é aplicação em mistura dos elementos minerais com herbicidas. Pouco se sabe sobre esse tema e a literatura é por suas vezes controversa ao abordar essas interações. Por exemplo sabe-se que a utilização do herbicida glifosato pode ocorrer a imobilização de nutrientes no solo e nas plantas (11).

O impacto desse herbicida com a utilização de adubo foliar não alterou o teor dos micronutrientes Fe e Mn . O herbicida diminui a produtividade de grãos da cultivar Fundacep 59 RR. A adubação foliar não foi eficiente como forma de aumentar a produtividade de soja (12).

Os elementos minerais têm um papel muito importantes no crescimento e desenvolvimento das plantas. Esses elementos são responsáveis por várias funções nas plantas e na falta de absorção desse elemento pode ocasionar os sintomas, tais como: plantas murchas ou com pouco vigor, manchas nas suas folhas presença de patógenos e pragas, entre outros (13)

Com base no exposto, há diferentes fatores que constituem para a interações do efeito dos elementos minerais na eficiência de herbicidas em plantas. Desse modo, esse trabalho tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica apresentado alguns

resultados encontrados na literatura para os principais herbicidas utilizados nos sistemas de manejo do Brasil.

GLYFOSATO

Segundo dados do (14) o glifosato ficou em 1º lugar no ranking dos principais ativos mais vendidos e utilizado no mundo. Esse princípio ativo é utilizado para matar as plantas daninhas sendo do tipo não seletivo utilizado principalmente nas culturas como: soja, milho, trigo, algodão e café.

Sua aplicação é realizada através da pulverização, sendo absorvido principalmente pelas folhas, a partir das quais consegue se espalhar por toda a planta (15). Esta molécula $C_3H_8NO_5P$ atua na inibição da enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (ESPS), que participa da via biosintética dos aminoácidos tirosina, fenilalanina e triptofano e outros compostos secundários em plantas, causando assim a inativação metabólica das mesmas (16). Os herbicidas a base dessa molécula são considerados com baixa toxicidade, não apresenta características mutagênicas, teratogênicas e carcinogênicas e não é tóxico para a reprodução (17, 18).

Atualmente, Brasil destaca-se como maior produtor mundial de soja (*Glycine max*) (19). O cultivo de soja vem crescendo ao longo dos anos, principalmente pela crescente demanda mundial dos produtos oriundos do grão. Dessa forma, também se teve um maior plantio de soja transgênica com a tecnologia empregada é a cultivares de soja resistente ao herbicida glifosato -Roundup Ready® conhecida como soja RR. Essa tecnologia proporcionou o uso da molécula em pós-emergência da cultura, sendo um herbicida não seletivo tem muita eficácia no controle de plantas daninhas (20).

Com o uso nova tecnologia, segundo alguns autores tal transgenia ocasiona diversos efeitos fisiológicos. E com uso excessivo das aplicações de glifosato observou um amarelecimento das folhas da soja (21). O amarelecimento observado foi a clorose internerval acentuada, e faixas verdes entre as nervuras secundarias (22). Os sintomas ocorreram por conta da deficiência de manganês (Mn). Essa deficiência diminui a alongação celular podendo reduzir o crescimento radical, indicando inibição do metabolismo de lipídio ou de ácido giberélico (23).

O Mn é absorvido na forma de Mn^{+2} e transportado através do xilema até a parte aérea. Esse acúmulo ocorre, principalmente nas células periféricas das folhas e no pecíolo (24). Esse elemento age em 35 enzimas, desde a biossíntese de aminoácidos aromáticos até a formação de produtos secundários (25).

Essa molécula de herbicida, favorece a transformação do Mn^{+2} que está na forma ativa e absorvível para Mn^{+4} que está na forma inativa e não e absorvível (26). Segundo (27), a produtiva de da soja será menor e a aplicação de Mn não resultara em efeito significativo sobre a produtividade da soja. No entanto, segundo (22) com a aplicação de Mn teve efeito positivo interferindo na produtividade e no peso de 1000 grão.

Outro exemplo na utilização dessa molécula é no controle de *Eleusine indica* (capim pé-de-galinha). Aplicação desse herbicida é favorecida com a adição de nitrogênio, molibdênio e a mistura de silício e potássio a calda, enquanto que na adição de ferro, manganês na calda, acabou prejudicando o controle da espécie (28).

2,4-D

Segundo dados do (14) o 2,4-D ficou em 2º lugar no ranking dos ingredientes ativos mais vendidos no Brasil. Esse grupo tem grande importância na história pois é o primeiro composto sintetizados pela indústria utilizado como herbicida seletivo (29).

Esse herbicida quando pulverizada sobre as plantas, ela é absorvida rapidamente e migrando para as outras partes da planta, afetando principalmente os pontos de crescimento (30). Outros autores, também mostraram que essa molécula afeta o metabolismo dos carboidratos, o metabolismo dos íons, fotossíntese, respiração e absorção de nutrientes a produção de metabolitos tóxicos entre outros (31,32).

Um estudo descreve a interferência do efeito em diferentes concentrações do herbicida 2,4 -D sobre a absorção de fósforo (P) em plantas de trigo (*Triticum aestivum*) com três folhas (30). A baixa disponibilidade de P ela diminui o perfilhamento nas gramíneas e aumenta o ciclo e conseqüentemente diminuirá a produtividade. Assim sendo, a adubação desse elemento se torna um fator limitante por apresentar elevado preço (33).

Segundo (30), eles observaram que o herbicida é estimulante, mas varia com a dose empregada. Ele auxilia tanto na absorção quanto na distribuição do P. Mas, com o passar do tempo esse efeito estimulante pode decrescer. Esses resultados concordam com (34) que também houve incremento na absorção de P e um maior tamanhos de raízes e na parte aérea. Dessa forma, teve a planta iria conseguir ter uma maior absorção de outros nutriente e maior produtividade.

Outro estudo, mostra os efeitos de fertilizante foliar e regulador vegetal na redução de injúrias provocadas pelo herbicida 2,4-D na cultura da soja. Assim sendo, foi observado que o fertilizante foliar e o regulador vegetal não conseguiram atenuaram a fitotoxicidade (<10%) causada pelo herbicidas do 2,4-D, na dose testada, para cultivar de soja (35).

ATRAZINA

No ranking de ingredientes ativos mais comercializados no Brasil, a atrazina aparece em 6º lugar (14). Esta molécula tem sido amplamente utilizada em alguns cultivos ao longo dos anos e a expectativa é de um maior crescimento por ser seletivo, sistêmico, pós-emergência, pré-emergência.

A atrazina pertence ao grupo químico das Triazinas que tem como sítio de atuação Inibição fotossistema II. Quando aplicado essa molécula a energia é transferida para o centro de reação chamado de P680 criando um elétron em estado excitado e ocorrendo a morte da planta (29, 36).

Um estudo mostra, que aplicação de glifosato em mistura com atrazina para o controle de plantas daninhas na cultura do milho estava ocorrendo deficiência de molibdênio que é um micronutriente (37). Esse micronutriente ele auxilia na absorção de nitrogênio (38). A deficiências desse micronutriente tem como consequência a diminuição dos inter-nós, reduz a área foliar e causa o desenvolvimento de clorose nas folhas, o estágio de pendoamento é atrasado e a produtividade é reduzida gradativamente (39).

Segundo (37), a adubação foliar acaba não promovendo o incremento na produtividade. Essa aplicação de molibdênio seria desejada que ocorresse na semeadura em sulco ou até a sexta folha promovendo o incremento da produtividade.

Segundo (40), ele observou o efeito de calcário e fósforo na sorção e a lixiviação e o transporte dos herbicidas que tem em sua composição a atrazina. A calagem aumentou principalmente o pH do solo diminuído a sorção e aumentando a lixiviação nas camadas inferiores do perfil dos solos. Esse aumento na lixiviação ocorre principalmente quando se

aplica a calagem mais os adubos fosfatados. Dessa forma, esses tratamentos aumentou a quantidade de água no lençol freático e diluiu a quantidade do herbicida.

CONCLUSÕES

A revisão apresentada sobre as diferentes descrições de como alguns herbicidas podem interferir sobre elementos minerais e como os elementos minerais podem auxiliar na absorção dos herbicidas dá suporte as seguintes considerações:

Que alguns elementos minerais ferro, manganês, podem interferir na absorção da planta sobre alguns herbicida. Além disso, alguns micronutrientes nitrogênio, molibdênio e a mistura silício e potássio, podem potencializar a absorção dos herbicidas na plantas e ainda que as culturas não sofram com deficiência nutricional. Porém, há grande divergência na literatura quanto os elementos minerais auxiliam na eficiência de herbicidas nas plantas.

A diversidade de respostas pode estar relacionada pois a mistura foi liberada recentemente e depende de qual produto irá se utilizado devendo ser observado a compatibilidade dos herbicidas de dos adubos foliares.

REFERÊNCIAS

1. Gilbert, M. A segunda guerra mundial. Lisboa: D. Quixote; 2012.
2. Lopes C V A, Albuquerque G S C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. Saúde em Debate. 2018,42:518-534.
3. Fraxe T J, Pinheiro J A C, Costa M S B, Gonçalves V V C, Oka J M, Sena G M, et al. Uso de agrotóxicos e seus impactos socioambientais nos municípios de Rio Preto da Eva e Careiro da Várzea. Brazilian Journal of Development. 2020;6:31429-31451.
4. CNA. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. 2020 [acesso em 4 de Ago 2021]. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/cna/panorama-do-agro>.
5. Souza Á P. Avaliação do teor foliar de N, P, K e C total em função da aplicação de fungicidas em plantas de soja [monografia]. Gurupi: Universidade Federal de Tocantins- Campus Universitário de Gurupi; 2020
6. Silva M F. Manejo de plantas daninhas na cultura da soja (Glycine max Ll.) [monografia]. Serra Talhada: Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Agronomia; 2020.
7. SINDIVERG. Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para a Defesa Vegetal. 2020 [acesso em 4 de Ago de 2021]. Disponível em; https://sindiveg.org.br/wp-content/uploads/2020/08/SINDIVEG_Paper_REV_FINAL_2020_bxresolucao.pdf.
8. Gazziero D L P. Misturas de agrotóxicos em tanque nas propriedades agrícolas do Brasil. Planta Daninha. 2015;33:83-92.
9. Andrade D J D, Ferreira M D C, Fenólio L G. Compatibilidade entre acaricidas e fertilizantes foliares em função de diferentes águas no controle do ácaro da leprose dos citros *Brevipalpus phoenicis*. Revista Brasileira de Fruticultura. 2013;35: 39-50.

10. Karkanis, A C, Vellios E, Grigoriou F, Gkrimpizis T, Giannouli P. Evaluation of efficacy and compatibility of herbicides with fungicides in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under different environmental conditions: effects on grain yield and gluten content. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2018; 46: 601-607.
11. Bernards M L, Thelen K, Penner D. Glyphosate efficacy is antagonized by manganese. *Weed Technology*. 2015; 19: 27-34.
12. Merotto Jr A, Wagner J, Meneguzzi C. Efeitos do herbicida glifosato e da aplicação foliar de micronutrientes em soja transgênica. *Bioscience Journal*. 2015; 31: 499-508.
13. BARROS, J. Fertilidade do solo e nutrição das plantas. Évora. 2020.
14. IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2020 [acesso em 12 de out 2020]. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>.
15. Lima N F F, Gomes D S, Lima A M, Frazão N F, Sarmento R G. Caracterização teórica da molécula de glifosato. *Revista Educação Ciência e Saúde*. 2020; 6: 1-14.
16. Zilli J E, Botelho G R, Neves M C P, Rumjanek N G. Efeito de glyphosate e imazaquin na comunidade bacteriana do rizoplano de soja (*glycine max* (L.) merrill) e em características microbiológicas do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 2008; 32: 633-642.
17. BRASIL. Nota Técnica nº 23/2018/SEI/CREAV/GEMAR/GGTOX/DIRE3/ANVISA sobre as conclusões da reavaliação do Glifosato com as respectivas recomendações e proposta de minuta de RDC a ser submetida à consulta pública. 2019 [acesso em 12 de Out de 2020]. Disponível em: <https://ambientesst.com.br/parecer-glifosato/>.
18. Cox, C. Glyphosate (Roundup). *Journal of Pesticide Reform*. 1998; 18: 3–16.
19. CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. 2020 [acesso em 20 de set de 2020]. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra-graos/boletim-da-safra-de-graos>.
20. Yamada T, Castro P R C. Efeito do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agronômicas. *Encarte Técnico*; 2007 [acesso em 03 ago 2021]. Disponível em: [https://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/737CD8A86525A2EC83257AA1005FE1B9/\\$FILE/Encarte-119.pdf](https://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/737CD8A86525A2EC83257AA1005FE1B9/$FILE/Encarte-119.pdf).
21. Reddy N K, Zablotowicz R M. Glyphosate-resistant soybean response to various salts of glyphosate and glyphosate accumulation in soybean nodules. *Weed Science*. 2003; 51: 496- 502.
22. Potrich M V, Jardim D C. Aplicação complementar de manganês em soja transgênica [monografia]. Pernambuco: Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2020.
23. EMBRAPA. Carência de macronutriente e de boro em plantas de juta (*Chorchorus capsularis* L.) variedade roxa. 1963 [acesso em 4 de ago de 2021]. Disponível em:

- <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/380546/carencia-de-macronutrientes-e-de-boro-em-plantas-de-juta-corchorus-capsularis-l-variedade-roxa>.
24. Marengo R A, Lopes N F. Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. 2.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2007.
 25. Heenan D P, Campbell L C. Soybean nitrate reductase activity influenced by manganese nutrition. *Plant Cell Physiol.*1980; 21: 731-736.
 26. Huber D M. Efeitos do glifosato em doenças de plantas. Problemas de nutrição e de doenças de plantas na agricultura moderna: ameaças à sustentabilidade? Anais de Piracicaba. 2007.
 27. Correia N M, Durigan J C. Seletividade de diferentes herbicidas à base de glyphosate a soja RR. *Planta Daninha.* 2007;25: 375-379.
 28. Bereta S F, Santos M C, Witter A P W, Nohatto M A, Vargas J M. Controle de Capim Pé de Galinha em função da mistura de Glyphosate com diferentes adubos foliares. Anais do 8º simpósio de integração Científica e tecnológica do Sul Catarinense- SICT- Sul. 2019;8:969.
 29. De Oliveira Jr R S, Constantin J, Inoue M H. Biologia e manejo de plantas daninhas. Curitiba: Omnipax; 2011.
 30. Alterman M K, Neptune A M L. Efeito do ácido 2, 4-diclorofenoxiacético (2, 4-D) na absorção do fósforo (32p) pelo trigo (*Triticum aestivum.*, L) e a sua distribuição na planta. Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 1977; 34: 541-550.
 31. Robertson M M, Kirdwood R C. The mode of action of foliage applied translocated herbicides with particular reference to the phenoxy - acid compounds. II The mechanism and factors influencing translocation, metabolism and biochemical inhibition. *Weed Res.* 1970; 10: 94-120.
 32. Guinea L, Caramete C. Influenta erbicidelor asupra metamolismului plantelor. *Probleme Agricole.* 1970;11: 42-49.
 33. De Oliveira D L, Borszowskei P R. Taxa de decomposição da palhada de trigo e liberação de NPK em sistema de plantio direto no município de Ponta Grossa-PR. *Revista Techno.*2020; 1: 1-20.
 34. Carvalho S J P D, Nicolai M, Ferreira R R, Figueira A V D O, Christoffoleti P J. Herbicide selectivity by differential metabolism: considerations for reducing crop damages. *Scientia agrícola.* 2009; 66: 136-142.
 35. Costa E M, Almeida D P, Pereira L S, Ventura M V A, Baliza L M, Jakelaitis A. Bioestimulante e fertilizante foliar na redução de injúrias em plantas de soja causadas pelo 2, 4-D. *Revista Brasileira de Herbicidas.* 2020;19: 1-8.
 36. Ross M A, Childs D J. Herbicide mode-of-action summary. 1996 [acesso em 3 de Ago de 2021]. Disponível em: <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/ws/ws-23-w.html>.
 37. Pereira F R S. Doses e formas de aplicação de molibdênio na cultura do milho [tese]. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp; 2010.

38. Agarwala S C, Chatterjee C, Sharma P N, Sharma C P, Nautiyal N. Pollen development in maize plants subjected to molybdenum deficiency. *Canadian Journal of Botany*. 1979; 57: 1946-1950.
39. Lima J M D, Aquino R F, Magalhães C A D S, Gonçalves R H, Nóbrega J C A, Mello C R. Efeito de calcário e fosfato na sorção, lixiviação e transporte de atrazina por erosão em solo. *Ciência e Agrotecnologia*. 2020; 44: 1-1.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-48>

Capítulo 48

EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE POMARES JOVENS DE LIMA ÁCIDA TAHITI EM RESPOSTA AO MANEJO DE PLANTAS DANINHAS.

Maria Beatriz Bernardes Soares¹; Juliana Altafin Galli; Maria Izabela Ferreira²; Monica Helena Martins³; Isadora de Azeredo; José de Anchieta Alves de Albuquerque⁴; Silvano Bianco⁵

¹ Pesquisador da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios Regional Centro Norte – APTA. E-mail: maria.soares@sp.gov.br; juliana.galli@sp.gov.br, ² Docente Centro Universitário Padre Albino – UNIFIPA. E-mail: mariaizabelaf@gmail.com; ³ Bolsista de Treinamento Técnico – APTA. E-mail: mo-martinss@hotmail.com; isadoradeazeredo@outlook.com, ⁴ Docente do Depto de Fitotecnia – CCA – UFRR. Email: anchietaufrr@gmail.com ; ⁵ Docente do Depto de Biologia – FCAV – UNESP. E-mail: silvano.bianco@unesp.br

RESUMO: Apesar da importância comercial da lima ácida Tahiti, ainda são poucas as pesquisas a respeito de práticas de cultivo, sobretudo sobre o manejo das plantas daninhas. , o objetivo do presente trabalho é avaliar o efeito do tempo de convivência com as plantas daninhas e de adoção do manejo químico ou mecânico das plantas daninhas sobre os componentes da produtividade de um pomar jovem de lima ácida ‘Tahiti’. O experimento foi instalado em março de 2018 e conduzido até fevereiro de 2020 em pomar comercial jovem de três anos de idade, no município de Pindorama-SP. Foram testados três manejos de plantas daninhas: o manejo sem controle do mato, o controle do mato por capina manual na área de projeção da copa da planta e outro com controle químico por aplicação de glifosato (1.720 g ha⁻¹ i.a.). As colheitas foram realizadas continuamente sempre que os frutos atingiam qualidade comercial, porém os dados de produção por planta (kg) e número de frutos por planta foram agrupados semestralmente em dados de safra e entressafra, obtendo-se a produtividade e a massa média do fruto por suas relações. Os manejos adotados afetaram significativamente os parâmetros. Nas parcelas em que não houve o controle das plantas daninhas a altura a produtividade foi significativamente reduzidos a partir dos 6 meses de adoção dos manejos de plantas daninhas em até 57,8%. O controle das plantas daninhas com glifosato prejudicou significativamente a produtividade em 19,62%. A tendência é que as diferenças aumentem com a duração da adoção do manejo. **Palavras-chave:** capina, *Citrus latifolia*; glifosato; massa do fruto; modelos de produção.

INTRODUÇÃO

No Brasil cultiva-se uma grande variedade de cultivares e clones de importância comercial dentre as espécies cítricas: laranjas, tangerinas, limões, limas e pomelos (1). Apesar da produção de laranjas doces representar cerca de 90% da produção brasileira de frutas cítricas (2), a lima ácida Tahiti desempenha um papel social, ambiental e econômico importante (3)., sendo a quarta fruta “in natura” mais exportada pelo Brasil com receita

superior a US\$ 82 milhões no ano de 2017 (4). Apesar disso, pouco se conhece sobre as particularidades do seu manejo, sobretudo no que diz respeito ao controle de plantas daninhas, sendo adotadas, em grande parte, soluções genéricas comumente embasadas em estudos feitos para a laranja que é a principal cultura citrícola brasileira (5) sem considerar as especificidades da cultura, sua fisiologia e características produtivas resultando em manejos ineficientes, dispendiosos, com riscos econômicos e ambientais

De maneira geral, a competição com plantas daninhas em pomares de citros pode causar perdas de produtividade superiores a 62% (6) e dependendo da época em que a interferência se manifesta pode ocorrer maior demanda dos recursos do meio e redução na oferta destes para a cultura (7).

O manejo de plantas daninhas realizado corretamente pode reduzir o uso de obra e insumos, melhorar a rentabilidade da cultura, criando condições favoráveis para máxima produção de frutos de qualidade em bases sustentáveis (8). O manejo integrado de plantas daninhas engloba métodos preventivos, erradicação e controle. Em citros são empregados diversos métodos de controle, nos quais os mais comumente utilizados são o mecânico e o químico. O controle mecânico envolve: capina manual, enxada rotativa e roçadora (9) enquanto o controle químico faz uso dos herbicidas, dentre os quais destaca-se o glifosato, caracterizado como um herbicida não seletivo de pós-emergência, é o ingrediente ativo mais utilizado. A dose a ser aplicada depende da espécie da planta invasora e de seu estágio de desenvolvimento (10).

O uso de herbicidas em citros evita perdas drásticas de produção, diminuindo a concorrência por nutrientes e água (11) e traz outros benefícios como: a redução da incidência de ácaros e de gomose, facilitação dos tratos culturais como adubações, aplicações de defensivos e a própria colheita, preservação na estrutura do solo e maior disponibilidade de água e nutrientes (12). Além disso, o custo do controle químico por planta é menor que o da capina manual, sendo competitivo até com os métodos mecânicos, que agregam eficácia na eliminação de plantas daninhas com reprodução vegetativa (13), porém, muitos produtores, como no caso dos pequenos, não levam em consideração ou não tem acesso à informação sobre duas questões importantes quanto a este herbicida: a possibilidade da crescente seleção de biótipos resistentes e espécies tolerantes; e a possível intoxicação das plantas de citros (14).

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho é avaliar o efeito do tempo de convivência com as plantas daninhas e de adoção do manejo químico ou mecânico das plantas daninhas sobre os componentes da produtividade de um pomar jovem de lima ácida 'Tahiti'.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na área comercial de produção de lima ácida Tahiti cultivar IAC5 sobre porta-enxerto limão cravo (*Citrus × limonia*) no município de Pindorama-SP, a 21° 18' S e 48° 89' W, altitude de 527 m, com temperaturas anuais mínima, média e máxima de 17,07°C, 22,8°C e 30,54°C, respectivamente, além de precipitação média anual de 1.390,3 mm e umidade relativa média anual de 71,6%. Conforme a classificação de Köppen, o clima enquadra-se no tipo Aw, definido como tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

O pomar jovem de limeiras apresenta plantas com bom aspecto fitossanitário, espaçadas 6,0 m x 4,0 m, com três anos de idade. No mês de fevereiro de 2018 o pomar foi

adubado pelo produtor conforme os resultados de análise de solo e a recomendação de Stuchi e Cyrillo (15).

As plantas foram submetidas a tratos culturais como poda de limpeza, erradicação de plantas doentes, adubação foliar com micronutrientes, roçagem da entrelinha e aplicação de inseticidas e fungicidas de acordo com o manejo fitotécnico adotado usualmente pelo produtor. A Figura 2 apresenta os dados do Balanço Hídrico Climatológico Sequencial Mensal do período de execução do experimento, compreendido entre os meses de março de 2018 a fevereiro de 2020.

Para a comparação dos manejos adotados, o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições, arranjados em parcelas subdivididas em quem as parcelas principais consistem em manejos plantas daninhas e as sub-parcelas são os tempos de convívio com cada manejo agrupando as 4 principais épocas de colheita (seca/entressafra de 2018, chuva/safra 2018/2019, seca/entressafra 2019 e chuva/safra 2019/2020). Para a evolução da produtividade e para a produtividade acumulada, foram usados os dados de cada colheita realizada no período ao longo dos 2 anos safra.

Os manejos de plantas daninhas adotados foram: capina manual – CM (coroamento), aplicação de glifosato na dose de 1720g de ia. ha⁻¹, aplicado na área de projeção da copa – GLY, uma testemunha na qual não houve controle das plantas daninhas – SC. As parcelas experimentais consistiram de quatro plantas em linha das quais as duas plantas centrais foram consideradas como parcela útil.

A decisão da necessidade de aplicação dos manejos era baseada na cobertura vegetal das plantas daninhas na área de projeção da copa das limeiras aferida pelo aplicativo Canopeo® (16) , assim quando a cobertura vegetal viva de plantas daninhas ultrapassava 20% era feita a capina manual com enxada ou a aplicação do glifosato em forma de pulverização, com o auxílio de um pulverizador costal pressurizado a CO₂ com ponta modelo TXA 8002 VK, operado a pressão de 3 kgf pol⁻², e volume de calda de 160 L ha⁻¹. O pH da calda de pulverização foi corrigido para 4,0 pela adição de ácido fosfônico. As aplicações ocorreram entre 7 e 9h da manhã em ocasiões nas quais a velocidade do vento não excedeu 2,5 km.h⁻¹, medido com anemômetro digital. Assim, nas parcelas capinadas foram realizadas 6 capinas manuais anuais e nas parcelas com controle químico, as plantas receberam 6 aplicações anuais de glifosato, concentrando 4 delas no período considerado chuvoso entre os meses de setembro e fevereiro.

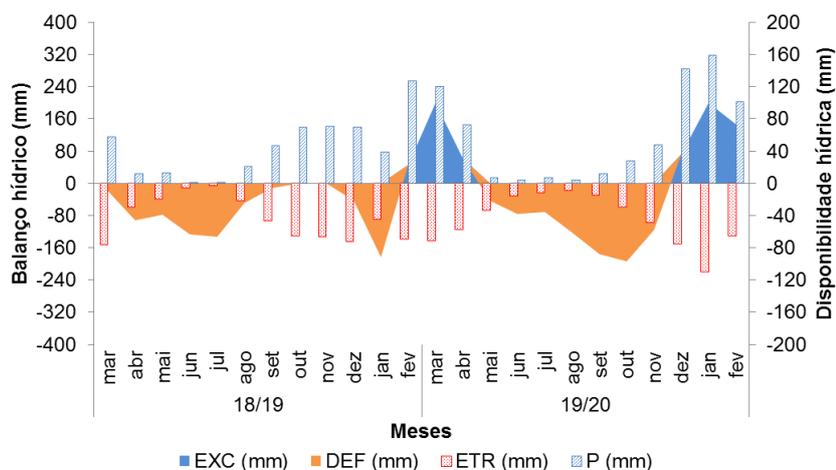


Figura 1. Balanço hídrico climatológico sequencial mensal, pelo método de Thornthwaite e Mather (10), da região de Pindorama-SP. ¹ EXC: Excedente hídrico, DEF: Deficiência hídrica, ETR: Evapotranspiração Real, P: Precipitação.

A produção das plantas foi quantificada continuamente, na ocasião de cada colheita pela pesagem direta dos frutos comercialmente aceitos, colhidos das plantas úteis da parcela, possibilitando a observação contínua da produção. O número de frutos colhidos por planta foi obtido por contagem manual dos frutos das plantas úteis durante a colheita. A produtividade foi estimada pelo produto do peso médio de frutos colhidos por planta e do número de plantas por hectare (400), expressa em $t \cdot ha^{-1}$. A massa média dos frutos foi obtida a partir da relação entre a massa total de frutos por planta e o número total de frutos por planta.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e à análise de variância (ANOVA) pelo teste F ($p \leq 0,05$), em caso de significância suas médias foram comparadas pelo teste de Tukey para os dados dependentes foram feitas análises de regressão polinomial, descrevendo o comportamento produtivo das limeiras ao longo do tempo, bem como a evolução da produção de frutos acumulada em que foram usados os dados de cada colheita realizada no período de condução do experimento. As análises foram realizadas pelo software AgroEstat (17).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variâncias apresentaram distribuição normal e homogeneidade dos dados, possibilitando o emprego de análises paramétricas sem necessidade de transformação dos dados.

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados do uso de controle químico com glifosato, capina manual e convivência com as plantas e das épocas de adoção desses manejos (entressafra 2018 – ES18, safra 2018/2019 – S1819, entressafra 2019 – ES19 e safra 2019/2020 – S1920), no Estado de São Paulo, sobre os componentes da produtividade (número médio de frutos por planta, massa média de frutos por planta, massa média do fruto e produtividade por hectare) do pomar de lima ácida Tahiti

Os efeitos tanto dos manejos utilizados quanto das épocas de adoção dos manejos foram significativos para todos os componentes da produtividade, porém a interação entre eles foi significativa apenas para o número de frutos por planta, para a massa de frutos por planta e, portanto, para a produtividade.

As plantas manejadas com capina manual obtiveram o maior número médio de frutos por planta, maior massa média de frutos por planta, maior produtividade e maior massa média de frutos. O controle químico com glifosato (GLY) apresentou resultados intermediários e o convívio com as plantas daninhas (SC) apresentou as piores médias para todos os parâmetros. Assim, a interferência das plantas daninhas no manejo sem controle diminuiu o número de frutos por planta em 55,7% e a massa do fruto em 7%, diminuindo a produtividade das plantas em 57,8% em relação ao manejo capinado (CM). Já o uso do manejo químico das plantas daninhas com glifosato (GLY), a queda no número de frutos por planta é de 17,07% e da massa do fruto em 3,75%, diminuindo a produtividade em 19,62% em relação ao controle mecânico das plantas daninhas por capina (CM). Essa queda pode estar relacionada tanto à possível fitotoxicidade do herbicida à cultura, quanto à matocompetição com espécies tolerantes e resistentes ao herbicida, que se acumulam no pomar ao longo do tempo.

Considerando-se as épocas de adoção dos manejos, há um importante crescimento do número de frutos, massa de frutos por planta e produtividade a cada período sendo a produtividade na safra maior que entressafra.

Tabela 1. Número médio de frutos por planta, massa média de frutos por planta (kg), produtividade média ($t \cdot ha^{-1}$) e massa média do fruto (g) de lima ácida Tahiti submetidas a 3 manejos de plantas daninhas (capina manual – CM, aplicação de glifosato – GLY e ausência de controle das plantas daninhas –SC) e a 4 épocas de adoção dos manejos (entressafra 2018 – ES18, safra 2018/2019 – S1819, entressafra 2019 – ES19 e safra 2019/2020 – S1920). Pindorama, 2018-2020.

	Número de frutos por planta		Massa de frutos por planta (kg)		Produtividade ($t \cdot ha^{-1}$)		Massa média do fruto (g)	
Manejo de plantas daninhas								
GLY	317,69	b	12,19	b	4,87	b	73,88	ab
SC	169,69	c	6,40	c	2,56	c	71,37	b
CM	383,13	a	15,16	a	6,06	a	76,75	a
F _{bl}	0,78	ns	0,77	ns	0,77	ns	0,49	ns
F _{manejo}	46,55	**	828,24	**	828,24	**	3,40	**
CVm (%)	4,86		15,51		15,51		7,88	
Época de adoção do manejo								
ES18	104,17	d	3,32	d	1,33	d	63,67	b
S1819	124,83	c	4,80	c	1,92	c	76,82	a
ES19	319,33	b	12,10	b	4,84	b	74,64	a
S1920	612,33	a	24,77	a	9,91	a	80,88	a
F _{época}	3.726,55	**	2.617,81	**	2.617,81	**	13,17	**
CVe(%)	8,61		15,90		15,90		9,49	
F _{pxsp}	52,82	**	204,26	**	204,26	**	0,78	ns

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; ns não significativo

¹ Valores com letras maiúsculas iguais na coluna e letras minúsculas iguais na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

Entretanto esse comportamento não é homogêneo em todos os períodos avaliados. Com exceção da massa dos frutos, houve interação significativa para os demais componentes de produção (Tabela 2).

O número de frutos, a massa de frutos por planta e a produtividade apresentam o mesmo comportamento por serem dependentes entre si. Em ES18, as limeiras sob manejo GLY apresentaram resultados significativamente melhores que as demais, enquanto em S1819 o desempenho foi tão bom quanto das plantas do manejo CM e a partir de ES19, as plantas capinadas (CM) apresentaram os melhores resultados produtivos. As plantas mantidas em convívio com as plantas daninhas (SC) sempre apresentaram desempenho significativamente inferior as demais. Segundo Gonçalves et al (18) a coexistência de plantas daninhas na época de menor disponibilidade hídrica reduz a quantidade de frutos por planta quando comparada ao manejo sem interferência, podendo essa redução estar relacionada a uma maior queda de frutos imaturos e à uma interferência significativa da competição de plantas daninhas.

O bom desempenho das parcelas mantidas sem plantas daninhas com o uso do glifosato talvez seja devido ao efeito da cobertura morta das plantas daninhas, sobretudo

durante ES1819, na seca, protegendo o solo e conservando a umidade sob a copa das árvores, pois com a capina manual normalmente as plantas daninhas capinadas acompanhadas de solo e material vegetal, são puxadas no sentido do tronco para fora da copa, então ocorre arrasto de nutrientes e material orgânico para locais de menor quantidade de raízes (12)

Tabela 2. Desdobramento da interação do número médio de frutos por planta (A), produção média de frutos por planta, kg (B) e produtividade média, t.ha⁻¹ (C) de lima ácida Tahiti em 3 manejos de plantas daninhas na área de projeção da copa das plantas (capina manual – CM, aplicação de glifosato – GLY e ausência de controle das plantas daninhas –SC)) e 4 épocas de adoção do manejo (entressafra 2018 – ES18, safra 2018/2019 – S1819, entressafra 2019 – ES19 e safra 2019/2020 – S1920)

A - Numero de frutos por planta									
	ES18		S1819		ES19		S1920		F
GL	139,5	Ac	153,75	Ac	343,50	Bb	634,00	Ba	1168,79**
Y	0								
SC	75,00	Bc	95,75	Cc	136,25	Cb	371,75	Ca	413,54**
CM	98,00	Bd	125,00	Bc	478,25	Ab	831,25	Aa	2624,35**
F	23,32	**	18,36	**	647,76	**	1159,75	**	
B - Produção por planta (kg)									
GL	4,46	Ad	5,83	Ac	12,66	Ab	25,79	Ba	945,63**
Y									
SC	2,33	Bc	3,41	Bc	4,87	Cb	14,97	Ca	335,82**
CM	3,17	Bd	5,16	Ac	18,78	Bb	33,54	Aa	1969,88**
F	11,93	**	16,34	**	506,7	**	906,04	**	
C- Produtividade (t.ha ⁻¹)									
GL	1,78	Ad	2,33	Ac	5,06	Ab	10,32	Ba	945,63**
Y									
SC	0,93	Bc	1,36	Bc	7,51	Cb	5,99	Ca	335,82**
CM	1,27	Bd	2,06	Ac	1,95	Bb	13,41	Aa	1969,88**
F	11,93	**	16,34	**	506,7	**	906,04	**	

* p≤0,05; **p≤0,01; ns não significativo

¹ Valores com letras maiúsculas iguais na coluna e letras minúsculas iguais na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

A produção por planta e a produtividade (t.ha⁻¹) apresentam comportamento ao longo do tempo de convívio com os manejos adotados semelhante, desta maneira a Figura 2 (A) apresenta o número de frutos por planta, (B) a taxa instantânea de incremento do número de frutos por planta, e (C) a massa média do fruto em função do tempo de convívio com os manejos de plantas daninhas adotados (GLY, CM e SC) e a Tabela 3 apresenta as regressões polinomiais para todos os parâmetros avaliados, bem como as taxas instantâneas de evolução desses parâmetros. A taxa instantânea de crescimento da massa dos frutos não é apresentada na figura por serem taxas constantes.

O número de frutos por planta e consequentemente a produção por planta e a produtividade por área, apresentam crescimento inexpressivo nos primeiros 12 meses, porém após 9 meses de duração do manejo, a ausência da competição com as plantas daninhas permite taxas ascendentes de crescimento, sobretudo no período ente 12 e 18 meses desde a implantação dos manejos, que coincide com o período seco, considerado entressafra da cultura, mostrando que depois de estabelecida a fase reprodutiva das plantas, essa são sensíveis às restrições causadas pela matocompetição, principalmente nas épocas em que os recursos são mais escassos.

Até os 12 meses as plantas jovens, com sistema radicular superficial, se beneficiam do ‘mulching’ gerado pela aplicação do glifosato nas plantas daninhas presentes, são prejudicadas pela ação de capina. Entretanto, com o aprofundamento do sistema radicular, a decomposição da cobertura morta, o aparecimento de plantas daninhas resistentes ao glifosato nas áreas GLY gerando competição e a possível deriva acidental nas 6 aplicações anuais do herbicida a distância no número de frutos por planta e consequentemente na produtividade entre o manejo CM e o manejo GLY tende a aumentar continuamente, estabelecendo padrão produtivo menor para as plantas tratadas exclusivamente com o controle químico.

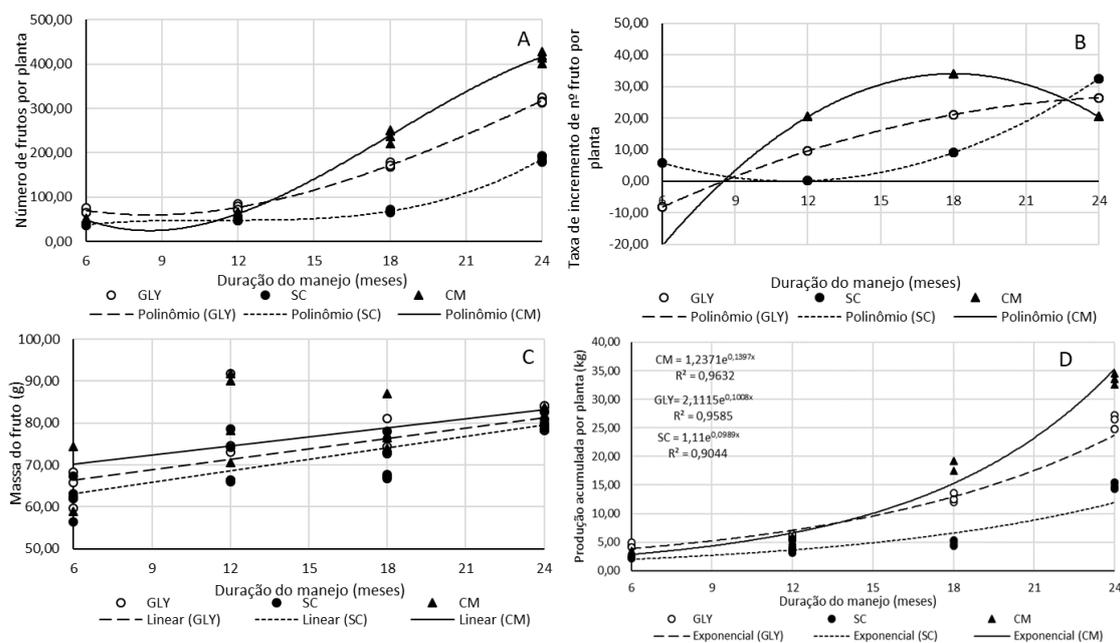


Figura 2. A – Número de frutos colhidos por planta, B – taxa variável de aumento do número de frutos por planta (frutos.mês⁻¹), C – Massa média dos frutos e D - Produção acumulada de frutos por planta de lima ácida Tahiti em função da duração do manejo de plantas daninhas adotado (capina manual – CM, aplicação de glifosato – GLY e sem controle das plantas daninhas – SC).

O aumento significativo da massa dos frutos ao longo do tempo é momentâneo, devido à alta sensibilidade das plantas mais jovens a estresses ambientais e a medida que a planta se estabelece, a variação da massa dos frutos está mais relacionada à indisponibilidade de algum recurso, principalmente água, e à idade do fruto, que propriamente à idade da planta.

A partir dos modelos propostos na figura 2D é possível prever a perda de produção causada pela matocompetição e também pelo uso indiscriminado do glifosato. Se

considerarmos o pomar deste trabalho, aos 10 anos de idade a diferença entre CM e GLY seria de 144t e entre CM e SC de 150t de frutos

Segundo Yamada e Castro (19), na cultura de citros é comum ocorrer intoxicação por efeitos diretos da deriva e/ou da transferência da pulverização do glifosato nas invasoras. Os danos causados pela ação do glifosato nas plantas cítricas podem ser observados apenas após 60 e 90 dias para o caso de sintomas visuais e segundo Toth e Morrison (20) podem persistir por até 2 anos. A contaminação de glifosato na cultura de citros pode causar sintomas típicos foliares, aumento de chiquimato (medida bioquímica da intoxicação por glifosato), desfolha e aborto de frutos. De modo geral, a planta contaminada com glifosato tem tanto o crescimento da parte aérea quanto do sistema radicular diminuídos, além de perda da resistência contra doenças, mesmo em doses baixas (19). Assim, é importante avaliar a importância do controle integrado de plantas daninhas, com medidas culturais, medidas físicas e mecânicas de controle, manutenção da cobertura morta, manejo da resistência das plantas daninhas, rotação de ingredientes ativos de herbicidas e a combinação desses manejos, tomando como exemplo o sucesso no manejo das plantas daninhas com o uso de plantas de cobertura e roçadeira lateral que tem dado ótimos resultados (3).

Tabela 3. Modelos de crescimento do produtividade (t.ha⁻¹), número de frutos por planta e massa média do fruto de lima ácida Tahiti e suas respectivas derivadas, representando a taxa instantânea de aumento dessas parâmetros em função do manejo de planta daninha adotado

	Equação da produtividade	R ²	F	p
CM	$y=9,3000-2,3074x+0,1808x^2-0,0032x^3$	0,9908	127,57**	< 0,0001
GLY	$y=3,0450-0,3429x+0,02038x^2+0,0003x^3$	0,9939	9,0376**	0,0057
SC	$y=-2,6500+1,0430x-0,0896x^2+0,0025x^3$	0,9954	39,036**	< 0,0001
Taxa instantânea de aumento da produtividade				
CM	$y'=-0,0096x^2+0,3616x-2,3074$			
GLY	$y'=0,0009x^2+0,0408x-0,3429$			
SC	$y'=0,0075x^2-0,1792x+1,0430$			
	Equação do número de frutos por planta	R ²	F	p
CM	$y=361,8750-88,4131x+6,8003x^2-0,1259x^3$	0,997	359,40**	< 0,0001
GLY	$y=187,7500-32,1701x+2,2569x^2-0,0288x^3$	0,9978	62,982**	< 0,0001
SC	$y=-50,6250+26,0347x-2,2968x^2+0,0676x^3$	0,9966	42,976**	< 0,0001
Taxa instantânea de aumento do número de frutos por planta				
CM	$y'=-0,3777x^2+13,6006-88,4131$			
GLY	$y'=-0,0864x^2+4,5138x-32,1701$			
SC	$y'=0,2027x^2-4,5936x+26,0347$			
	Equação da massa média do fruto	R ²	F	p
CM	$y=65,8425+0,7272x$	0,8028	9,7276	0,0123
GLY	$y=61,4512+0,8284x$	0,8724	16,922**	0,0003
SC	$y=57,6050+0,9179x$	0,9509	21,651**	< 0,0001
Taxa de aumento da massa do fruto				
CM	$y'=0,7272$			

GLY $y'=0,8284$

SC $y'=0,9179$

CONCLUSÕES

A competição com as plantas daninhas no manejo sem controle (SC) foi responsável pelo número de frutos por planta, baixa massa média dos frutos e consequentemente baixa produtividade em relação aos demais manejos (CM e GLY)

O controle químico isoladamente é, a princípio, um bom manejo a ser adotado, sendo o melhor manejo até aproximadamente 12 meses de sua implantação, entretanto com o passar do tempo, as consequências da aplicação sistemática desse herbicida fazem com que a produtividade cresça menos em relação às parcelas capinadas.

O manejo ideal é o manejo integrado das plantas daninhas que combina os métodos de controle mecânico, manual e químico com outras estratégias como o uso de coberturas mortas, e rotação de herbicidas.

REFERÊNCIAS

1. Bastos, D. C.; Ferreira, E. A.; Passos, O. S.; Sá, J. F. de; Ataíde, E. M.; Calgaro, M.. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. Informe Agropecuário 2014;35:36-45
2. Fao - Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Faostat [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Mai 18]. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/>
3. Martinelli R, Monquero PA, Fontanetti A, Conceição PM, Azevedo FA. Ecological mowing: an option for sustainable weed management in young citrus orchards. Weed Technol. 2017; 31:260–268.
4. Secex – Secretaria de Comercio Exterior. ComexStat [Internet]. 2018 [acesso em 2020 Jul 13]. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br>.
5. Soares MBB, Galli JA, Martins, MH, Oliveira, AC, Bianco S. Weed management in the dry season: interferences in physiology and quality of Persian lime fruits. Pesq Agropec Trop. 2021; 51:e67779-e67779.
6. Abouziena, H. F., Hafez, O. M., El-Metwally, I. M., Sharma, S. D., Singh, M. Comparison of weed suppression and mandarin fruit yield and quality obtained with organic mulches, synthetic mulches, cultivation, and glyphosate. HortScience, 2008; 43: 795-799
7. Kozłowski, L. A; Júnior, P. R; Purissimo, C; Daros, E; Koehler, H. S. Critical period of weed interference in the common bean crop under direct seeding system. Planta Daninha. 2002; 20:213-220.

8. Bakshi, P., Wali, V. K., Iqbal, M., Jasrotia, A., Kour, K., Ahmed, R., Bakshi, M. Sustainable fruit production by soil moisture conservation with different mulches: A review. *African Journal of Agricultural Research*. 2015; 10:4718-4729
9. Gelmini GA. Herbicidas: Indicações básicas. Campinas: Fundação Cargill; 1988
10. Matallo MB. Monitoramento do ácido chiquímico no manejo de plantas daninhas com glifosato em pomar comercial de citros. *Arq Inst Biol*. 2010; 77:355-358.
11. Durigan, J. C; Pitelli, R. A. A importância das plantas daninhas no manejo integrado de pragas da cultura de citros. *SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS–MIP, Anais...* 1994;3: 277-290
12. Victoria Filho, R. Uso de Herbicida em citros: benefícios e problemas. *Revista Laranja*.1988; 9:445-464
13. Durigan, J. C.; Timossi, P. C. Manejo de plantas daninhas em pomares cítricos. *Bebedouro:EECB*.2002; 53p.
14. Soares MBB. Períodos de interferência de plantas daninhas em pomar de lima ácida ‘Tahiti’. [Tese]. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista; 2020.
15. Stuchi ES, Cyrillo FLL. Lima ácida Tahiti (Boletim Citrícola, 6). Jaboticabal: Funep; 1998
16. Patrignani, A, Ochsner, TE. Canopeo: A powerful new tool for measuring fractional green canopy cover. *Agron J*. 2015; 107:2312-2320.
17. Barbosa J.C., Maldonado Jr W. *AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos*. Jaboticabal: Unesp; 2015.
18. Gonçalves, G., Carvalho, J., Garcia, M., Gama, L., Azevedo, C., Silva, J. Periods of Weed Interference on Orange Tree Crops. *Planta Daninha [online]*. 2018; 36: e018179810.
19. Yamada, T.; Castro, P. R. de C. Efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agrônômicas. *Informações Agrônômicas*. 2007; 119:1- 32.
20. TOTH, J.; MORRISON, G. Glyphosate drift damages fruit trees. *Agricultural Gazette of New South Wales*. 1977; 88:44-4

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-49>

Capítulo 49

BIOLOGIA E MANEJO DE *Eleusine indica*

**Ana Karoline Silva Sanches¹; Ana Paula Werkhausen Witter²; Daniel Nalin³,
Lucas Matheus Padovese⁴ Matheus Luiz de Oliveira Freitas⁵ Daniela Ribeiro⁶
Jamil Contantin⁷**

^{1,2,3,4,5,6}Estudante de mestrado do Curso de Agronomia - PGA – UEM; E-mail:
karol.sanches20@gmail.com, anapaulawerkhausenwitter@gmail.com,
danielnalin97@gmail.com, lmpadovese@gmail.com, mateusluiz_freitas@hotmail.com,
danielaribeiro833@gmail.com, ⁷Docente/pesquisador do Depto de agronomia – PGA –
UEM. E-mail: jamil.constantin@gmail.com

RESUMO: O capim pé-de-galinha, *Eleusine indica* (L.) é uma gramínea C4 anual que se desenvolve espontaneamente em todo o território brasileiro. Essa espécie está entre as gramíneas mais problemáticas do mundo, tendo registro em 60 países em mais de 50 tipos de cultura. Para essa espécie existem relatos de resistência em 12 países, sendo primeiro caso no Brasil em 2003 na cultura da soja aos herbicidas cyhalofop-butyl, fenoxaprop-ethyl e sethoxydim. No ano de 2016 nas culturas de milho, soja e trigo ao glyphosate. Em 2017 foi o último caso registrado para as culturas de feijão, milho, algodão e soja aos herbicidas fenoxaprop-etil, glyphosate e haloxifop-metil, com resistência múltipla. Os fatores que favorecem a seleção de biótipos resistentes são características relacionadas às plantas daninhas, aos herbicidas e também as práticas culturais. Para o bom controle de plantas daninhas é necessário conhecer diversificadas práticas de manejo na agricultura, para reduzir as perdas de rendimento resultantes de infestações por plantas daninhas. O objetivo dessa revisão foram: identificar características morfológicas dessa espécie e de competição, mecanismo de sobrevivência e os danos que causam.

Palavras-chave: plantas daninhas; resistência; controle

INTRODUÇÃO

O capim pé-de-galinha, *Eleusine indica* (L.) é uma gramínea C4 anual que se desenvolve espontaneamente em todo o território brasileiro (1). Essa espécie em condições de baixa fertilidade, solos compactados e elevada acidez, tem vantagens competitiva em relação às demais espécies (2).

Essa espécie está entre as gramíneas mais problemáticas do mundo, tendo registro em 60 países em mais de 50 tipos de cultura (3). Para a espécie *E. indica*, o primeiro caso registrado foi em 1973 no Estados Unidos a trifluralin, já no Brasil em 2003 a inibidores da ACCase, no ano de 2017 apresentou resistência múltipla. Haja visto que, os casos de resistências a espécie aumentaram seu grau de importância no cenário nacional, necessitando desta forma o empreendimento em trabalhos de pesquisa sobre a espécie (4).

Os fatores que favorecem a seleção de biótipos resistentes são características relacionadas às plantas daninhas, aos herbicidas e também as práticas culturais (2). Para o

bom controle de plantas daninhas é necessário conhecer diversificadas práticas de manejo na agricultura, para reduzir as perdas de rendimento resultantes de infestações por plantas daninhas (5). O objetivo dessa revisão foram: identificar características morfológicas dessa espécie e de competição, mecanismo de sobrevivência e os danos que causam.

CLASSIFICAÇÃO E MORFOLOGIA

O pé-de-galinha é uma espécie de porte herbáceo, com desenvolvimento em forma de touceiras, pertence ao subfilo *angiospermae* pertencente a classe *Monocotyledoneae* da ordem *Cyperales*, família *Poaceae* e gênero *Eleusine* (6). Apresenta duas formas de colmos, ereto com uma altura máxima de 50 cm ou prostrados, que são mais achatados e ramificados possuindo uma cor mais clara. As folhas possuem a base levemente arredondada, faces glabras e margens serrilhadas, sendo que as folhas do colmo ereto são mais lineares e dos perfilhos prostrados mais lanceoladas (1).

Suas inflorescências são singulares da espécie, é verticilada e pode apresentar até 7 espigas, sendo que geralmente uma das espigas apresenta a inserção abaixo do verticilo, as suas espigas são lineares e apresentam as espiguetas apenas de um lado raque (1). De acordo com ³Kissman e Groth (1997) apud Rosa (2016), suas sementes são do tipo aquênio de forma ovalada e coloração escura, sendo a *E. indica* umas espécies autógama com 18 cromossomos.

CAPACIDADE COMPETITIVA

O pé-de-galinha é uma espécie que germina sem a presença de luz ou com presença de luz. De acordo com ⁷Salvador (2007), houve uma maior porcentagem de germinação no escuro (36,5%) comparado com a presença de luz (27,0%) porem, não diferiram estatisticamente. Para o índice de velocidade de germinação a ausência de luz teve maiores índices, o que indica que o escuro pode estimular a germinação. *E. indica* é uma espécie com capacidade de formar touceiras, em que acarreta em dificultar o seu controle, além de possuir baixa exigência em relação ao tipo de solo, estando presentes em solos compactados, com baixa fertilidade e elevada acidez, obtendo vantagem competitiva sobre muitas espécies cultivadas (2)

No trabalho realizado por ⁸Wandscheer et al. (2013) com competitividade de capim-pé-de-galinha com a soja por meio de experimentos em série de substituição, em que nas proporções de 00:0, 75:25, 50:50, 25:75 e 0:100, foram avaliadas 60 dias após a emergência da soja, analisando a matéria seca da parte aérea, raiz e total. Os resultados mostram que, as plantas daninhas obtiveram maior decréscimo na produtividade na cultura da soja, a partir da proporção 75:25. Pode ser observado nesse trabalho também que na fase inicial de desenvolvimento da cultura da soja é o momento que mais afeta a produtividade. Demonstrando que maior a quantidade de plantas daninhas próximo a cultura, maior será os prejuízos na produtividade mesmo a cultura da soja tenha apresentado bons resultado com a espécie monocotiledóneas.

CAPIM-PÉ-DE-GALINHA (*ELEUSINE INDICA*) IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

A *Eleusine indica* está presente em quase todos os continentes é considerada uma das plantas daninhas mais importantes do mundo. Comumente conhecida como capim pé-

de-galinha. O capim pé-de-galinha é uma infestante bastante competitiva, principalmente quando presente no início do ciclo da cultura, podendo causar danos irreversíveis na produtividade (9). Essa daninha está posicionada no ranking das cinco plantas daninhas mais problemáticas do mundo (10). Esta infestante pode atacar as culturas perenes e anuais, hortaliças e beiras de estradas, podendo ser encontrada principalmente na África, na América e em regiões intertropicais da Ásia (11).

O uso de herbicidas é a principal ferramenta para o manejo de plantas daninhas nas culturas de interesse econômico. A elevada dependência e a utilização inadequada destes produtos constituem o motivo pelo qual a resistência a herbicidas, atualmente, é o tema mais relevante da pesquisa na área da Ciência das Plantas Daninhas (12).

No mundo já temos 11 países confirmado com resistência a *Eleusine indica*. Diversos casos têm sido relatados, e atualmente se aproxima de 300 biótipos de plantas daninhas que apresentam resistência a um ou mais mecanismos herbicidas. Diversos casos de resistência a herbicidas em capim pé-de-galinha têm ocorrido mundialmente. Até o momento, existem relatos de biótipos resistentes aos inibidores de mitose, inibidores de ACCase, inibidores do fotossistema I, inibidores de ALS e inibidores da EPSPs (13).

RESISTÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS A HERBICIDAS

Na agricultura é comum o uso de herbicidas para o controle de plantas daninhas. Contudo o uso indiscriminado proporciona o surgimento de plantas daninhas resistentes a muitos compostos (14).

Essa resistência ocorre porque, a capacidade das plantas daninhas adquirida e herdável de alguns biótipos dentro de uma determinada população, de sobreviver as doses de um herbicida, que em condições normais seria letal a uma população suscetível da mesma espécie. Biótipo é um conjunto de indivíduos com carga genética semelhante, pouco diferenciado da maioria dos indivíduos da população (15).

Os mecanismos que conferem resistências estão localizados no material genético (DNA) de um organismo, que é onde se encontra as informações genéticas. Quando ocorre algumas alterações no DNA, mas que não causa a morte do indivíduo, pode ser herdado pelos descendentes (16). A ocorrência de algum erro na replicação ou transcrição da fita do DNA e na tradução do mRNA, como também na ocorrência de mutações que provoquem inserção, deleção ou substituição de uma base nitrogenada, pode alterar um ou mais aminoácidos da proteína a ser formada, acarretando em uma proteína mutante. A mutação a maioria das vezes é deletéria e a evolução só é possível porque algumas podem ser benéficas em determinadas situações (16).

As plantas daninhas com resistência têm duas categorias, resistência cruzada e múltipla. A resistência cruzada ocorre quando um biótipo é resistente a dois ou mais herbicidas, devido a apenas um mecanismo. Já a resistência múltipla ocorre nas plantas que possuem dois ou mais mecanismos distintos; neste caso, são resistentes a herbicidas de diversos grupos químicos com diferentes mecanismos (13).

Para a espécie *E. indica* 12 países tem relatos de resistência, o primeiro caso ocorreu em 1973 na Carolina do Norte – USA, na cultura do algodão com resistência a trifluralin, no ano seguinte na Carolina do Sul para a cultura do algodão e soja ao mesmo herbicida.

No Brasil o primeiro caso ocorreu em 2003, na cultura da soja aos herbicidas cyhalofop-butyl, fenoxaprop-ethyl e sethoxydim. No ano de 2016 nas culturas de milho, soja e trigo ao glyphosate. Em 2017 foi o ultimo caso registrado para as culturas de feijão, milho, algodão e soja aos herbicidas fenoxaprop-etil, glyphosate e haloxifop-metil, com resistência múltipla (17)

RESISTENCIA A INIBIDORES DA ENZIMA ACCase

Os herbicidas do grupo inibidores da ACCase foram lançados para controle de gramíneas, onde eles atuam inibindo a enzima acetyl-CoA carboxylase (ACCase), de forma reversível e não competitiva, na rota de síntese de lipídios. Onde existe duas classes os ariloxifenoxipropionatos e os ciclohexanodionas sendo os grupos de herbicidas mais comercializados. Esse grupo controla, as gramíneas tanto nas culturas monocotiledôneas como dicotiledôneas. Os sintomas que aparece nas plantas são, paralisação do crescimento e amarelecimento dos meristemas e das folhas jovens. As plantas sensíveis morrem em uma a três semanas, contudo já as plantas resistentes não há o controle (18).

Um trabalho realizado por Vidal (2), avalia a suspeita de resistência de *Eleusine indica* a inibidores de acetil-CoA carboxilase (ACCase) e investigar a ocorrência de resistência cruzada entre os inibidores de ACCase. Biótipo de *Eleusine indica* originado do Mato Grosso com suspeita de resistência aos herbicidas inibidores de ACCase foi avaliado em casa de vegetação na sua suscetibilidade para diversos produtos do grupo dos ariloxifenoxipropionatos e ciclohexanodionas. Os estudos de resposta à dose confirmaram que o biótipo era 18 vezes mais insensível ao sethoxydim do que biótipo suscetível nunca aspergido com herbicidas. Também se constatou resistência cruzada ao fenoxaprop, cyhalofop, propaquizafop e butoxydim. Não se observou resistência cruzada aos produtos fluazifop, haloxyfop, quizalofop e clethodim (2). Os resultados obtidos neste trabalho indicam a eficácia, no biótipo oriundo do Mato Grosso, de vários herbicidas inibidores de ACCase. Esses dados são relevantes pois indicam que esses produtos que ainda apresentam controle eficiente podem ser utilizados como estratégia de manejo de *Eleusine indica* nas áreas onde há presença do biótipo resistente. Entretanto, convém ressaltar que não é recomendável o uso intensivo apenas destes produtos, a fim de evitar que estes atuem como agente de seleção (2).

Outro trabalho que fala sobre resistente é de (19), avaliado em Minas Gerais no município de Buritis. Que verificar a suspeita de resistência de *Eleusine indica* (capim-pé-de-galinha) a herbicidas inibidores da ACCase em área de produção comercial soja-hortaliças. Foi analisado dois biótipos de *Eleusine indica*, um de Buritis, MG, com suspeita de resistência, e outro, suscetível, oriundo de Engenheiro Coelho, SP. Quando as plantas tinham de 3-4 perfilhos, os dois biótipos de *Eleusine indica* foram pulverizados com clethodim (108 g i.a. ha⁻¹ + óleo mineral a 0,5%), fluazifop-p-butyl (250 g i.a. ha⁻¹), haloxyfop-methyl (60 g i.a. ha⁻¹ + óleo mineral a 0,5%), quizalofop-p- tefuryl (72 g i.a. ha⁻¹ + óleo mineral a 0,5%) e glyphosate (620 g i.a. ha⁻¹, inibidor da EPSPs). Além disso, foram mantidas duas testemunhas sem aplicação, uma para cada biótipo.

O biótipo de Buritis foi tolerante aos herbicidas clethodim, fluazifop-pbutyl, haloxyfop-methyl e quizalofop-p-tefuryl, contrário ao de São Paulo, que foi controlado com eficácia por esses herbicidas. Trata-se de seleção de resistência da planta daninha aos herbicidas inibidores da ACCase, tanto para o grupo químico ciclohexanodiona (ex.:

clethodim) como para o ariloxifenoxipropionato (ex.: fluazifop-p-butyl, haloxyfop-methyl e quizalofop-p-tefuryl). Nenhum dos herbicidas testados foi eficaz no controle desse biótipo, inclusive o glyphosate, que também foi ineficaz (controle <90%) para o biótipo de SP. Esse trabalho vem para comprovar que os biótipos de *Eleusine indica* de Buritis, MG, é resistente aos herbicidas inibidores da ACCase.

Esse aumento de pressão de seleção de plantas daninhas resistentes deve principalmente, pelo uso frequente e exclusivo de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação, assim como diversidade genética das populações, interação entre a cultura e a planta daninha (fluxo gênico através da dispersão do pólen e da semente), distribuição geográfica e por fim seleção natural.

RESISTENCIA A INIBIDORES DA EPSPs

Glyphosate é um herbicida não seletivo, sistêmico que inibe a enzima da rota do ácido chiquímico EPSPs, atuando em inibir na enzima na rota de síntese dos aminoácidos aromáticos essenciais fenilalanina, tirosina e triptofano, que são precursores de outros produtos, como lignina, alcalóides, flavonóides e ácidos benzoicos (20).

Os sintomas das plantas a esses produtos incluem necrose, amarelecimento dos meristemas e morte das mesmas em dias ou semanas. Por apresentarem mais de um mecanismo de ação, limitado metabolismo pelas plantas e baixo residual, esses herbicidas são considerados produtos com baixa probabilidade em selecionar espécies resistentes (12).

O controle químico não está sendo suficiente no controle de *Eleusine spp.*, pois tem sido relatado problemas de plantas deste gênero em lavouras de soja transgênica Roundup Ready®, devido a falhas com o herbicida glyphosate. Por esse motivo surgiu a hipótese que o uso repetido do herbicida glyphosate, induzindo alta pressão de seleção, pode ter selecionado biótipos de *Eleusine spp.* resistentes (Ulguim, 2012)20.

O trabalho de ¹²Takano (2017), vem confirmando a presença de capim pé de galinha resistente a glyphosate no Centro-Oeste do Paraná. Para avaliar a existência de populações de capim pé-de-galinha resistente ao glyphosate foram coletadas 25 populações em duas safras consecutivas (2013/2014 e 2014/2015) foram semeadas e cultivadas em casa de vegetação. A dose registrada e recomendada para glyphosate para controle de capim pé-de-galinha tem a variação de 720 e 1200 g e.a. ha⁻¹ em pelo menos 80% das marcas comerciais deste herbicida (21). Experimentos de curva dose-resposta de glyphosate foram realizados utilizando-se as doses 0, 60, 120, 240, 480, 960, 1920, 3840, 7680 e 15360 g e.a. ha⁻¹. O estágio de aplicação foi de um perfilho (E1). A análise de variância dos dados mostrou que houve significância para as fontes de variação, bem como para a interação entre populações e doses. Na safra de 2013/2014 Para a variável controle, com exceção da população 8, todas as populações apresentaram FR>1,0. Nas populações 5 e 7 apresentaram C80 de 1217,73 e 1443,01 g e.a. ha⁻¹ e GR80 de 1102,74 e 1248,20, respectivamente, o que é maior que a dose média recomendada para a espécie. Nestes casos em que a dose recomendada não proporcionou controle satisfatório.

CONCLUSÕES

O uso da rotação de herbicidas e herbicidas residuais para o controle de capim pé-de-galinha resistente constitui uma ferramenta de extrema importância para o seu manejo efetivo. Assim como associar a outras técnicas de cultivo, para não ter dependência apenas dos químicos. Dependendo do local que se encontre a planta resistente tem que analisar os herbicidas utilizados. Pois no centro oeste do Brasil os herbicidas inibidores da ACCase se encontram o maior foco de resistência, enquanto ao sul do país ao glyphosate.

REFERÊNCIAS

1. MOREIRA, H., BRAGANÇA H. Manual de Identificação de Plantas Infestantes. FMC Agricultural Products, São Paulo, 2011.
2. VIDAL, RA; LAMEGO, FP; TREZZI, MM. Resistência de *Eleusine indica* aos inibidores de ACCase. Planta Daninha, v. 24, n. 1, p. 163-171, 2006.
3. ROSA, LE. Aspectos da Biologia, suscetibilidade deferencial e eficácia de herbicidas alternativos ao glyphoste no manejo de populações de capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica* L. Gaertn.). Dissertação (Mestrado) – Esalq, Piracicaba, 95p, 2016.
4. HEAP, Heap, I. O Levantamento Internacional de Ervas Daninhas Resistentes a Herbicidas. Conectados. Internet. Disponível em: < www.weedscience.org >. Acesso em: 14 de ago. 2021.
5. OLIVEIRA, MF; BRIGHENTI, AM. Controle de plantas daninhas: métodos físico, mecânico, cultura, biológico e alelopatia. Embrapa, 2018.196 p.
6. CABI. *Eleusine indica* (goosegrass) CABI. *Eleusine indica* (goosegrass) Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International. Disponível em: <<https://www.cabi.org/isc/datasheet/20675>>. Acesso em: 15 Aug. 2021.
7. SALVADOR, FL. Germinação e emergência de plantas daninhas em função da luz e da palhada de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). 20017. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.
8. WANDSCHEER, AC. RIZZARDI, MA; REICHERT, M; GAVIRAGHI, F. Competitividade de capim-pé-de-galinha com soja. Ciência Rural, Santa Maria, v. 43, n. 12, p. 2125-2131, 2013.
9. BENEDETTI, JGR.; PEREIRA, L; ALVES, PLCA.; YMAUTI, MS. Período anterior a interferência de plantas daninhas em soja transgênica. Scientia Agraria, v.10, p.289-295, 2009.
10. NOHATTO, MA. Resposta de *Euphorbia heterophylla* proveniente de lavouras de soja Roundup Ready® do Rio Grande do Sul ao herbicida glyphosate. 2010. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, 2010.
11. MUELLER, TC.; BARNETT, KA; BROSNAN, JT; STECKEL, LE. Glyphosate-resistant goosegrass (*Eleusine indica*) confirmed in Tennessee. Weed Science, v.59, p.562-566, 2011.

12. TAKANO, HK; OLIVEIRA JR, RS; CONSTANTIN, J. Capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*) resistente ao glyphosate no Brasil. Maringá-PR, 2017.
13. VARGAS, L.; ROMAN, ES. Resistência de plantas daninhas a herbicidas: conceitos, origem e evolução. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 11 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 58).
14. BURNSIDE, OC. Rationale for developing herbicide-resistant crops. Weed Technology, Champaign, v. 6, n. 3, p. 621-25, 1992.
15. CHRISTOFFOLETI, P J. Aspecto de resistência de plantas daninhas a herbicidas. Associação Brasileira de Ação a Resistência de plantas aos Herbicidas (HRAC-BR), Londrina, 2003.
16. SUZUKI, DT.; GRIFFITHS, AJF.; MILLER, JH.; LEWONTIN, RC. introdução à genética. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.
17. HEAP, Heap, I. O Levantamento Internacional de Ervas Daninhas Resistentes a Herbicidas. Conectados. Internet. Disponível em: < www.weedscience.org >. Acesso em: 14 de ago. 2021.
18. VARGAS, L; ROMAN, ES. Resistência de plantas daninhas a herbicidas: conceitos, origem e evolução. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 11 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 58).
19. CORREIA, MN.; RESENDE, I. Resistência de *Eleusine indica* (capim-pé-de-galinha) a herbicidas inibidores da ACCase no município de Buritis, MG. Distrito Federal: Embrapa Hortaliça, 2016. 20 p. (Embrapa Hortaliça. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 139).
20. ULGUIM, ADR. Resposta de capim pé-de-galinha (*Eleusine* spp.) ao herbicida glyphosate. 2012. 71 p. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2012.
21. RODRIGUES, BN; ALMEIDA, FLS. Guia de herbicidas. 6. ed. Londrina: Ed. Grafmarke, 2011. 697 p.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-50>

Capítulo 50

MÉTODOS DE CONTROLE NO MANEJO DE *CYPERUS ROTUNDUS* NA HORTICULTURA

Richardson Fernandes de Souza¹, Luan Mateus Silva Donato², Guilherme Augusto de Paiva Ferreira³, George Lucas Pereira Menezes⁴, Nicolle de Oliveira Soares⁵, Leonardo David Tuffi Santos⁶

¹Graduando em Agronomia - ICA/UFMG, Montes Claros, MG, Brasil; E-mail: richardsonvzd100@gmail.com, ²Doutor em Produção Vegetal – ICA/UFMG; E-mail: luandonato@ufmg.br, ³ Doutorando do Programa Pós-Graduação em Fitotecnia – UFV, Viçosa, MG, Brasil; E-mail: guilhermepaiva017@gmail.com, ⁴Graduando em Engenharia Agrícola - ICA/UFMG, Montes Claros, MG, Brasil georgelucas615@gmail.com, ⁵Doutoranda do Programa Pós-Graduação em Produção Vegetal– ICA/UFMG, Montes Claros, MG, Brasil; E-mail: nicolleufmg@gmail.com, ⁶Docente do ICA/UFMG, Montes Claros, MG, Brasil; E-mail: ltuffi@ufmg.br

RESUMO

Cyperus rotundus L. apresenta-se entre as plantas daninhas mais invasivas e de difícil manejo no mundo, podendo causar grandes perdas em áreas agrícolas. A presente revisão busca apresentar as características reprodutivas e de adaptação ecofisiológica de *C. rotundus* e as práticas recomendadas para o manejo da espécie na horticultura. A sua forma de propagação, principalmente vegetativa via tubérculos, é um dos principais entraves no manejo na horticultura. Assim, tem-se buscado métodos mais eficazes de manejo dessa espécie que visem à redução na densidade populacional e na viabilidade de tubérculos. O controle dessa espécie daninha por práticas mecânicas e físicas não é recomendado, devido a sua facilidade de propagação pela via vegetativa. Os métodos mais eficazes de controle de *C. rotundus* devem visar à redução na densidade e na viabilidade de tubérculos, a fim de promover a redução de sua população, uma vez que os tubérculos podem permanecer dormentes no solo por longos períodos. Nesse sentido os métodos culturais, com uso de plantas de maior porte e de rápido crescimento, associado ao uso de halosulfuron methyl e glyphosate apresentam-se como eficientes no controle da espécie e na redução de seus propágulos nas áreas.

Palavras-chave: métodos de controle; plantas daninhas; redução da população;

INTRODUÇÃO

A tiririca (*Cyperus rotundus* L.) é uma planta daninha altamente invasiva, problema em várias áreas no mundo e no Brasil. Quando em altos níveis de infestação, promovem grandes perdas na produtividade das culturas agrícolas, podendo até mesmo inviabilizar os cultivos.

Essa é uma planta perene que se multiplica rapidamente, além da via seminífera, por extensa rede de tubérculos subterrâneos que apresentam forte domínio apical (NELSON; RENNER, 2002; WEBSTER et al., 2008). Dessa forma, em cultivos com intenso revolvimento do solo – como em área de cultivos hortícolas, a propagação e a infestação são favorecidas. O controle dessa espécie daninha por práticas mecânicas e físicas não é recomendado, devido a sua facilidade de propagação pela via vegetativa, elevada disponibilidade de reserva nos tubérculos e por seu crescimento intrusivo.

Práticas que reduzam a densidade e a viabilidade de tubérculos de *C. rotundus* são mais eficazes no manejo, uma vez que os tubérculos podem permanecer dormentes no solo por longos períodos. O manejo adequado do solo é uma prática importante para reduzir a propagação e a viabilidade de tubérculos de *C. rotundus*. A rotação com cultivos de plantas competitivas ou que propiciam melhoria nas características físico-químicas do solo pode ser alternativa para supressão da infestação de *C. rotundus*. As espécies de cobertura promovem alterações na quantidade e na qualidade de luz disponível abaixo do dossel e reduções na temperatura do solo, interferindo na germinação e na emergência das espécies daninhas (MACHADO et al., 2005; YASIN et al., 2019). Do mesmo modo, cultivo sobre palhada, além de promover melhor conservação do solo, influencia diretamente na população de tiririca e demais espécies daninhas.

Aliado ao manejo cultural, o controle químico apresenta-se como uma estratégia bem-sucedida no controle de *C. rotundus*. Dentre os herbicidas registrados no Brasil e amplamente empregados no mundo, está o halosulfuron methyl – herbicida de absorção foliar, que atua na inibição da enzima acetolactate synthase (ALS). Sendo a ALS importante na biossíntese dos aminoácidos isoleucina, leucina e valina, a sua inibição interrompe a síntese proteica, que, por sua vez, interfere na síntese do DNA e no crescimento celular, causando, nas plantas sensíveis, sintomas cloróticos, definhamento e morte (NTOANIDOU et al., 2016).

O conhecimento aprofundado sobre a interferência de cultivos de plantas de cobertura e de níveis de sombreamento sobre plantas daninhas pode direcionar para práticas culturais que favoreçam o manejo racional e eficiente, em termos de redução da infestação de *C. rotundus*. Aliado a isso, a eficiência do herbicida aplicado em condições de baixa intensidade luminosa deve ser estudada, uma vez que características morfofisiológicas, crescimento e desenvolvimento das espécies daninhas são alterados pelo ambiente em que estão inseridas, podendo interferir diretamente na ação do herbicida aplicado via foliar.

Em campo, a limitação da luz apresenta-se como uma ferramenta de grande importância no manejo integrado de *C. rotundus*. A restrição luminosa pode implicar reduções na propagação vegetativa e aumento na taxa de controle químico dessa espécie daninha (SANTOS JUNIOR et al., 2013). Desse modo, manejos que possibilitem rápido crescimento da cultura de interesse, morte das plantas daninhas e esgotamento das suas reservas poderão favorecer a redução da infestação de *C. rotundus*.

Caracterização de *Cyperus rotundus* L.

Cyperus rotundus está entre as 10 plantas daninhas mais problemáticas ao longo do mundo (WANG; WAN, 2020), podendo ocasionar perdas em produções agrícolas quando em alta infestação (MARÍ et al., 2020; TRAVLOS et al., 2020). Nativa da Ásia, essa espécie apresenta extensa área geográfica de distribuição, estando amplamente adaptada em países da África, América do Sul, Ásia e Europa Central (PEERZADA, 2017; SRIVASTAVA; SINGH; SHUKLA, 2013), com ocorrência em diferentes habitats

(WANG; WAN, 2020), podendo crescer sob várias condições edáficas (KHALID; SIDDIQUI, 2014).

Cyperus rotundus, popularmente conhecida como tiririca, pertence à família Cyperaceae, caracteriza-se como planta perene (LORENZI, 2014), de porte ereto, glabra, podendo atingir altura entre 7 e 40 cm, apresenta produção prolífica de rizomas e tubérculos (STOLLER; SWEET, 1987). A reprodução sexual em *C. rotundus* é rara, portanto, de menor importância (THULLEN; KEELEY, 1979). A reprodução por tubérculos capacita o desenvolvimento da planta sob diversas condições ecológicas (RAHNAVARD et al., 2010).

Os tubérculos de *C. rotundus* apresentam forma ovalada oblonga, variando entre 10 e 35 mm de comprimento, e cor amarelada, tornando-se pretos na maturidade (PEERZADA, 2017). Esses tubérculos possuem domínio apical (NELSON E RENNER, 2002; WEBSTER et al., 2008) e permanecem viáveis em condições adversas (WEBSTER; GREY; FERRELL, 2017). Eles apresentam grande capacidade de brotação em campos agrícolas, quando quebrados por fracionamento decorrente de práticas mecânicas de revolvimento do solo. Além disso, a dormência dos tubérculos no início do verão pode ser superada por flutuações de temperatura diurnas e aumento da temperatura (PEERZADA, 2017).

A espécie possui rota fotossintética C4 que permite maior assimilação de CO₂ em altas temperaturas e intensidades de luz (SANTOS et al., 1997) necessitando estar em boas condições de temperatura e luminosidade para pleno desenvolvimento, desta forma, quando exposta a condições de restrição luminosa têm suas taxas fotossintéticas reduzidas (UBIARNA et al., 2013), diminuindo assim o seu poder de competição.

Os métodos mais eficazes de controle de *C. rotundus* devem visar à redução na densidade e na viabilidade de tubérculos, a fim de promover a redução de sua população, uma vez que os tubérculos podem permanecer dormentes no solo por longos períodos (CHAND et al., 2014). Nesse sentido, estudos apontam o manejo cultural como boa opção para o controle dessa espécie daninha (JAKELAITIS et al., 2003).

Manejo cultural de *C. rotundus*

O manejo cultural é um método de controle de plantas daninhas que consiste no uso de práticas comuns ao ambiente agrícola, como: utilização de cultivares adaptadas e certificadas nas condições edafoclimáticas favoráveis; preparo e fertilização adequada do solo; resultados positivos da rotação, consórcio ou sucessão de culturas; uniformidade de semeadura e de distribuição espacial das plantas; irrigação; uso de matéria orgânica; manejo correto de pragas e doenças; entre muitos outros manejos que buscam o estabelecimento e o desenvolvimento das culturas (MACIEL, 2014).

O controle cultural visa ao adequado manejo da água e do solo, por meio da adoção de rotação de culturas, variação no espaçamento e na densidade de cultivos e uso de coberturas verdes. Tais práticas favorecem a redução de bancos de sementes de espécies daninhas, prevenindo o aumento das populações de espécies mais adaptáveis que determinada cultura (LORENZI, 2014; SILVA et al., 2007).

O controle cultural baseia-se em dois princípios gerais: plantas que ocupam uma determinada área primeiramente tendem a obter vantagens na captura de recursos disponíveis no meio, e espécies mais bem adaptadas ao ambiente tendem a dominar as demais (FLECK 1992).

Técnicas culturais podem ser empregadas a fim de reduzir a quantidade de luz disponível para as plantas daninhas, uma vez que a qualidade e a quantidade de luz abaixo do dossel variam conforme a natureza das culturas e o arranjo espacial das plantas, gerando competição pelos recursos, principalmente luz (YASIN et al., 2019).

Alterações na intensidade da luz sobre a superfície do solo promovem a redução da germinação de sementes fotoblásticas positivas, as quais requerem adequado comprimento de onda para germinar (MONQUERO et al., 2009). Além disso, o sombreamento reduz a temperatura na superfície do solo, podendo interferir na germinação de sementes que necessitam de maior amplitude térmica para início do processo germinativo (MONQUERO et al., 2009).

Segundo Machado et al. (2005) a temperatura do solo é considerada fator ambiental importante que influencia na germinação de tubérculos de *C. rotundus* sob umidade adequada. Os autores relatam que a germinação dos tubérculos aumenta linearmente em temperaturas do solo constantes, porém é máxima quando as temperaturas são alternadas. Dessa forma, o uso de coberturas vegetais sobre o solo reduz a incidência dos raios solares, diminuindo a alternância de temperatura na superfície do solo e, conseqüentemente, promovendo menor germinação de tubérculos de *C. rotundus*.

Cobertura vegetal como prática de manejo cultural de plantas daninhas

Dentre as práticas de controle cultural de plantas daninhas, o uso de espécies de cobertura vegetal é prática importante. Uma das abordagens é o uso de espécies de cobertura que sejam competitivas e com capacidade de supressão de espécies de plantas daninhas, como um componente do manejo integrado (LEMESSA; WAKJIRA, 2015).

As culturas de cobertura vegetal podem ser usadas para diminuir populações de plantas daninhas problema, conciliando benefícios ao ecossistema, como a proteção contra erosão do solo, melhoria na qualidade da água e do solo e redução na perda de nutrientes (BLANCO-CANQUI et al., 2015; GFELLER et al., 2018; WITWER et al., 2017). O emprego de culturas de cobertura resulta em alterações na quantidade e na qualidade de luz disponível abaixo do dossel, o que promove alterações no desenvolvimento e nas características morfológicas e fisiológicas das plantas daninhas (COLBACH; GARDARIN; MOREAU, 2019; YASIN et al., 2019; YASIN; ROSENQVIST; ANDREASEN, 2017).

Diferentes espécies de coberturas verdes têm sido estudadas quanto ao efeito na supressão de plantas daninhas, como por exemplo a *Canavalia ensiformis* (RECALDE et al., 2015; RUGARE; PIETERSE; MABASA, 2020; VARGAS; PASSOS; KARAM, 2018). Gramíneas forrageiras também apresentaram efeitos sobre a supressão de plantas daninhas, como *Urochloa ruziziensis* (FERREIRA et al., 2018; JUNIOR GIMENES et al., 2011; TIMOSSI et al., 2018) e *U. decumbens* (FERREIRA et al., 2018; FONSECA et al., 2016;).

C. ensiformis, uma leguminosa anual, semiereta e de crescimento espesso, é comumente utilizada como uma cultura de cobertura na prevenção da erosão do solo (EMEBIRI, 1996). Além disso, apresenta efeitos na melhoria da qualidade do solo em termos nutricionais e de remediação (MADALÃO et al., 2017; SANTANA et al., 2019) e produz uma grande quantidade de biomassa (SANTANA et al., 2018). *C. ensiformis* atua na inibição da germinação de plantas daninhas por conter compostos fitotóxicos em sua composição (SANTOS; MORAES; REZENDE, 2010). O uso de extratos aquosos de feijão

de porco e/ou sua cobertura mostrou-se eficiente no controle de plantas daninhas. (RUGARE; PIETERSE; MABASA, 2020).

U. ruziziensis é uma gramínea que tem sido empregada dentre as espécies de cobertura (FERREIRA et al., 2018; JUNIOR GIMENES et al., 2011; TIMOSSI et al., 2018). Apresenta alta tolerância ao déficit hídrico, perfilhamento (DUARTE et al., 2019) e facilidade de cobertura do solo (MACHADO e ASSIS, 2010), além de ser facilmente controlada por herbicidas recomendados durante a dessecação (SILVA et al., 2013).

O uso de *U. ruziziensis*, *C. ensiformis* e *C. juncea* como espécies de cobertura em áreas agrícolas promoveu redução na densidade, acúmulo de massa de manifestações epígeas e número de tubérculos de *C. rotundus*, sendo essa redução eficiente durante os 90 dias iniciais de cultivo (DONATO, 2020).

O cultivo de culturas de verão como o gergelim, milheto e amendoim reduziu a densidade de plantas de *C. rotundus* entre 69 e 86% em condições de vasos, demonstrando que a competição de culturas de cobertura pode desempenhar um papel importante para o manejo de plantas daninhas (IQBAL et al., 2019).

Plantas utilizadas em cobertura verde do solo são eficientes na supressão de espécies daninhas, porém o efeito é dependente da espécie, podendo algumas plantas de cobertura serem mais eficazes na supressão de espécies daninhas específicas (LAMEGO et al., 2015; MONQUERO et al., 2009). Isso indica a importância de estudos com diferentes espécies de cobertura, a fim de identificar os efeitos sobre plantas daninhas específicas de interesse.

Controle químico de *Cyperus rotundus*

O método de controle químico, atualmente, apresenta-se como principal método no manejo de *C. rotundus*. O principal herbicida empregado para o controle dessa espécie é o halosulfuron methyl, especialmente no cultivo de cana-de-açúcar, arroz, milho e gramados (AGROFIT 2020; DEVI et al., 2019; WANG et al., 2020; WEBSTER e GREY, 2014).

O halosulfuron methyl é um herbicida pós-emergente do grupo das sulfonilureias, que inibe a ação da enzima acetolactate synthase (ALS), responsável pela síntese dos aminoácidos de cadeia ramificada – valina, leucina e isoleucina (RODRIGUES E ALMEIDA, 2018). O halosulfuron methyl é facilmente translocado por toda a planta (CHAND et al., 2014; SARIGÜL; INAM; ABOUL-ENEIN, 2010) e a inibição da síntese de aminoácidos dificulta a produção de proteínas durante a mitose celular e interfere no crescimento das plantas (LI et al., 2020), tornando-se letal (NTOANIDOU et al., 2016).

O uso de herbicidas inibidores de ALS é amplo nos sistemas de cultivo, devido à eficiência em baixas doses, à flexibilidade de uso e à baixa toxicidade para mamíferos (TAN et al., 2005). No manejo de *C. rotundus*, a aplicação de halosulfuron methyl promove taxas de controle de manifestações epígeas superiores a 90% (CHAND et al., 2014; SOLTANI; SHROPSHIRE; SIKKEMA, 2018; WEBSTER; GREY, 2014).

A aplicação de doses entre 70,30 e 140,62 g ha⁻¹ de halosulfuron methyl mesmo em ambientes com diferentes intensidades de luminosidade, mostra-se eficiente no controle de *C. rotundus*, chegando a alcançar um nível de controle superior a 90% aos 28 dias após a aplicação do herbicida (DONATO, 2020).

Outros herbicidas também têm sido empregados no manejo de *C. rotundus*, reduzindo, de forma eficiente, a densidade de plantas em diferentes sistemas de cultivo em todo o mundo. Dentre os herbicidas empregados, destacam-se glyphosate (REDDY; BRYSON, 2009; SANTOS JUNIOR et al., 2013), flazasulfuron (BOYD; DITTMAR, 2018), S-metolachlor (TRAVLOS et al., 2020) e fomesafen (REED; BOYD; DITTMAR,

2016). Herbicidas apresentam-se eficientes em controlar o crescimento de *C. rotundus*, porém são limitados em reduzir a capacidade de brotação e a viabilidade dos tubérculos a longo prazo (PEERZADA, 2017).

Efeitos da restrição luminosa sobre as plantas daninhas e ação dos herbicidas

Variações na disponibilidade de luz no ambiente de cultivo podem ser provocadas pelo dossel de plantas de porte superior, como em cultivos florestais, de fruteiras ou gramíneas, como a cana de açúcar e o milho ou mesmo por outras plantas daninhas. Tais variações induzem alterações nas características de crescimento e desenvolvimento das plantas (COLBACH; GARDARIN; MOREAU, 2019; LI et al., 2019), com modificações em sua anatomia (COSTA et al., 2020; SANTOS et al., 2016) e morfofisiologia (FENG et al., 2019; RIBEIRO et al., 2019; YAO et al., 2017). Em ambientes sombreados ocorrem aumentos no índice e na densidade de estômatos (TAIZ et al., 2017), aumento na área foliar (COSTA et al., 2018), deposição de cutina e de cera em folhas (COSTA et al., 2020; NØDSKOV GIESE, 1975), alterações na taxa fotossintética (FENG et al., 2019; SANTOS et al., 2015).

O sombreamento promove aumento na área e redução na espessura da lâmina foliar de *C. rotundus* (SANTOS et al., 2015). Essas alterações promovidas pela restrição luminosa influenciam a interceptação, a penetração e a absorção de herbicidas aplicados nas folhas, tornando as plantas submetidas às condições de estresse luminoso mais sensíveis aos herbicidas aplicados em pós-emergência (COSTA et al., 2020; SANTOS et al., 2015).

A restrição luminosa torna as plantas de *C. rotundus* mais suscetíveis à ação do glyphosate, com redução de dose comparada à dose comercial recomendada (SANTOS JUNIOR et al., 2013). Essa constatação também foi feita para outras espécies: *Macroptilium atropurpureum*, cultivada sob sombreamento, é mais suscetível ao glyphosate aplicado isoladamente ou em combinação com carfentrazone-ethyl (COSTA et al., 2018, 2020).

Manejo de plantas daninhas em áreas de horticultura

O manejo de plantas daninhas em áreas de cultivos olerícolas apresenta restrições em relação aos métodos de controle empregados. O sistema produtivo de hortaliças destaca-se pela diversidade de espécies cultivadas, caracteriza-se pelo intenso revolvimento do solo através de práticas mecânicas, cultivos sucessivos na mesma área, além do uso constante de níveis elevados de adubações químicas e orgânicas e irrigação abundante (RONCHI et al., 2010). Tais características contribuem para o desenvolvimento de populações de plantas daninhas de difícil controle, como *C. rotundus* que, quando tem os tubérculos quebrados por fracionamento, decorrente de práticas mecânicas de revolvimento do solo, decorre em intensa propagação da espécie.

Cyperus rotundus está entre as plantas daninhas mais prejudiciais no mundo (WANG; WAN, 2020), e tem como principal método de controle a aplicação do herbicida halosulfuron methyl (AGROFIT 2020; DEVI et al., 2019; WANG et al., 2020; WEBSTER; GREY, 2014). No Brasil este herbicida não tem registro para seu uso em cultivos hortícolas (AGROFIT 2020), contribuindo para as restrições no manejo desta espécie. Atualmente existe uma grande preocupação global com a preservação ambiental buscando-se por uma produção sustentável. Nos últimos anos, têm-se promovido pesquisas para o manejo de

plantas daninhas, de modo a minimizar o uso de herbicidas (GFELLER et al., 2018; MELANDER et al., 2013).

Aliado à busca por uma produção sustentável a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Ministério da Agricultura do Brasil regulamentaram a cadeia produtiva de produtos vegetais através da Instrução Normativa Conjunta nº 02/2018 (BRASIL, 2018). De acordo com a norma os produtores de vegetais frescos, dentre estes as hortaliças, devem adotar a rastreabilidade ao longo da cadeia produtiva para fins de monitoramento e controle de resíduos de agrotóxicos. A norma estabelece ainda que todos os insumos agrícolas, bem como os herbicidas utilizados no processo produtivo sejam mantidos registrados, juntamente com a sua recomendação técnica. Desta forma, o emprego de herbicidas e demais produtos fitossanitários de forma irregular, será fiscalizada. A adoção da Instrução normativa passou a ser obrigatória para hortaliças a partir de agosto de 2020.

CONCLUSÃO

O manejo de *C. rotundus* deve ser conduzido com a integração de práticas culturais e o uso de herbicidas eficientes no controle da espécie. No manejo cultural deve-se priorizar a coexistência de espécies que promovam o sombreamento de *C. rotundus*, seja pela planta cultivada ou por outras plantas daninhas ou de cobertura do solo em áreas de pousio. Tais práticas devem ser associadas ao uso dos herbicidas halosulfuron methyl e glyphosate que são eficientes no controle da espécie e na diminuição na produção de tubérculos por *C. rotundus*.

REFERÊNCIAS

1. NELSON, K. A.; RENNER, K. A. Yellow Nutsedge (*Cyperus esculentus*) control and tuber production with glyphosate and ALS-Inhibiting herbicides 1 . *Weed Technology*, v. 16, n. 3, p. 512–519, 1 jul. 2002.
2. WEBSTER, T. M. et al. Glyphosate hinders purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) and yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) tuber production . *Weed Science*, v. 56, n. 5, p. 735–742, out. 2008.
3. MACHADO, A.F.L. et al. J Population dynamics of weeds in no-tillage and conventional crop systems. *Journal of Environmental Science and Health*. B40:119-128. 2005
4. YASIN, M. et al. The importance of reduced light intensity on the growth and development of six weed species. *Weed Research*, v. 59, n. 2, p. 130–144, 1 abr. 2019.
5. NTOANIDOU, S. et al. Molecular basis of *Cyperus difformis* cross-resistance to ALS-inhibiting herbicides. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, v. 127, p. 38–45, 1 fev. 2016.
6. SANTOS JUNIOR, A. et al. Manejo de tiririca e trapoeraba com glyphosate em ambientes sombreados. *Planta Daninha*, v. 31, n. 1, p. 213–214, jan. 2013.

7. WANG, C. J.; WAN, J. Z. Assessing the habitat suitability of 10 serious weed species in global croplands. *Global Ecology and Conservation*, v. 23, p. e01142, 1 set. 2020.
8. MARÍ, A. I. et al. Purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) control with biodegradable mulches and its effect on fresh pepper production. *Scientia Horticulturae*, v. 263, p. 109111, 15 mar. 2020.
9. TRAVLOS, I. et al. Weed management in soybean with a special focus on the control of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). *Agronomy Research*, v. 18, n. 2, p. 595–602, 2020.
10. PEERZADA, A. M. Biology, agricultural impact, and management of *Cyperus rotundus* L.: the world's most tenacious weed. *Acta Physiologiae Plantarum*, v. 39, n. 12, p. 270, dez. 2017
11. SRIVASTAVA, R. K.; SINGH, A.; SHUKLA, S. V. Chemical investigation and pharmaceutical action of *Cyperus rotundus* - A Review. *Journal of Biologically Active Products from Nature*, v. 3, n. 3, p. 166–172, 1 jun. 2013.
12. KHALID, S.; SIDDIQUI, S.-U. Weeds of Pakistan: Cyperaceae. *Pakistan Journal of Weed Science Research*, v. 20, n. 2, p. 233-263, 2014.
13. LORENZI, H. Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. Nova Odessa, SP: Instituto Platarum, 7 ed. 2014. 383 p.
14. STOLLER, E. W.; SWEET, R. D. Biology and life cycle of purple and yellow nutsedges (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*). *Weed Technology*, v. 1, n. 1, p. 66–73, jan. 1987.
15. THULLEN, R. J.; KEELEY, P. E. Seed Production and Germination in *Cyperus esculentus* and *C. rotundus*. *Weed Science*, v. 27, n. 5, p. 502–505, set. 1979.
16. RAHNAVARD, A. et al. Effect of different herbicides on control of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.). *Pakistan Journal of Weed Science Research*, v. 16, n. 1, p. 57-66, 2010.
17. WEBSTER, T. M.; GREY, T. L.; FERRELL, J. A. Purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) tuber production and viability are reduced by imazapic. *Weed Science*, v. 65, p. 97–106, 2017.
18. SANTOS, B. M. et al. Effects of shading on the growth of nutsedges (*Cyperus* spp.). *Weed Science*, v. 45, n. 5, p. 670–673, 1997.
19. UBIERNA, N. et al. The efficiency of C₄ photosynthesis under low light conditions in *Zea mays*, *Miscanthus x giganteus* and *Flaveria bidentis*. *Plant, Cell & Environment*, v. 36, n. 2, p. 365–381, 1 fev. 2013.
20. CHAND, M. et al. Halosulfuron Methyl: a new post emergence herbicide in india for effective control of *Cyperus rotundus* in sugarcane and its residual effects on the succeeding crops. *Sugar Tech*, v. 16, n. 1, p. 67–74, 28 mar. 2014.

21. JAKELAITIS, A. et al. Efeitos de sistemas de manejo sobre a população de tiririca. *Planta Daninha*, v. 21, n. 1, p. 89–95, abr. 2003.
22. MACIEL, C. D. G. Métodos de controle de plantas daninhas. In: MONQUERO, P. A. (org) Aspectos da biologia e manejo das plantas daninhas. (Ed). São Carlos: RiMa, 2014. Cap. 6, p. 129-144.
23. SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R.; SANTOS, J.B. Métodos de controle de plantas daninhas. In: SILVA, A.A.; SILVA, J.F. (Ed.). Tópicos em manejo de plantas daninhas. Viçosa: Ed. UFV, 2007. 367 p.
24. FLECK, N.G. Princípios do controle de plantas daninhas. Porto Alegre: UFRGS, 1992. 352 p.
25. MONQUERO, P. A. et al. Effect of green fertilizers on the suppression of different species of weeds. *Planta Daninha*, v. 27, n. 1, p. 85–95, 2009.
26. LEMESSA, F.; WAKJIRA, M. Cover crops as a means of ecological weed management in agroecosystems. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, v. 18, n. 2, p. 123–135, jun. 2015.
27. BLANCO-CANQUI, H. et al. Cover crops and ecosystem services: Insights from studies in temperate soils. *Agronomy Journal*, v. 107, n. 6, p. 2449–2474, 1 nov. 2015.
28. GFELLER, A. et al. Explanations for *Amaranthus retroflexus* growth suppression by cover crops. *Crop Protection*, v. 104, p. 11–20, 1 fev. 2018.
29. WITTWER, R. A. et al. Cover crops support ecological intensification of arable cropping systems. *Scientific Reports*, v. 7, n. 1, p. 1–12, 3 fev. 2017.
30. COLBACH, N.; GARDARIN, A.; MOREAU, D. The response of weed and crop species to shading: Which parameters explain weed impacts on crop production? *Field Crops Research*, v. 238, p. 45–55, 15 maio 2019.
31. YASIN, M.; ROSENQVIST, E.; ANDREASEN, C. The effect of reduced light intensity on grass weeds. *Weed Science*, v. 65, n. 5, p. 603–613, 14 set. 2017.
32. RECALDE, K. M. G. et al. Weed suppression by green manure in an agroecological system. *Revista Ceres*, v. 62, n. 6, p. 546–552, 2015.
33. RUGARE, J. T.; PIETERSE, P. J.; MABASA, S. Effects of green manure cover crops (*Canavalia ensiformis* L. and *Mucuna pruriens* L.) on seed germination and seedling growth of maize and *Eleusine indica* L. and *Bidens pilosa* L. weeds. *Allelopathy Journal*, v. 50, n. 1, p. 121–140, 2020.
34. VARGAS, L. A.; PASSOS, A. M. A.; KARAM, D. Allelopathic potential of cover crops in control of shrubby false buttonweed (*Spermacoce verticillata*). *Planta Daninha*, v. 36, 2018.

35. FERREIRA, A. C. DE B. et al. Suppressive effects on weeds and dry matter yields of cover crops. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 53, n. 5, p. 566–574, maio 2018
36. JUNIOR GIMENES, B. et al. Interferência de *Brachiaria Ruziziensis* sobre plantas daninhas em sistema de consórcio com milho. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, n. 3, p. 931–938, 2011.
37. TIMOSSI, P. C. et al. Weed management with *Urochloa ruziziensis* in three sowing methods. *Planta Daninha*, v. 36, 2018.
38. FONSECA, W. L. et al. Influence of different cover crops on the emergence and development of “*Digitaria horizontalis*”. *Australian Journal of Crop Science*, Vol. 10, No. 9, Sep 2016: 1244-1248
39. EMEBIRI, L. C. Evaluation of Jackbean (*Canavalia ensiformis*) Lines Derived from Natural Crossing with Swordbean (*Canavalia gladiata*). *Biological Agriculture & Horticulture*, v. 12, n. 4, p. 319–325, jan. 1996.
40. MADALÃO, J. C. et al. Action of *Canavalia ensiformis* in remediation of contaminated soil with sulfentrazone. *Bragantia*, v. 76, n. 2, p. 292–299, 15 maio 2017.
41. SANTANA, N. A. et al. Earthworms and mycorrhization increase copper phytoextraction by *Canavalia ensiformis* in sandy soil. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 182, p. 109383, out. 2019.
42. SANTANA, N. A. et al. Vermicompost dose and mycorrhization determine the efficiency of copper phytoremediation by *Canavalia ensiformis*. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 25, n. 13, p. 12663–12677, maio 2018.
43. SANTOS, S.; MORAES, M. L. L.; REZENDE, M. O. O. Determination of polyamines in organic extracts from roots of *Canavalia ensiformis* by capillary electrophoresis. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, v. 45, n. 4, p. 325–329, 14 abr. 2010
44. JUNIOR GIMENES, B. et al. Interferência de *Brachiaria Ruziziensis* sobre plantas daninhas em sistema de consórcio com milho. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 32, n. 3, p. 931–938, 2011.
45. DUARTE, C. F. D. et al. Morfogênese de braquiárias sob estresse hídrico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 71, n. 5, p. 1669–1676, out. 2019.
46. MACHADO, L. A. Z.; ASSIS, P. G. G. DE. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 45, n. 4, p. 415–422, abr. 2010.
47. DONATO, L. M. S. Influência de métodos de controle no manejo de *Cyperus rotundus*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Minas Gerais. Montes Claros, p. 59. 2020.
48. IQBAL, J. et al. Purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) control through interference by

- summer crops. *International Journal of Agriculture & Biology*, v. 21, p. 1083–1088, 2019.
49. AGROFIT (Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) do Brasil. 2020 http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons.
50. DEVI, R. et al. Degradation dynamics of halosulfuron-methyl in two textured soils. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 102, n. 2, p. 246–251, 15 fev. 2019.
51. RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. L. S. Guia de herbicidas. 7. ed. Londrina, 2018.
52. SARIGÜL, T.; INAM, R.; ABOUL-ENEIN, H. Y. Electro-oxidation of herbicide halosulfuron methyl on glassy carbon electrode and applications. *Talanta*, v. 82, n. 5, p. 1814–1819, 15 out. 2010.
53. TAN, S. et al. Imidazolinone-tolerant crops: history, current status and future. *Pest Management Science*, v. 61, n. 3, p. 246–257, mar. 2005.
54. SOLTANI, N.; SHROPSHIRE, C.; SIKKEMA, P. H. Yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.) control in corn with various rates of halosulfuron. *Canadian Journal of Plant Science*, v. 98, n. 3, p. 628–632, 1 jun. 2018.
55. REDDY, K. N.; BRYSON, C. T. In-Crop and autumn-applied glyphosate reduced purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) density in no-till glyphosate-resistant corn and soybean . *Weed Technology*, v. 23, n. 3, p. 384–390, set. 2009.
56. BOYD, N. S.; DITTMAR, P. Evaluation of postemergence-directed herbicides for purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) control in fresh-market tomato. *Weed Technology*, v. 32, n. 3, p. 260–266, 1 jun. 2018.
57. REED, T. V.; BOYD, N. S.; DITTMAR, P. J. Application timing influences purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) and yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) susceptibility to EPTC and fomesafen . *Weed Technology*, v. 30, n. 3, p. 743–750, set. 2016.
58. COSTA, G. A. et al. Efficiency of glyphosate and carfentrazone-ethyl in the control of *Macroptilium atropurpureum* (DC.) Urb. under different light intensities. *South African Journal of Botany*, v. 131, p. 302–309, 1 jul. 2020.
59. FENG, L. et al. The influence of light intensity and leaf movement on photosynthesis characteristics and carbon balance of Soybean. *Frontiers in Plant Science*, v. 9, 8 jan. 2019.
60. RIBEIRO, J. E. DA S. et al. Morphophysiological aspects of young *Calotropis procera* plants submitted to different shading levels. *Scientia Plena*, v. 15, n. 11, 15 dez. 2019.
61. YAO, X. et al. Effect of shade on leaf photosynthetic capacity, light-intercepting, electron transfer and energy distribution of soybeans. *Plant Growth Regulation*, v. 83,

- n. 3, p. 409–416, 1 dez. 2017.
62. TAIZ L. et al. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6th. ed. Porto Alegre, Artmed, 2017. 858p.
63. NØDSKOV GIESE, B. Effects of light and temperature on the composition of epicuticular wax of barley leaves. *Phytochemistry*, v. 14, n. 4, p. 921–929, 1 abr. 1975.
64. RONCHI, C. P. et al. Manejo de plantas daninhas na cultura do tomateiro. *Planta Daninha*. v.28, n.1, p. 215-228, 2010.
65. DEVI, R. et al. Degradation dynamics of halosulfuron-methyl in two textured soils. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 102, n. 2, p. 246–251, 15 fev. 2019.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-51>

Capítulo 51

MÉTODOS DE ESTERILIZAÇÃO NA TÉCNICA DO INSETO ESTÉRIL

Euvaldo de Sousa Costa Junior¹; Sabrina Baldissera²; Bruno Pirolli³; Carolina Müller Zimmermann⁴; Bruna da Rosa Dutra⁵; Adriel da Silva Alves⁶; Tatiane Chassot⁷

¹Estudante do Curso de Doutorado em Produção Vegetal – CAV – UDESC; E-mail: euvaldodesousacosta@hotmail.com, ²Estudante do Curso de Mestrado em Produção Vegetal – CAV – UDESC; E-mail: sabrina.baldissera@edu.udesc.br³, Estudante do Curso de Mestrado em Produção Vegetal – CAV – UDESC; E-mail: bpirolli@hotmail.com, ⁴Estudante do Curso de Agronomia – UFFS; E-mail: carolzimmermann16@gmail.com, ⁵Estudante do Curso de Mestrado em Agroecossistema – CCA – UFSC; E-mail: bbrunadutra@gmail.com, ⁶Estudante de Mestrado em Agronomia – UFPel; E-mail: adriel.alves@ufpel.edu.br, ⁷Docente do Curso de Agronomia – UFFS; E-mail: tatianechassot@uffs.edu.br.

Resumo

A Técnica do Inseto Estéril (TIE) utiliza métodos que permitem o emprego de uma espécie predadora para o controle da praga alvo. Para tanto, ocorre a multiplicação em massa de determinada praga em meio artificial, esterilização e liberação dos insetos tratados em dado ambiente. Desta forma, ao cruzarem com indivíduos selvagens se obtém gerações estéreis comprometendo o potencial produtivo da praga. Para o sucesso da técnica é importante a adoção de métodos de esterilização que sejam eficientes e não provoquem alterações nos parâmetros biológicos dos organismos. O objetivo desta revisão consistiu em apresentar informações sobre o uso da TIE, especialmente os principais métodos de esterilização utilizados. Com base na análise das publicações, observou-se que os métodos químicos e por radiação ionizante se destacam. No primeiro caso são empregados compostos químicos diretamente no inseto ou incorporados ao alimento. Já a radiação ionizante consiste na aplicação, na maioria dos casos, de raio-X ou radiação gama para indução de mutações letais dominantes capazes de comprometer a capacidade de reprodução dos insetos. O desenvolvimento da técnica, embora não seja passível de aplicação para todos os insetos, representa uma excelente ferramenta para programas de controle de determinadas pragas em diversos países, entre eles o Brasil. Diante da relevância da técnica e da complexidade envolvida, considera-se, após o desenvolvimento da presente revisão, que a TIE no Brasil requer maiores estudos e investimentos, a fim de que os benefícios já obtidos se estenda para um maior número de espécies causadoras de danos.

Palavras-chave: método de controle; quimioesterilização; radiação ionizante

INTRODUÇÃO

Os inseticidas químicos sintéticos integravam os principais métodos de controle de insetos, cenário observado especialmente até 1970. Após a década de 70 o conceito de Manejo Integrado de Pragas (MIP) popularizou-se quando o uso de inseticidas sofreu restrições. Na Convenção Internacional de Proteção de Plantas ou *International Plant Protection Convention* (IPPC) ficou estabelecido que a Técnica do Inseto Estéril ou *Sterile Insect Technique* (TIE) é uma estratégia de controle biológico, sendo incorporada aos programas de MIP em grandes áreas ou *Area-Wide Control* (AW-IPM), cujas ações planejadas não são implementadas pelo produtor e sim por uma coordenação gestora do programa, atuando em âmbito regional, além dos limites da propriedade rural ou urbana (1).

A técnica foi idealizada pelo entomologista Edward Knippling, em 1937, para controle da mosca varejeira *Cochliomyia hominivorax* (DIPTERA, *Calliphoridae*) a qual, era considerada uma ameaça à bovinocultura e animais silvestres no Sudoeste dos Estados Unidos (EUA), e que em 1933 passou a ser encontrada na região Sudeste do país(2, 3).

Segundo a *International Plant Protection Convention* (IPPC) (4), a Técnica do Inseto Estéril (TIE) é definida como um “método de controle de pragas usando liberações inundativas de insetos estéreis em área-ampla visando reduzir a fertilidade de uma população selvagem da mesma espécie”. Ademais, um inseto estéril é definido como “um inseto, resultado de um tratamento apropriado, que é incapaz de produzir proles viáveis”.

A técnica do inseto estéril é empregada em área ampla (pomares comerciais e domésticos, matas com hospedeiros nativos, áreas urbanas com plantas hospedeiras), sem nenhuma contaminação ao meio ambiente ou aos operadores e com alta eficiência (5). A esterilização de pupas-macho pode ser alcançada a partir das técnicas de quimioesterilização e radiação ionizante (6).

METODOLOGIA

O presente trabalho apresenta cunho bibliográfico, onde adotou-se materiais e métodos, como o levantamento bibliográfico, leituras e análise de trabalhos já existentes sobre o tema pesquisado.

A pesquisa bibliográfica reuniu contribuições de Imperato e Raga (2015), Mastrangelo e Walder (2011), Sazaki (2006), entre outros, acerca dos princípios e aplicações da Técnica do Inseto Estéril. As produções científicas foram obtidas mediante consulta nas plataformas Portal de Periódicos da Capes e do Google Acadêmico.

As informações que compõe este trabalho se construíram a partir da busca pelas **Palavras-chave** “inseto estéril”, “esterilização química”, “esterilização ionizante”. A partir daí foi realizada a seleção das obras que compuseram a base de dados, seguido da análise do conteúdo das mesmas, sendo posteriormente, desenvolvida a discussão do tema proposto.

ESTERILIZAÇÃO QUÍMICA

Os quimioesterilizantes são compostos que interferem no potencial reprodutivo de organismos que se reproduzem sexualmente e podem ser aplicados diretamente sobre o inseto ou incorporados ao alimento. Entre os exemplos de quimioesterilizantes pode-se

destacar os agentes alquilantes, antimetabólitos, organotinas, antibióticos, alcaloides, triazina e outros (7, 8, 9).

O uso de substâncias químicas mutagênicas para esterilizar insetos foi proposto por Knippling em 1979. Químicoesterilizantes são compostos que interferem no potencial reprodutivo de organismos que se reproduzem sexuadamente. No contexto da TIE, o principal entrave é o desenvolvimento de compostos e métodos de aplicação que não resultem na introdução de resíduos perigosos ao meio ambiente (10, 11).

De acordo com Meyer (12), são conhecidas cerca de 400 substâncias químicas que causam esterilidade reprodutiva nos insetos. Alguns desses compostos atuam como inibidores de desenvolvimento ovariano ou indutores de alterações na estrutura química dos ácidos nucleicos, DNA e RNA. Essas mutações interferem na divisão celular ou impedem o desenvolvimento embrionário normal. Além disso, o emprego desses compostos pode comprometer a técnica de esterilização devido à degradação temporal, indução de resistência ou escape da praga.

Na químicoesterilização, as pupas-macho são imersas por um período predeterminado em uma solução alcalina padrão, a exemplo de lufenuron (Macth), abamectin (Vertimec 18 CE), methoxifenoazide (INTREPID 240 SC), pyriproxyfen (Cordial 100 CE) e diflubenzuron (Dimilin) (13). Quando aplicada na forma de iscas, a esterilização química difere da técnica do macho estéril clássica, por radiação ionizante, pois visa esterilizar os indivíduos no campo, sem a necessidade da multiplicação do culicídeo em laboratório. Esse método pode ser integrado com outros métodos de controle, a exemplo do químico, biológico e cultural no contexto do manejo integrado de pragas ou insetos vetores (14).

O lufenuron apresenta ação inseticida por inibição seletiva da síntese de quitina em insetos (15). A ação baseia-se na interrupção da formação das estruturas composta por quitina, tendo como consequência, uma deposição endocuticular anormal e muda abortiva (16). Já o methoxifenoazide atua na ligação do receptor de ecdisteroides, o que possibilita o início do processo de ecdise. Por se tratar de uma ligação irreversível, a molécula não é eliminada do inseto. Dessa forma, não há redução dos níveis do inseticida no inseto, o que impede a liberação do hormônio da ecdise, fazendo com que o inseto desenvolva a nova cutícula, irregularmente, não conseguindo sair do tegumento antigo. O desenvolvimento da larva é paralisado neste estágio, e o inseto morre, ao expelir o intestino posterior e perde o fluído de muda (17).

Além de se mostrar efetivo sobre vários insetos-praga, outra vantagem desse tipo de inibidor de crescimento consiste na baixa toxicidade perante outros organismos, tornando-o atraente em programas de manejo integrado de pragas. No entanto, um dos grandes entraves no uso de inseticidas está na evolução da resistência (18).

ESTERILIZAÇÃO POR RADIAÇÃO IONIZANTE

O método de esterilização que vem sendo mais empregado mundialmente é o por radiação ionizante. O primeiro trabalho nesta área de pesquisa foi realizado por Hunter (1912) que irradiou *Sitophilus oryzae* (L.) conhecido como caruncho do arroz, com raios-X emitido por uma ampola, porém o autor não obteve resultado satisfatório, pois a radiação emitida não foi suficiente para causar dano ao inseto.

A radiação ionizante pode ser proveniente de radioisótopos como ^{60}Co ou ^{137}Cs (raios γ com energias fotônicas de 1,17 e 1,33 MeV no cobalto, e 0,66 MeV no cézio), elétrons gerados por aceleradores que operem com energia menor que 10 MeV (mega elétrons-volt), e raios-X gerados por feixe de elétrons de energia abaixo de 5 MeV. A

Tabela 1 apresenta dados sobre modelos de irradiadores bem como as respectivas doses (Gy) e fontes de radiação utilizadas para os insetos apresentados. Radiações geradas nessas faixas de energia (abaixo de 5 MeV para fótons e 10 MeV para elétrons) evitam a indução de radioatividade nos materiais irradiados. Nêutrons são mais efetivos que raios-X e gama para a esterilização de insetos (19).

Entretanto, pelo fato de nêutrons poderem facilmente induzir radioatividade e pela imobilidade e mais difícil disponibilidade de reatores nucleares (fonte usual de nêutrons), o seu uso não seria prático na maioria dos projetos envolvendo a TIE. Basicamente, quando um material biológico é irradiado, são formados radicais livres e provocadas quebras nos cromossomos. Quando estas quebras ocorrem nas células germinativas, levam à indução de mutações letais dominantes nos óvulos e espermatozoides (20).

Para ser possível a liberação de apenas insetos machos no campo, na década de 1980, foi desenvolvida uma linhagem mutante, cujas fêmeas emergem de pupas brancas, assim podendo-se descartar as brancas, mantendo-se as pupas marrons para a liberação de machos estéreis. Desta forma, quando o objetivo é a liberação de machos estéreis em campo, tratam-se os ovos a uma temperatura de 34°C, por 24 horas, exterminando-se todos os ovos que vão originar fêmeas. Em seguida, os ovos são colocados na dieta artificial e, quando chegam na fase de pupa, todas são marrons e machos. Quarenta e oito a vinte e quatro horas antes da emergência dos adultos, as pupas são pintadas com tinta em pó fluorescente, ensacadas e irradiadas com 95Gy de radiação gama de Co-60 ou Raio X. Assim que os machos emergem, ficam marcados com a tinta fluorescente e quando atingem 3 a 5 dias de idade, são liberados no campo (21).

Quando os óvulos das fêmeas selvagens são fertilizados com o esperma de machos irradiados, a divisão celular é interrompida e o embrião morre. Se um número suficiente de machos estéreis é liberado na natureza por algumas gerações, o sucesso reprodutivo da população selvagem pode ser progressivamente reduzido e até mesmo extinto. A esterilidade pode ser causada por infecundidade nas fêmeas, aspermia ou inativação espermática dos machos, pela inabilidade de acasalar ou mutação letal dominante (MLD) nas células reprodutivas. A esterilidade por mutação letal dominante é o único tipo de esterilidade usado com sucesso até agora. O sucesso da técnica ocorre devido à combinação de fatores, como por exemplo, fêmeas irradiadas poderem inicialmente produzir ovos com mutação letal dominante e depois tornarem-se inférteis (4).

O modo de ação das radiações ionizantes em células vivas consiste em uma cadeia de reações oxidativas que vão ocorrendo durante a irradiação provocando ionização e decomposição da água que leva a formação de metabólitos altamente reativos como radicais livres, afetando grupos proteicos enzimáticos, alterando o metabolismo e o DNA da célula que, continua a reproduzir-se, ocasionando a fragmentação dos cromossomos e do cromatídeo e mutações letais (22). As rupturas cromossômicas não interferem na capacidade dos gametas de participarem da fertilização, o espermatozoide afetado fertiliza o óvulo da maneira normal, e as principais mutações letais matam a maioria dos embriões durante as primeiras divisões de clivagem (23).

Em relação às características de um inseto passível de controle pela TIE, os seguintes requisitos devem ser observados: (1) o emprego dessa tecnologia deve ser economicamente viável; (2) o inseto deve se reproduzir sexualmente através de cópulas; (3) deve existir tecnologia eficiente e econômica para a criação massal de insetos; (4) os indivíduos estéreis devem apresentar rápida e ampla dispersão no ecossistema, buscando prontamente a fêmea selvagem e competindo com os machos férteis; (5) a irradiação ou outro método esterilizante deve produzir esterilidade sem afetar o comportamento ou

longevidade dos machos; (6) as fêmeas devem preferencialmente acasalar uma só vez; (7) o inseto a ser controlado deve ter, em uma fase do seu ciclo natural, uma baixa população e (8) os machos estéreis, produzidos em laboratório, devem apresentar um índice mínimo de 0,20 de compatibilidade sexual com as fêmeas selvagens, presentes no campo (24). Na Tabela 2 estão descritas diversas famílias de aracnídeos e insetos que já apresentaram dados sobre o uso de radiação ionizante.

A TIE clássica é considerada um tipo de controle genético, na qual o próprio inseto é utilizado para seu controle e baseia-se na exposição dos insetos à radiação ionizante, a qual danificará permanentemente seu material genético, provocando esterilidade nesses indivíduos. Podem-se citar as seguintes vantagens ao usar radiação para esterilizar insetos: o aumento de temperatura durante o processo é insignificante, os insetos estéreis podem ser liberados imediatamente após terem sido tratados, a irradiação não deixa resíduos nocivos, e a irradiação pode ser feita com os insetos já embalados (25).

Técnicas físico-químicas podem ser adotadas, durante a irradiação, a fim de minimizar efeitos colaterais na biologia e comportamento do inseto, principalmente sobre a longevidade, comportamento sexual e dispersão, sem prejudicar a eficiência da esterilização. Os insetos estéreis são liberados por aviões ou helicópteros (26).

A técnica do inseto estéril por radiação foi estudada no Brasil por Gallo (27) visando o controle de pragas, sendo aplicada pelo autor em pupas de *Diatraea saccharalis* (F.) e *Ceratitis capitata* (Wied.). Atualmente mais de 300 espécies já foram submetidas para estudos de irradiação visando controle de pragas, desinfestação de mercadorias em quarentena e radioecologia (28).

Na região nordeste, em Juazeiro, conhecida pela exportação de manga e uva, o emprego da TIE faz parte do programa de Manejo Integrado de Pragas, no controle da lagarta da maçã e mosca-das-frutas, e para tal, culminou com a implantação da biofábrica Moscamed. A mosca-das-frutas foi introduzida no Brasil no final do século 19 e, junto com outras espécies de moscas-das-frutas, causa prejuízo de 120 milhões de dólares por ano para a fruticultura brasileira e mais de dois bilhões de dólares para a fruticultura mundial. As moscas-das-frutas foram candidatas a programas de erradicação em várias partes do mundo, devido a sua grande importância econômica e facilidade de criação massal (2).

Com relação aos custos desta técnica, no Chile, após 8 anos de um programa intensivo com TIE, a mosca do mediterrâneo foi erradicada em 1995 da província de Arica. Desde então, as exportações de frutas cresceram chegando a totalizar 2 milhões de toneladas de frutas, principalmente uvas de mesa, maçãs, kiwis, abacate e pêssegos, com valor, em 2002, de US\$ 1,6 bilhões. A cada ano, o governo chileno gasta uma média US\$ 4 milhões para manter o país livre de moscas- das- frutas, sendo a relação benefício/custo em torno de 17:1 (26).

Tabela 1 – Exemplos de instalações de criação de insetos e os tipos de irradiadores utilizados para esterilização reprodutiva

Localização	Inseto	Dose (Gy)	Modelo do Irradiador	Fonte
África do Sul	<i>Ceratitis capitata</i>	90	Panorâmico	Co-60
Argentina	<i>C. capitata</i>	110	IMCO – 20	Co-60
Brasil	<i>C. capitata</i>	95	RS 2400 (RADSOURCE)	Raio-X

Canada	<i>Cydia pomonella</i>	150	Gammacell 220 (NORDION)	Co-60
Chile	<i>C. capitata</i>	120	Gammacell 220 (NORDION)	Co-60
EUA (Hawaii)	<i>C. capitata</i>	140	Husman 521 (2unidades – ISOMEDIX)	Cs-137
		120	Gammacell 220 (NORDION)	Co-60
EUA (Texas)	<i>Anastrepha ludens</i>	70	Husman 521 (ISOMEDIX)	Cs-137
Filipinas	<i>Bactrocera philippinensis</i>	64 – 104	GB 651PT (NORDION)	Co-60
			Gammacell 220E (2 unidades – NORDION)	Co-60
Guatemala	<i>C. capitata</i>	100 – 145	Gammacell 220R(J.L. SHEPHERD)	Co-60
			Husman 521A (ISOMEDIX)	Cs-137
			Husman 521 (ISOMEDIX)	Cs-137
	<i>A. ludens</i>	80		
	<i>A. obliqua</i>	80	JS – 7400 (NORDION)	Co-60
México	<i>C. capitata</i>	100		
	<i>C. hominivorax</i>	80	Husman 520 (3 unidades – ISOMEDIX)	Cs-137
Portugal	<i>C. capitata</i>	100	Gammacell 220 (NORDION)	Co-60
Tailândia	<i>Bactrocera dorsalis</i>	90	Gammacell 220 (NORDION)	Co-60

Fonte: Bakri; Heather; Hendrichs; Ferris (2005) (29).

Tabela 2 – Lista de aracnídeos e insetos submetidos à irradiação para obtenção da esterilidade e/ou desinfestação.

Classe	Ordem	Famílias (gênero, espécies)	Dose (Gy)
Arachnida	Acari	Acaridae (4,5); Argasidae (2,2); Dermanyssidae (1,1); Eriophyidae (1,1); Ixodidae (4,6); Oligonychidae (1,1);	31 a 305

		Siteroptidae (1,1); Tenuipalpidae (1,1); Tetranychidae (2,7).	
	Aranea	Eresidae (1,1); Pholocidae (1,1).	20 a 150
Insecta	Coleóptera	Anobiidae (3,4); Bostrichidae (2,1); Bruchidae (3,5); Cerambycidae (1,1); Chrysomelidae (3,2); Cleridae (1,1); Coccinellidae (1,1); Curculionidae (19,26); Dermestidae (3,7); Laemophloeidae (1,3); Lyctidae (1,1); Scarabaeidae (5,5); Scolytidae (1,1); Silvanidae (2,3); Ptinidae (1,1); Tenebrionidae (8,11).	15 a 211
	Dictyoptera	Blaberidae (1,1); Blattellidae (1,2), Blattidae (1,1); Oxyhaloidae (1,1).	5 a 140
	Diptera	Agromyzidae (1,1); Anthomyiidae (1,2); Calliphoridae (3,5); Ceratopogonidae (1,1); Chloropidae (1,1); Culicidae (3,14); Cuterebridae (1,1); Drosophilidae (1,5); Glossinidae (1,8); Muscidae (4,6); Oestridae (1,2); Piophilidae (1,1); Psilidae (1,1); Sarcophagidae (1,1); Sciaridae (1,1); Tachinidae (1,1); Tephritidae (6,34).	20 a 200
	Hemiptera	Aleyrodidae (3,4); Aphididae (2,2); Cicadellidae (1,1); Coccidae (1,1); Coreidae (2,2); Diaspididae (2,2); Delphacidae (2,3); Lygaeidae (1,1); Miridae (1,1); Pentatomidae (2,3); Pseudococcidae (2,2); Pyrrhocoridae (1,1); Reduviidae (3,3).	10 a 200
	Hymenoptera	Apidae (1,1); Braconidae (2,2); Eulophidae (1,1); Formicidae (1,1); Pteromalidae (1,1).	80 a 100
	Lepidoptera	Arctiidae (2,2); Bombycidae (1,2); Cossidae (1,1); Gelecheiidae (4,4); Lymantiidae (2,2); Lyonetiidae (1,1); Noctuidae (6,13); Pieridae (1,1); Plutellidae (1,1); Pyralidae (13,21); Sphingidae (1,1); Tineidae (1,1); Thaumetopoeidae (1,1); Tortricidae (16,20); Yponomeutidae (3,4).	40 a 400
	Orthoptera	Acrididae (1,1)	4
	Thysanoptera	Phlaeothripidae (1,1); Thripidae (5,9).	100

Fonte: Bakri; Heather; Hendrichs; Ferris (2005) (29).

CONCLUSÕES

A técnica do inseto estéril é uma opção viável para aplicação no ambiente agrícola, uma vez que não possui riscos ao ecossistema, já que se caracteriza por uma técnica de grande especificidade, pois quando implementada pretende reduzir a população de uma determinada praga. Por não ser uma prática onerosa a curto prazo, torna-se essencial que os setores envolvidos, privado, produtivo, público e social, estejam engajados para alcançar a eficiência desejada. Do mesmo modo, se faz necessário maiores estudos sobre o tema, bem como a expansão da técnica por meio da criação de programas de controle para outras pragas, na qual a TIE possa integrar o manejo integrada de insetos causadores de danos.

REFERÊNCIAS

- (1) IMPERATO, R.; RAGA, A. Técnica do Inseto Estéril. Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Instituto Biológico, Documento Técnico 2015; 018:1-16.
- (2) WALDER, J. M. M. Técnica do inseto estéril – controle genético. *In*: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado. Ribeirão Preto: Holos; 2000.
- (3) DIAS, N. P.; GARCIA, F. R. M. Fundamentos da Técnica do Inseto Estéril (TIE) para o controle de moscas das frutas (Diptera, Tephritidae). *Biológico*. 2014;7: 68-62.
- (4) FAO. Glossary of phytosanitary terms. Provisional additions. Rome: FAO/IPPC, 2005.
- (5) PARANHOS, B. A. J. Técnica do Inseto Estéril e Controle Biológico: métodos ambientalmente seguros e eficazes no combate às moscas-das-frutas. *In*: SIMPÓSIO DE MANGA DO VALE DO SÃO FRANCISCO, n.1, 2005, Petrolina. Resumos. Petrolina: 2005. 12p.
- (6) BECKER, N.; PETRIC, D.; ZGOMBA, M.; BOASE, C.; MADON, M. B.; DAHL, C.; KAISER, A. Mosquitoes and Their Control, 2 ed. New York. Springer, 2003:576
- (7) DYCK, V. A.; HENDRICHS, J.; ROBINSON, A. S.,. The Sterile Insect Technique: Principles and Practice in Area-Wide Integrated Pest Management. Heidelberg: Springer, 2005.
- (8) SAZAKI, C. S. S. Esterilização química da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) através de isca com melão e inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento de insetos [dissertação]. São Paulo: Escola Superior de agricultura Luiz de Queiro; 2006.
- (9) IMPERATO, R.; RAGA, A. Técnica do Inseto Estéril. Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Instituto Biológico, Documento Técnico. 2015; 018:1-16.

- (10) BORKOVEC, A.B. Control and management of insect populations by chemosterilants. Environmental health perspectives, Research Triangle Park.1976; 14: 103-107.
- (11) LA BRECQUE, G.C.; SMITH, C.N. Principles of Insect Chemosterilization. New York: Appleton Century Crofts; 1968.
- (12) MEYER, J. R. Pest Control Tactics. Department of Entomology, North Carolina State University. 2003. Disponível em: <<http://www.cals.ncsu.edu/course/ent425/tutorial/tactics.html>>. Acesso em: 25 de maio de 2021.
- (13) TIBA, L.M. Efeito de alguns inseticidas sobre a mariposa *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera, Plutellidae) por meio de iscas esterilizantes [dissertação]. São Paulo: Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz; 2008.
- (14) SAZAKI, C. S. S. Esterilização química da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) através de isca com melão e inseticidas do grupo dos reguladores de crescimento de insetos [dissertação]. São Paulo: Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz; 2006.
- (15) POST, L.C.; VICENT, W. R. A new insecticide inhibits chitin synthesis. Die Naturwissenschaften. 1973; 60: 431-432.
- (16) MULDER, R.; GIJSWIJT, M. J. The Laboratory evolution of two promising new insecticides with interference with cuticle deposition. Pesticide Science. 1973; 4:737-745.
- (17) DHADIALLA, T. S.; CARLSON, G.R.; LE, D.P. New insecticides with ecdysteroidal and juvenile hormone activity. Annual Review of Entomology. 1998; 43: 545-569.
- (18) ISHAAYA, I.; YABLONSKI, S.; HOROWITZ, A. R. Comparative toxicity of 2 ecdysteroid agonists, RH-2485 and RH-5992, on susceptible and pyrethroid-resistant strains of the Egyptian cotton leaf worm, *Spodoptera littoralis*. Phytoparasitica. 1995; 23: 139-145.
- (19) HOOPER, G. H. S. Sterilization of the Mediterranean fruit fly with gamma radiation effect on male competitiveness and change in fertility of females alternately mated with irradiated and untreated males. Journal of Economic Entomology, College Park. 1972; 65:1-6.
- (20) LACHANCE, L. E. The introduction of DCM in insects by ionizing radiation and chemicals – as related to the sterile male technique of insect control. In: WRIGHT J. W.,; PAL, R. (Ed.). Genetics of insect vectors of disease. Amsterdam: Elsevier. 1967:617-650.
- (21) PARANHOS, B. A. J.; NASCIMENTO, A. S.; BARBOSA, F. R.; VIANA, R.; SAMPAIO, R.; MALAVASI, A.; WALDER, J. M. M. Técnica do Inseto Estéril: Nova Tecnologia para Combater a Mosca-das-Frutas, *Ceratitis capitata*, no Submédio do

- Vale do São Francisco, Petrolina: Embrapa Semiárido, 2008, 6p. (Comunicado Técnico 137).
- (22) MASTRANGELO, T.; WALDER, J. Use of Radiation and Isotopes in Insects, Radioisotopes. Applications in BioMedical Science. 2011; 2: 67-92.
- (23) ARAUJO, M. M.; SPENCER, P. J. Técnica do Inseto Estéril: uma ferramenta no manejo integrado de pragas. *Biológico*. 2017;79: 01-07.
- (24) PARANHOS, B. J.; MCLNNIS, D.; URAMOTO, K.; DAMASCENO, I.; GONÇALVES, N.; ALVES, R. M.; LOURDES, M. F.; WALDER, J.; MALAVASI, A.; NASCIMENTO, A. Sterile medfly males of the TSL Vienna 8 genetic sexing strain improved mating performance with ginger root oil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA, n.7, 2006, Salvador. Resumos. Salvador: 2006.
- (25) CARVALHO, D. O.; NIMMO, D.; NAISH, N.; MCKEMEY, A. R.; GRAY, P.; WILKE, A. B.; MARRELLI, M. T.; VIRGINIO, J. F.; ALPHEY, L.; CAPURRO, M. L. Mass production of genetically modified *Aedes aegypti* for field releases in Brazil. *Journal of Visualized Experiments*. 2014;83:1-10.
- (26) MASTRANGELO, T. A. Esterilização de mosca-das-frutas (Diptera:Tephritidae) com raios-x para programas de Técnica do Inseto Estéril [dissertação]. São Paulo: Centro de energia Nuclear na Agricultura - USP; 2009.
- (27) GALLO, D. Radioisótopos no controle de pragas. *Piracicaba*. 1960;7: 30-31.
- (28) ARTHUR, V.; MACHI, A. R.; ARTHUR, P. B. Irradiation of *Ecdytoplopha aurantiana* (Lepidoptera: Tortricidae) pupae in oxygen requires a lower dose to strongly reduce adult emergence and prevent reproduction than irradiation in air. *Florida Entomologist*. 2016; 99: 38-40.
- (29) BAKRI, A., HEATHER, N., HENDRICHS, J., AND FERRIS, I., Fifty Years of Radiation Biology in Entomology: Lessons Learned from IDIDAS, *Annals of the Entomological Society of America*.2005; 98: 1-12.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-52>

Capítulo 52

ACÇÃO CICATRIZANTE DA INFUSÃO DE FOLHAS DE PATA-DE-VACA (*Bauhinia forficata*) SOBRE FERIDA ORTOPÉDICA EM BOVINO DE LEITE

Stefanie Bressan Waller¹; Karina Affeldt Guterres²; Cristine Cioato da Silva³; Débora de Campos Añaña⁴; Sílvia Regina Leal Ladeira⁵; Charles Martins Ferreira⁶; Marlete Brum Cleff⁷

¹Pesquisadora de Pós-Doutorado Júnior – PDJ– CNPq; E-mail: waller.stefanie@yahoo.com.br, ²Docente da Faculdade de Medicina Veterinária – UCS; E-mail: gutierrez.karina@gmail.com, ³Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Veterinária – PPGV – UFPel; E-mail: criscioato@hotmail.com, ⁴Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Veterinária – PPGV – UFPel; E-mail: debora_anana@hotmail.com, ⁵Responsável Técnica do Depto de Veterinária Preventiva – DVP – UFPel; E-mail: s.ladeira@hotmail.com, ⁶Docente do Depto de Clínicas Veterinárias – DCV – UFPel. E-mail: martinscf68@yahoo.com.br, ⁷Docente do Depto de Clínicas Veterinárias – DCV – UFPel. E-mail: marletecleff@gmail.com

RESUMO: As feridas cutâneas comprometem a produção de bovinos de leite, além de gerar gastos financeiros com fármacos convencionais que nem sempre são suficientes para a cura. Alternativamente, a fitoterapia pode ser útil pela presença de compostos ativos, além de geralmente ter menor custo, destacando-se a planta “pata-de-vaca” (*Bauhinia forficata*, BAUH), popularmente usada por sua ação cicatrizante. O presente trabalho objetivou relatar um caso de bovina de leite com lesão crônica em região carpal do membro anterior direito por trauma físico e tratada com infusão de BAUH. Sem resposta aos tratamentos convencionais, optou-se por aplicar topicamente um preparado de infusão de folhas de BAUH, duas vezes ao dia, por cinco semanas, associada à limpeza local, com mensuração da área e perímetro da lesão em dias alternados. Ainda, foi realizada coleta de amostra para cultura bacteriana e antibiograma. Os resultados revelaram uma evolução da lesão inicial de aumento de volume, inflamação e material necrótico (dia zero; área de 174.4805 mm²) para uma lesão com proliferação de células endoteliais vasculares e fibroblastos, ausência de necrose e formação de bordas “rosadas” (dia 35; área de 27.6562 mm²). Essa evolução indicou uma reversão da lesão crônica, permitindo a fase cicatricial, ocorrida provavelmente pelos compostos kaempferol, karmpferitrina e quercetina, com reconhecida ação antioxidante, hipoglicemiante e por modularem a resposta inflamatória. Na cultura, *Proteus vulgaris* e *Escheria coli* isolados eram multirresistentes aos antibióticos. Concluiu-se que o extrato de infusão de BAUH pode ser um produto promissor como adjuvante na terapia de feridas cutâneas, permitindo a cicatrização.

Palavras-chave: *Bauhinia forficata*; ferida; fitoterapia; pata-de-vaca; plantas medicinais

INTRODUÇÃO

A prevalência de lesões cutâneas em vacas leiteiras é um indicador para o bem-estar animal, especialmente quando afetam as patas, como regiões carpais (1), prejudicando o desempenho produtivo do animal e, conseqüentemente, afetando o ganho financeiro pelo produtor. Sabe-se que as feridas são caracterizadas por rompimentos físicos da integridade do tecido cutâneo, podendo ter origem traumática ou isquêmica, ocasionando deformidades ou solução de continuidade que podem atingir não somente a epiderme, mas também os tecidos profundos (2).

Para o tratamento de feridas cutâneas, a terapia convencional é preconizada por meio de fármacos de ação anti-inflamatória, analgésica, antisséptica e antibiótica, o quais podem gerar altos custos (3), além de nem sempre serem úteis para os casos de feridas crônicas. Nos casos crônicos, o tratamento de feridas constitui um desafio na prática clínica (1, 2), uma vez que as lesões não progridem para a cicatrização e permanecem desordenadas por meses a anos, ocasionando frequentes recidivas (4).

A fitoterapia é um ramo em ascensão na prática veterinária (5), embora seu uso popular se remeta a Antiguidade (6). O uso de plantas medicinais no tratamento de enfermidades representa uma estratégia de baixo custo (5), sendo útil para os casos em que os tutores dos animais pertencem à classe em vulnerabilidade social (7).

Dentre as plantas medicinais de uso popular no Brasil, está *Bauhinia forficata* Lin. (Fabaceae), popularmente conhecida por “pata-de-vaca” no sul do Brasil ou “unha-de-vaca”, ou até mesmo por “mororó”, “pé de boi” e “casco de vaca” (8), como pode ser conhecida em algumas regiões. Na forma de infusão das folhas, seu uso popular é indicado pela ação repelente e cicatrizante em feridas contaminadas (5).

O presente trabalho teve como objetivo relatar um caso clínico de um bovino com ferida cutânea por trauma físico, onde foi utilizada de forma tópica o extrato fitoterápico de *Bauhinia forficata*.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a pesquisa, foram coletadas folhas de *Bauhinia forficata* Link. (Fabaceae, Figura 1) na cidade de Rio Grande/RS (Brasil), no mês de abril de 2012, na estação de outono. Para confirmação da espécie botânica, as folhas foram encaminhadas para o Herbário do Departamento de Botânica (Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS, Brasil), sendo identificadas como *B. forficata*. A identificação botânica resultou nos seguintes dados para a planta coletada: família Fabaceae; subfamília Caesalpinioideae; espécie *Bauhinia forficata*; subespécie *B. forficata* subsp. *pruinosa*, sinônimo de *Bauhinia candicans*.

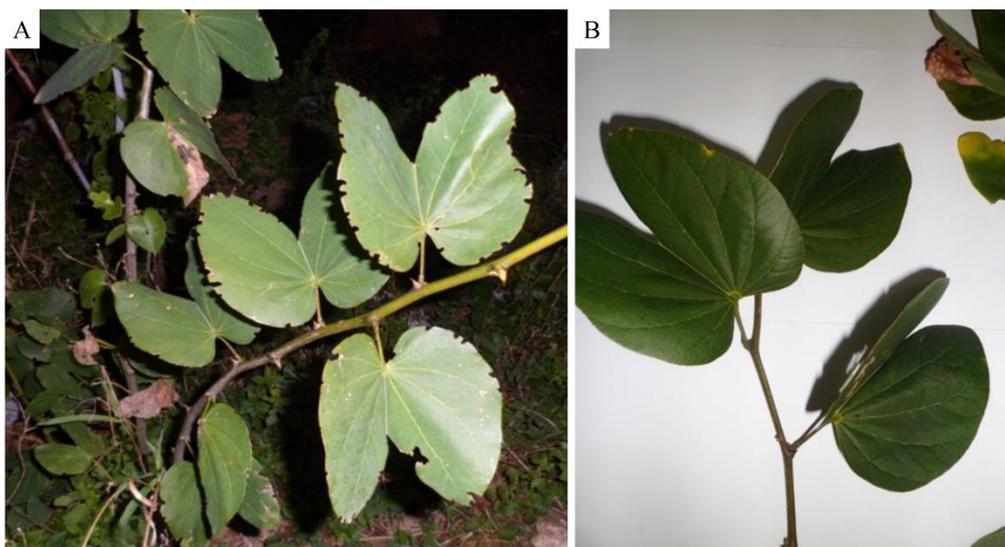


Figura 8 – Folhas de *Bauhinia forficata* (Fabaceae), popularmente conhecida por “pata-de-vaca” no Rio Grande do Sul, devido ao formato da folha semelhante aos dígitos de um bovino (A). As folhas (B) foram usadas para elaboração do extrato aquoso de infusão no tratamento tópico de uma bovina de leite com ferida cutânea crônica por trauma físico.

Fonte: Os autores.

As folhas foram secas em estufa com circulação de ar, sendo posteriormente acondicionadas até o momento de preparo de extrato (infusão a 2%), que consistiu na pesagem de 10 gramas de folhas da planta, seguida da adição de 500 mL de água fervente, e mantida em frasco escuro e fechado por 10 minutos. Posteriormente, o conteúdo foi filtrado em coador para eliminação de resíduos. A infusão era preparada diariamente para utilização na limpeza da ferida e mantida em refrigeração até a utilização.

No Hospital de Clínicas Veterinárias da Universidade Federal de Pelotas (UFPel, Pelotas/RS), foi atendido uma terneira (bovina de leite), fêmea, jovem de 1 ano de idade, que apresentava uma lesão crônica que não cicatrizava há 30 dias. A paciente adquiriu a lesão na região podal do membro anterior direito ao enroscar-se em um arame, havendo fratura da terceira falange, o que levou à amputação do dígito lateral do membro. Com a evolução, a lesão apresentou-se com grande quantidade de secreção, inflamação, evoluindo para infecção. Foram utilizados medicamentos convencionais a base de penicilinas injetáveis e limpeza da lesão com solução fisiológica. Entretanto, não houve sucesso clínico para obtenção da cura da ferida.

Foi coletado material da lesão com *swab* estéril para realização de cultura e antibiograma. O material foi semeado em ágar Sangue Ovino a 5% e Agar Mac Conkey, sendo incubado a 37 °C por 24 horas. Após isolamento e identificação bacteriana, os microrganismos foram avaliados quanto à sensibilidade frente aos principais antibióticos de uso veterinário.

Para o antibiograma (9), o método de difusão em disco foi realizado como teste de triagem em placas de ágar Müeller Hinton, utilizando amoxicilina com ácido clavulânico (30 µg/disco), cefalexina (30 µg/disco), ceftiofur (30 µg/disco), enrofloxacina (5 µg/disco),

gentamicina (10 µg/disco), oxacilina (1 µg/disco), penicilina G (10 UI/disco) e sulfazotrim (25 µg/disco). Uma vez preparado os inóculos bacterianos, esses foram semeados em uma placa contendo ágar Müeller-Hinton por espalhamento, seguido da aplicação dos discos de antibiótico com margens de distância entre si. As placas de Petri foram incubadas a 35°C por 18–24 horas, e as zonas de inibição de crescimento foram classificadas como sensível (S), intermediário (I) e resistência (R), de acordo com Bauer et al. (10) e VET08-ED4 (11).

Como tentativa em restabelecer a condição clínica da paciente, optou-se por método alternativo com extrato aquoso de infusão de *B. forficata*. Diariamente, a ferida era primeiramente limpa com solução fisiológica a 0,9%, seguida da realização de debridação com gaze na ferida. Posteriormente à limpeza, a lesão era irrigada topicamente com um volume de 250 mL de infusão de folhas da planta *B. forficata* diretamente na lesão. Esse procedimento era realizado duas vezes ao dia, sendo um pela manhã e outro pela tarde, por um período total de cinco semanas. A terapia com fitoterápico foi associada à antibioticoterapia a base de penicilina (durante 10 dias) e anti-inflamatório (3 dias) a base de flunixinina meglumina.

Para acompanhamento clínico, a evolução da cicatrização foi avaliada com medição do diâmetro da lesão de três em três dias, com o auxílio de filme plástico colocado na ferida, marcado com pincel atômico e transferido para folha, sendo essa usada para efetuar as medidas verticais e horizontais, além de fotografia para comprovação da evolução.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente caso clínico, a bovina de leite apresentava uma lesão crônica que não cicatrizava com terapia convencional há 30 dias. A extensão da lesão tornava-se gradativamente maior e pior, com extenso aumento de volume na área podal e presença de úlceras e necrose (Figura 1A), como observado no Hospital de Clínicas Veterinária (dia 0).

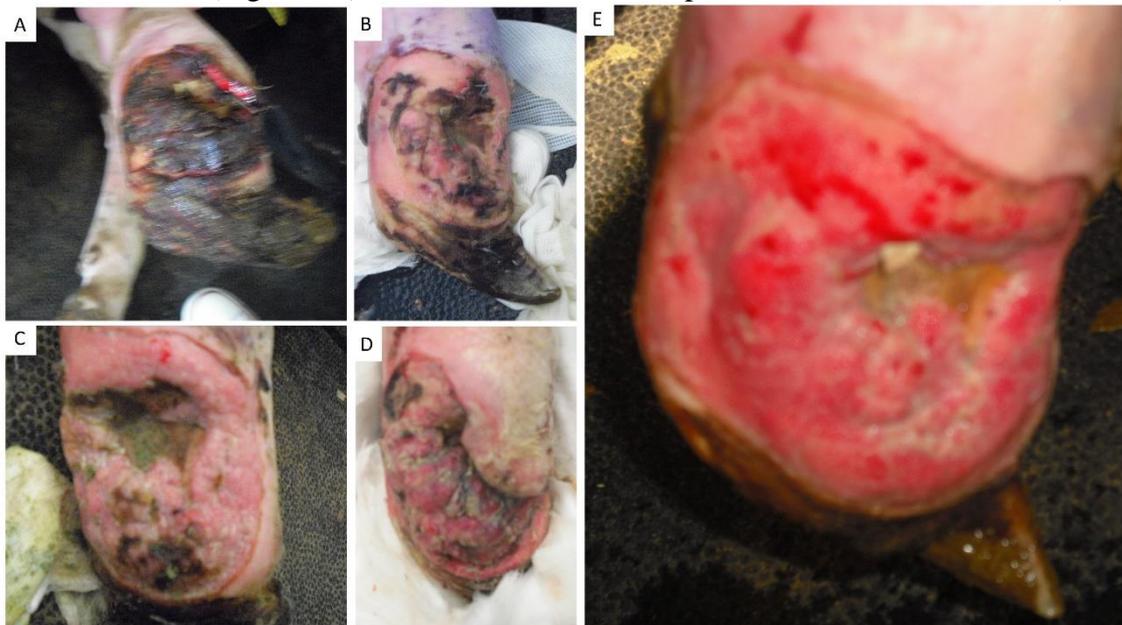


Figura 1 – Bovina de leite, fêmea, jovem de 1 ano de idade, apresentando lesão crônica por trauma físico há 30 dias em região podal no membro anterior direito, caracterizada por aumento de volume, inflamação e extensa lesão necrótica (A). Durante terapia tópica com

infusão de *Bauhinia forficata*, duas vezes ao dia, a lesão entrou em processo de regressão gradual do material necrótico (B e C) com formação de tecido de granulação na fase proliferativa (D). Ao fim do tratamento, observou-se proliferação de células endoteliais vasculares e fibroblastos em região central, ausência de necrose, e formação de bordas “rosadas” (E), indicando início de formação de tecido epitelial em direção ao centro. A evolução clínica demonstrou que a infusão da planta foi adjuvante no tratamento para promoção de cicatrização de ferida.

Fonte: Os autores.

Ainda no dia zero de atendimento, foi realizada coleta de amostra para cultura bacteriana, no qual foram isoladas colônias bacterianas lactose-positiva e identificadas como *Escherichia coli*, bem como lactose-negativa, sendo identificadas como *Proteus mirabilis* (Figura 2A).

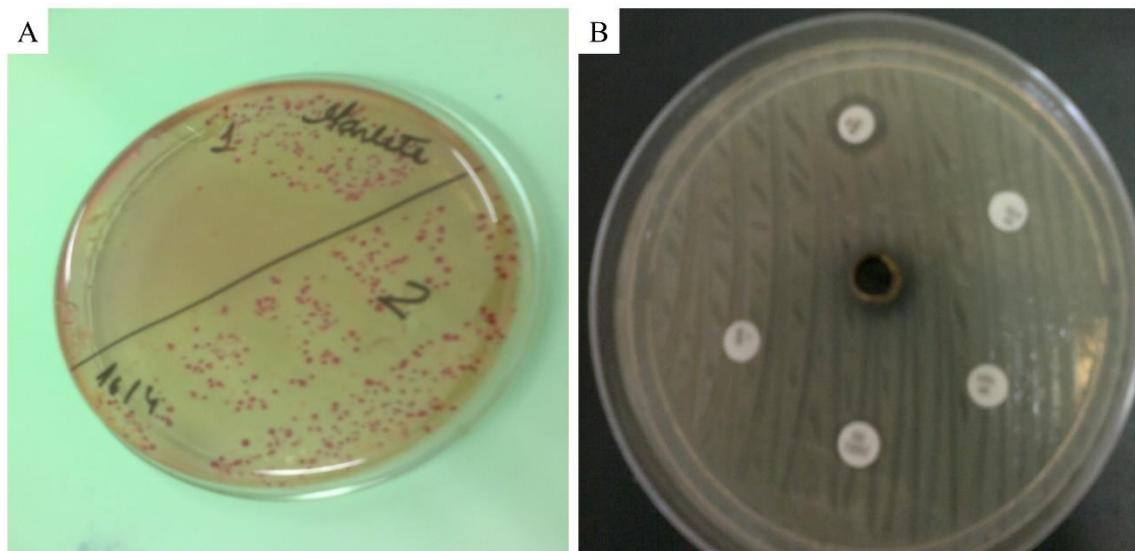


Figura 2 – Cultivo bacteriano obtido da sementeira da amostra coletada de ferida cutânea do membro anterior direito de uma bovina de leite com ferida crônica, revelando crescimento de colônias lactose-positivas (cor vermelha) e lactose-negativas (incolor) em ágar MacConkey, após incubação a 37°C por 24 horas (A), sendo posteriormente identificadas como *Escherichia coli* e *Proteus vulgaris*, respectivamente. Após realização de antibiograma em placa inoculada com *Proteus vulgaris* (B) isolado da paciente bovina, observou-se ausência de halo de inibição nos discos antibióticos aplicados, indicando resistência desse isolado bacteriano a todos os antibióticos testados.

Fonte: Os autores.

Após identificação bacteriana, foi realizado um antibiograma (Figura 2B) por meio da aplicação de discos individuais contendo os principais antibióticos de uso veterinário, como amoxicilina com ácido clavulânico, cefalexina, ceftiofur, enrofloxacin, gentamicina, oxacilina, penicilina G, e sulfazotrim. Na Tabela 1, é possível verificar os resultados obtidos no antibiograma.

Tabela 1 – Antibiograma em bactérias *Escherichia coli* e *Proteus mirabilis* isoladas clinicamente de lesão podal em uma bovina de leite que apresentava lesão crônica por trauma físico e interpretados como sensíveis (S), intermediários (I) ou resistentes (R) aos principais antibióticos de uso veterinário.

Antibióticos testados (concentração por disco)	<i>Escherichia coli</i>	<i>Proteus mirabilis</i>
Amoxicilina + ácido clavulânico (30 µg)	R	R
Cefalexina (30 µg)	R	R
Ceftiofur (30 µg)	R	R
Enrofloxacina (5 µg)	R	R
Gentamicina (10 µg)	R	R
Oxacilina (1 µg)	R	R
Penicilina G (10 UI)	R	R
Sulfazotrim (25 µg)	R	R

Fonte: Os autores.

Ainda no dia zero de atendimento clínico, foi realizada a mensuração da área da lesão foi de 174.4805 mm² com perímetro de 62.6937 mm (Tabela 2), bem como foi iniciada a terapia tópica com infusão de *B. forficata* associada à limpeza local. Os dados relativos à mensuração da área e perímetro da lesão durante o tratamento tópico com extrato de infusão de *Bauhinia forficata* Link na lesão podal do animal estão detalhados na Tabela 2.

Tabela 2 – Mensuração da área e perímetro da lesão podal em região do carpo de membro anterior direito de uma bovina de leite que apresentava lesão crônica há 30 dias, e tratada alternativamente com extrato de infusão de *Bauhinia forficata* Link. (Fabaceae) por via tópica durante cinco semanas.

Dia de tratamento	Área (mm ²)	Perímetro (mm)
Dia 0	174.4805	62.6937
Dia 2	126.147	42.7177
Dia 3	93.6109	42.415
Dia 7	45.0173	25.2015
Dia 10	100.6055	37.0204
Dia 14	85.5672	33.5915
Dia 20	68.7956	31.6749
Dia 25	64.926	30.0081
Dia 27	49.5765	27.3936
Dia 30	51.4944	26.9839
Dia 35	27.6562	21.2001

Fonte: Os autores.

No dia 7, observou-se a formação de novo tecido na borda da lesão, porém, ainda com presença de material necrótico no seu interior (Figura 1B). No 10º dia de aplicação tópica do produto natural, observou-se um aumento de tamanho da área (100.6055 mm²), embora a presença do material necrótico tenha se apresentado reduzido (Figuras 1C e 2D). No dia 14 de avaliação, a lesão reduziu de tamanho (85.5672 mm²) gradativamente até o dia 35 (27.6562 mm²), se apresentando com formação de novos vasos sanguíneos e células epiteliais (Figura 1E), indicando a fase de reparação na paciente bovina. Essa fase

representou uma evolução clínica, considerando que a lesão crônica não evoluía da fase inflamatória.

Apesar dos dados mensurados na lesão revelarem uma oscilação de redução e aumento na área e perímetro durante o período de terapia tópica com o fitoterápico, observou-se que a lesão cutânea da paciente bovina apresentou formação de novo tecido de granulação e rica presença de vasos sanguíneos característicos da fase de proliferação, também chamada de fase de granulação, pela primeira vez. Essa fase representou um ponto favorável com o uso do fitoterápico como adjuvante no tratamento da ferida, uma vez que a paciente apresentava lesão crônica e necrose tecidual que não cicatrizava há 30 dias, mesmo com terapia convencional.

Sabe-se que o processo de cicatrização de uma ferida envolve basicamente três estágios graduais, iniciando-se pela fase inflamatória, onde a lesão se caracteriza pelo início a cascata de coagulação para manutenção da hemostasia e prevenção de hemorragia, além de vasodilatação para permitir a quimiotaxia de células inflamatórias para o local. Cerca de 4 dias após, inicia-se a fase de proliferação (fase de granulação), no qual ocorre quatro etapas fundamentais: epitelização, angiogênese, formação de tecido de granulação e deposição de colágeno, podendo perdurar por até 14 dias. Concomitante, pode-se iniciar a fase de remodelamento (fase de maturação) 8º dia de lesão, no qual ocorre deposição de colágeno de maneira organizada e pode perdurar por uma semana (12).

No caso da bovina, a lesão crônica encontrava-se em fase de retardo de cicatrização, devido à presença de material necrótico, o qual significa que há morte celular no material seco e de cor enegrecida. Durante terapia tópica com infusão de *Bauhinia forficata*, duas vezes ao dia, observou-se a formação de tecido de granulação, caracterizada pela proliferação de células endoteliais vasculares e fibroblastos abaixo do material necrótico, enquanto este, por sua vez, tornava-se facilmente desprendido. Esse evento demonstrou um estímulo para a cicatrização (12). A formação de tecido de granulação na fase proliferativa, juntamente com a formação de novos vasos sanguíneos (angiogênese) permitiram a evolução do processo cicatricial, para ausência de necrose e formação de bordas “rosadas” na volta da lesão. Esse evento é característico de início da fase de remodelamento, aonde o tecido epitelial é de fato sintetizado, indicando o início da última fase da cicatrização da ferida (12).

Estudos têm demonstrado a ação antimicrobiana de preparos de *Bauhinia forficata* na forma de tintura contra microrganismos formadores de biofilme dental, como *Streptococcus* spp. (13), além de modular a resistência de *Staphylococcus aureus* produtor de bomba de efluxo NorA, responsável pela resistência à norfloxacin (14). Embora não tenha sido possível realizar testes de suscetibilidade antimicrobiana *in vitro* do extrato aquosos de infusão de *B. forficata* usada na terapia da bovina de leite frente aos seus isolados clínicos bacterianos, acredita-se que a ação cicatricial promovida pode ter sido influenciada de forma possível pela suposta ação antibacteriana. Essa hipótese deve ser confirmada mediante ensaios *in vitro*.

Embora não tenha sido possível realizar a análise química do presente extrato de infusão utilizado no animal, acredita-se que o mesmo seja rico em flavonóides, como kaempferitrina, kaempferol e quercetina (8, 15), dentre outros componentes. Kaempferitrina é um flavanóide majoritário encontrado nos extratos de suas folhas, sendo reconhecida como o principal componente químico com propriedades biológicas ativas (8) antioxidante e são inibidores de enzimas glicosídeo hidrolases, conferindo ação hipoglicemiante que são úteis para o controle de diabetes (15).

Além disso, estudos mostraram que os compostos presentes em *B. forficata* são considerados não-citotóxicos e não-hemolíticos, sendo capazes de combater a produção de radicais livres em macrófagos (15). Em modelos *in vivo* para avaliação do potencial cicatricial, têm revelado que o uso tópico da fração acetato de etila da planta sobre feridas cirúrgicas em camundongos, reduziu significativamente a área da lesão (16), semelhantemente aos achados do presente relato de caso em bovino. A promoção da cicatrização de feridas, parece ser mediada por regulação do processo inflamatório local por redução da peroxidação lipídica e diminuição da expressão gênica de citocinas do tipo IL-1 β e TNF- α na área lesada (16), as quais são moléculas pró-inflamatórias que prolongam a fase de inflamação.

Portanto, as propriedades biológicas ativas da infusão de *B. forficata* auxiliaram no controle da ferida da paciente bovina, devido à ação antioxidante e hipoglicemiante, bem como pela modulação da resposta inflamatória, permitindo a cicatrização da lesão crônica.

CONCLUSÕES

O uso de extrato de infusão de *Bauhinia forficata* por via tópica, duas vezes ao dia, por cinco semanas, foi um tratamento adjuvante para o controle de ferida crônica, permitindo a reparação tecidual nas fases de cicatrização. A ação cicatricial do produto natural parece decorrer de sua ação antioxidante, hipoglicemiante e moduladora da resposta inflamatória, permitindo a evolução clínica da ferida. O presente trabalho demonstrou o uso promissor dessa planta para a terapia de feridas, associada à limpeza local.

AGRADECIMENTOS

À Prof^a Dr^a Raquel Lüdtke (Depto de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas – UFPel) pela identificação botânica da planta *Bauhinia forficata*.

REFERÊNCIAS

1. Bernhard JK, Vidondo B, Achermann RL, Rediger R, Müller KE, Steiner A. Carpal, tarsal, and stifle skin lesion prevalence and potential risk factors in Swiss dairy cows kept in tie stalls: A cross-sectional study. PLoS One. 2020;15(2):e0228808. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228808>
2. Orpet H, Welsh P. Handbook of veterinary Nursing. 2. Ed. Wiley-Blackwell; 2010.
3. Ferreira PM, Leite RC, Carvalho AU, Facury Filho EJ, Souza RC, Ferreira MG. Custo e resultados do tratamento de seqüelas de laminite bovina: relato de 112 casos em vacas em lactação no sistema free-stall. Arq Bras Med Vet Zootec. 2004;56(5):589–594.
4. Dealey C. Cuidando de feridas: um guia para enfermeiras. 2. Ed. Atheneu; 2008.
5. Giordani C, Santin R, Cleff MB. Plantas medicinais e tóxicas em Pelotas, RS. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária; 2012.

6. Jashemski WF. *A Pompeian Herbal – Ancient and Modern Medicinal Plants*. University of Texas Press; 2014.
7. Cleff MB, Gonçalves HP, Dias TP, Waller SB, Rosa Cs d, Perera SC. Medicina Veterinária na Promoção da Saúde Animal e Humana em Comunidades em Vulnerabilidade Social. *In: A Extensão Universitária nos 50 anos da UFPEL (Michelon FF, Bandeira AR, Eds.)* Pelotas: Editora UFPel; 2020. p. 325–339.
8. Cechinel Filho V. *Bauhinia forficata* Link. *In: Medicinal and Aromatic Plants of South America (Albuquerque UP, Patil U, Máthé Á, Eds.)*. Brazil: Springer; 2018. pp. 139–143. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-94-024-1552-0_11
9. Clinical and Laboratory Standard Institute. *Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically: approved standard M07-A9 of NCCLS*. 9. ed. CLSI; 2012.
10. Bauer AW, Kirby WM, Sherris JC, Turck M. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. *Am J Clin Pathol*. 45(4):493–496, 1966.
11. Clinical and Laboratory Standard Institute. *Performance Standards for Antimicrobial Disk and Dilution Susceptibility Tests for Bacteria Isolated from Animals: approved standard VET08-ED4:2018 of NCCLS*. 4. ed. CLSI; 2018.
12. Oliveira IVP, Dias RVC. Cicatrização de feridas: fases e fatores de influência. *Acta Vet Bras*. 2012; 6(4):267–271.
13. Ferreira-Filho JCC, Marre ATO, Almeida JSS, Lobo LA, Farah A, Romanos MTV, Maia LC, Valença AMG, Fonseca-Gonçalves A. Therapeutic Potential of *Bauhinia forficata* Link in Dental Biofilm Treatment. *J Med Food*. 2020; 23(9):998–1005. Disponível em: <https://doi.org/10.1089/jmf.2019.0277>
14. De Sousa JN, De Oliveira ABM, Silva AKF, De Sousa LMS, Rocha MCF, Siqueira Júnior JP, Kaatz GW, Almeida JRGS, de Souza JSN, Barreto HM. Modulation of the resistance to norfloxacin in *Staphylococcus aureus* by *Bauhinia forficata* Link. *Nat Prod Res*. 2021; 35(4):681–685. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14786419.2019.1590714>
15. Franco RR, Alves VHM, Zabisky LFR, Justino AB, Martins MM, Saraiva AL, Goulart LR, Espindola FS. Antidiabetic potential of *Bauhinia forficata* Link leaves: a non-cytotoxic source of lipase and glycoside hydrolases inhibitors and molecules

with antioxidant and antiglycation properties. *Biomed Pharmacother.* 2020;123:109798. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2019.109798>

16. Rodrigues RO, Yaochite JNU, Sasahara CL, Albuquerque AA, Fonseca SGC, Araújo TDV, Santiago GMP, de Sousa LM, de Carvalho JL, Alves APNN, de Carvalho PG, Nagao-Dias AT. Antioxidant, anti-inflammatory and healing potential of ethyl acetate fraction of *Bauhinia unguolata* L. (Fabaceae) on *in vitro* and *in vivo* wound model. *Mol Biol Rep.* 2020;47(4):2845–2859. <https://doi.org/10.1007/s11033-020-05332-7>

A photograph of a brown cow grazing in a lush green field. The cow is positioned on the right side of the frame, facing left. The field is filled with vibrant green grass and some small plants. In the background, there are rolling hills and a sky filled with soft, white clouds. A dark green vertical line runs along the left edge of the image. A dark green horizontal bar is overlaid across the middle of the image, containing the text.

NUTRIÇÃO ANIMAL, PATOLOGIA E CLÍNICAS

doi <https://doi.org/10.53934/9786599539633-53>

Capítulo 53

ÁCIDOS GRAXOS POLIINSATURADOS NA DIETA DE CÃES E SUA INFLUÊNCIA SOBRE O PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA RETINA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Giovane Krebs¹; Bianca de Oliveira Brum²; Ariane Miranda³; Maria Sara Cabrera Mendéz⁴; Caroline Fredrich Dourado Pinto¹; Inês Andretta⁵; Luciano Trevizan⁵.

¹Estudante de pós-graduação em Zootecnia - PPGZOOT – UFRGS; E-mail: giokrebs@gmail.com, ²Estudante do curso de Medicina Veterinária – FAVET – UFRGS, ³Estudante do curso de Zootecnia – Faculdade de Agronomia e Zootecnia – UFRGS, ⁴Estudante de pós-graduação em Ciência Animal – PPG Ciência Animal – UNESP/Jaboticabal, ⁵Docente/pesquisador do Depto de Zootecnia – PPGZOOT – UFRGS. E-mail: ltrevizan@ufrgs.br

RESUMO: Ácidos graxos poliinsaturados desempenham importante papel, tanto no desenvolvimento quanto na saúde da retina dos cães. O objetivo dessa revisão de literatura foi entender como os ácidos graxos da dieta podem impactar na saúde da retina de cães. A busca de artigos foi feita nas bases Web of Science, Scopus e Pubmed utilizando o método PICO (População; Interesse e Contexto), com dez artigos completos selecionados. Todos contemplavam a suplementação oral, injetada, ou na dieta de ácidos graxos poliinsaturados e resposta tecidual em cães em resposta a suplementação. Pôde-se observar nos estudos avaliados, datados dos anos 90, o interesse pela busca da etiologia e tratamento da degeneração progressiva da retina. Há consenso de que o déficit de 22:6_{n-3} na dieta ocasiona problemas no desenvolvimento da retina em cães. Fontes pré-formadas parecem melhorar a incorporação quando comparadas as fontes de 18:3_{n-3}. Pode se inferir que o ácido graxo 22:6_{n-3} possivelmente esteja envolvido no desenvolvimento ocular e que a deficiência esteja envolvida com as doenças degenerativas da retina. A suplementação de óleo de peixe contendo 22:6_{n-3} foi considerada benéfica na formação da retina, desenvolvimento da retina de cães, melhorando as respostas ao eletrorretinograma em cães filhotes amamentados por mães que consumiram óleo de peixe.

Palavras-chave: ÁCIDOS GRAXOS POLIINSATURADOS; CÃES; DHA; SAÚDE OCULAR; REVISÃO SISTEMÁTICA.

INTRODUÇÃO

Mais da metade dos lares brasileiros possuem ao menos um cão ou gato sendo a alimentação responsável pela maior parte dos custos de manutenção (1). A motivação do investimento em alimentos é dada pela facilidade com que se garante a manutenção saudável e prática dos animais. De fato, as dietas comerciais se propõem a atender as exigências nutricionais mínimas propostas pelo NRC (2) e FEDIAF (3) em busca da garantia da entrega de nutrientes fundamentais de forma balanceada.

Nas dietas, os nutrientes participam como nutrientes essenciais e não essenciais, ainda que grande parte dos nutrientes não essenciais sejam necessários para garantir o

aporte energético. Os lipídeos apresentam um papel importante na manutenção da saúde dos seres vivos do ponto de vista estrutural e energético. Há evidências que os lipídeos sejam moléculas ativas no metabolismo celular. Dessa forma, os lipídeos têm sido classificados como bons e ruins, num conceito mais humanizado. Na prática, com cães e gatos, este conceito parece não aplicar muito bem a função dos lipídeos. É proposto o conceito de lipídeos facilitadores e funcionais, devido as propriedades exercidas pelos lipídeos sobre a facilitação do consumo, como palatilizantes; e como funcionais, acrescentando energia nas dietas e provendo ácidos graxos com propriedades ativas sobre o metabolismo (4).

Dentro dos lipídeos funcionais estão os ácidos graxos da série dos ômega-6 (n-6) e ômega-3 (n-3), cujos grupos apresentam ácidos graxos essenciais para o metabolismo de mamíferos. Estes grupos apresentam representantes que são precursores de eicosanoides, prostaglandinas e leucotrienos, substâncias importantes na modulação de respostas inflamatórias, além de serem mediadores de funções celulares imprescindíveis (4).

As fontes alimentares de ácidos graxos da série n-6 e n-3, sofrem interferência de enzimas presentes nos tecidos dos animais. Estas enzimas são capazes de dessaturar e alongar ácidos graxos para formar ácidos graxos essenciais para um determinado tecido. A partir do consumo de ácido linoleico e ácido linolênico, cães são capazes de produzir os respectivos derivados, porém alguns deles, como os ácidos eicosapentaenoico (20:5_n-3) e docosaenoico (22:6_n-3) apresentam limitações na capacidade de formação e incorporação em tecidos devido à falta ou a baixa atividade de enzimas responsáveis por alongação e dessaturação. Dessa forma, os ingredientes utilizados nas dietas devem ser bem escolhidos para prover ácidos graxos base para a formação de componentes desejados. Quando um efeito é atribuído a um ácido graxo específico a adição deste ácido graxo pré-formado pode ser recomendada na dieta. Ainda assim, isto não garante que um determinado ácido graxo vá ser captado por um tecido que necessita daquele ácido graxo (5).

Devido aos diferentes papéis metabólicos dos lipídeos, e inúmeras vias de metabolização que eles estão envolvidos tenta se associar a utilização de alguns ácidos graxos na alimentação e suplementação dos cães com o objetivo de beneficiar a determinados órgãos em que a função do próprio órgão possa ser avaliada. Nota-se que no sistema nervoso e na retina uma concentração bastante alta de ácidos graxos poli-insaturados da série 3, em especial o 22:6_n-3. Ainda, pode se observar melhora no desenvolvimento ocular a partir da suplementação de lipídeos dietéticos ricos em 22:6_n-3 em cães (6).

Os cães podem ser acometidos por uma patologia designada como degeneração progressiva dos cones e bastonetes (DPCB) cujo benefício dos lipídeos para cães acometidos pela doença já foi estudado nos anos 90 (7; 8). A retina, é composta por estruturas como: células amácrinas, células bipolares, cones, bastonetes, células ganglionares, células horizontais, células interplexiformes e células capilares. No entanto, neste estudo será dado maior ênfase as células que são diretamente implicadas com a recepção e transferência dos sinais luminosos, os cones e bastonetes. Os bastonetes são estruturas alongadas em formato cilíndrico atuando como receptores de luz fraca acromática. Os cones, são células curtas, cônicas que recebem a luz mais intensa, sendo capazes de detectar cores. Em geral, o número de bastonetes é muito maior que o número de cones. Em animais de visão noturna um reduzido número de cones oculares é encontrado (6).

Em cães, o período perinatal é responsável pelo maior acúmulo dos ácidos graxos poliinsaturados no sistema nervoso central e na retina (9). Já foi observado em ratos que o

15° dia pós-parto é quando há o maior acúmulo de 22:6_n-3 na retina (10), além de ser o momento da maturação dos fotorreceptores (11). Esse acúmulo pós-natal pode estar associado as altas concentrações de 18:3_n-3 no leite materno (9). Também foi estudado que cães Poodle afetados por DPCB apresentam baixa concentração plasmática de 22:6_n-3 em comparação a não afetados (12).

O objetivo dessa revisão sistemática de literatura é avaliar os benefícios e envolvimento metabólicos dos ácidos graxos na saúde e desenvolvimento ocular de cães afetados ou não por doença degenerativa dos cones e bastonetes.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma pesquisa por trabalhos escritos na língua inglesa para agrupar artigos relacionados ao assunto “ácidos graxos” e seus possíveis benefícios para a saúde ocular de cães. A partir de indexadores (Web of Science, Scopus e Pubmed) uma busca foi realizada utilizando palavras-chave com base no método de revisão de literatura de PICO (13). O método consiste em criar uma chave de busca a partir dos critérios: a) P - “população” - objeto de estudo, tendo sido utilizadas as palavras “dog”, “dogs”, “puppy”, “cat”, “cats” ou “kitty”; b) I - “interesse” – tendo sido utilizadas as palavras e expressões como “polyunsaturated fatty acid”, “PUFA”, “Phospholipid*” ou “Lipid*”; e, c) CO - “contexto” – para o qual foram utilizadas palavras de “respostas” esperadas nos experimentos, como “omega 6:omega 3”, “omega 6/omega 3”, “omega 6”, “ω 6”, “omega 3”, “ω 3”, “linoleic acid”, “linolenic acid”, “EPA”, “DHA” ou “arachidonic acid”.

Após a busca nos indexadores foram definidos critérios de seleção para que se pudesse excluir artigos que não contemplassem o tema estudado. Para a seleção foram definidos os critérios: a) ingestão de ácidos graxos via dieta; b) experimentos realizados em cães e gatos que envolvessem medidas na retina (independente de idade); c) apresentar respostas à ingestão de ácidos graxos na concentração de ácidos graxos da retina. Após a busca e definidos os critérios de seleção, os artigos de todos os indexadores foram agrupados em um gerenciador de bibliografia (EndNote 9[®]) para que pudessem ser selecionados. Os artigos de interesse foram selecionados seguindo as instruções do *Prisma flow diagram* (14). Este procedimento baseia-se em etapas para identificar: a) número de artigos selecionados de cada indexador; b) número de artigos duplicados (por virem de bases diferentes); c) número de excluídos por título e por resumo, quando esses não atenderam aos critérios de seleção; d) exclusão por revisão de literatura, quando o artigo se trata de uma revisão de literatura; e) exclusão após a leitura do texto completo, quando após a primeira triagem o artigo demonstrar não atender aos critérios de seleção. Inicialmente a busca foi feita também para gatos, pois poderiam aparecer artigos de cães relacionados a artigos de gatos. Após a seleção de artigos por sua leitura completa (texto completo), foram cheçadas as referências bibliográficas de cada artigo selecionado para inclusão de trabalhos relacionados com o tema e não encontrados nos indexadores pelas palavras-chave. Todos os trabalhos selecionados foram organizados para ter seus dados dispostos em planilhas virtuais. Para compor a base de dados, para cada artigo foi atribuído um código de identificação e tabuladas no programa Microsoft Excel[®] do pacote *Office* informações como autor, título, ano da publicação, espécie estudada, assunto estudado, presença de informações da dieta ou suplementação fornecida, presença de alguns ácidos graxos de interesse para o estudo (18:2_n-6, 18:3_n-3, 18:3_n-6, 20:4_n-6, 20:5_n-3, 22:6_n-3, n-3 total e n-6 total) e presença de algum tipo de resposta para essa ingestão. Feito o lançamento dos dados dos trabalhos nas planilhas, houve uma filtragem dos

trabalhos, tendo sido selecionados apenas artigos que realizaram experimentos em cães para compor a base de dados final, devido as diferenças metabólicas entre cães e gatos. O critério de seleção final da revisão de literatura para cães foi relacionar a suplementação via dieta ao metabolismo dos ácidos graxos na formação ocular e na saúde dos olhos em cães com alguma enfermidade ocular.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados nos indexadores 521 artigos sendo 127 dentro do Web of Science, 247 na base Scopus, e 147 no PubMed. Destes, foram excluídos 190 artigos duplicados, 99 por título, 56 por resumo, 36 por serem revisões de literatura e 132 por texto completo. Após a fase de exclusão, ainda foram adicionados dois artigos das referências bibliográficas dos oito artigos selecionados (Figura 1).

A base consiste em dez artigos com datas de publicação entre 1990 e 2012, sendo sete até o ano de 2000 e três após esse mesmo ano. Desses, nove estudos foram realizados nos Estados Unidos e um na Suécia. Todos buscaram associar a utilização de ácidos graxos à formação ou à proteção da retina.

O estudo de Wetzel *et al.*, o mais antigo encontrado na revisão (1990), discutiu a utilização de ácidos graxos como fontes de fosfolipídios para a saúde ocular de cães afetados ou não por DPCB (15). Não foi encontrada diferença no percentual de fosfolipídios entre ambos os grupos, mas houve diferença no percentual da composição dos fosfolipídios. Neste estudo, animais a partir de sete semanas de vida obtiveram isótopos de 16:0 e 22:6_{n-3} ou 18:3_{n-3} injetados no globo ocular. Após análises, 10% do que foi injetado foi incorporado pelo segmento externo da retina e pelos detritos da retina. Os principais ácidos graxos que foram esterificados em fosfatidilcolina (FC) foram o 16:0 e 18:3_{n-3}, enquanto o 22:6_{n-3} foi esterificado em fosfatidiletanolamina (FE). Houve distribuição semelhante ao segmento externo da retina nos detritos da retina, no entanto, com menor incorporação de 22:6_{n-3} em fosfatidilserina (FS) e FE e maior correspondência do mesmo à FC, sugerindo que a FS e FE dos fotorreceptores caninos do segmento externo da retina tem o ciclo mais rápido para o enriquecimento de 22:6_{n-3}. Nesse estudo também foi demonstrado não haver resquícios de 18:3_{n-3} marcado nas principais fontes de 22:6_{n-3} que são esterificados, sugerindo que a principal fonte desse ácido graxo a ser esterificado em fosfolipídios oculares é proveniente do 22:6_{n-3} pré-formado, que está prontamente disponível no sangue e não adquirido por alongação e dessaturação do 18:3_{n-3}.

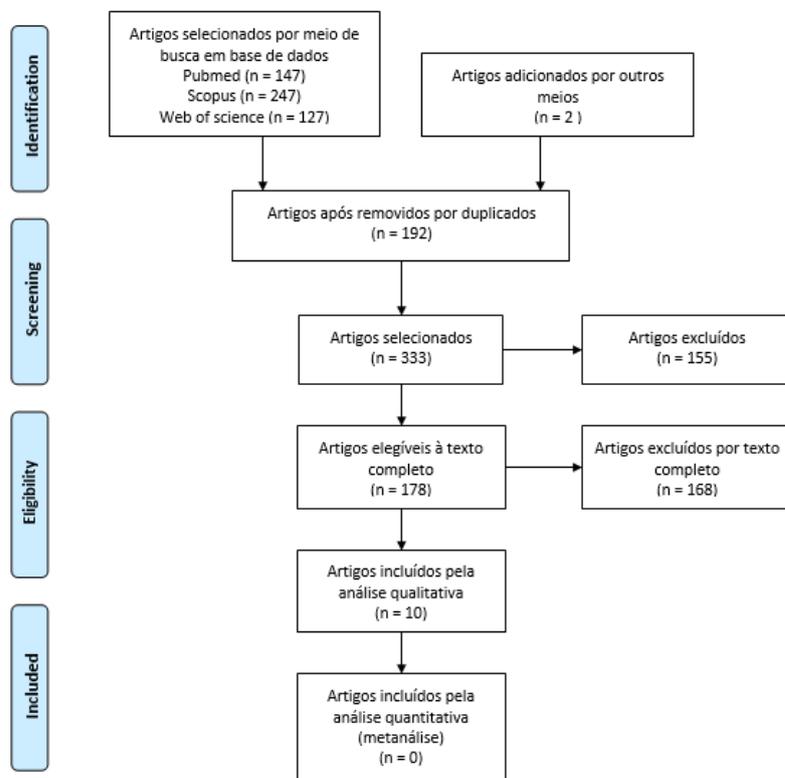
Na sequência, Anderson *et al.*, compararam os lipídios sanguíneos de cães Poodle afetados ou não por DPCB (12). Concluiu-se que cães dessa raça, e possivelmente de outras, afetados por DPCB tem deficiência da enzima delta 4-dessaturase devido suas baixas relações de 22:4_{n-6}/22:5_{n-6} e 22:5_{n-3}/22:6_{n-3} sanguíneo.

Em estudo posterior de Alvarez *et al.*, o ácido graxo 22:5_{n-3} foi injetado, diluído em etanol, diretamente no globo ocular de cães Poodle nas mesmas condições do estudo anterior a fim de avaliar o segmento externo da retina, a retina remanescente e o epitélio pigmentar da retina (7). Pode-se concluir nesse estudo que cães Poodle afetados por DPCB podem apresentar um defeito metabólico que impede a síntese de 22:6_{n-3} a partir de 22:5_{n-3}, entrando em acordo com a teoria de estudos anteriores (14), que propõe a síntese de 22:6_{n-3} a partir da alongação do 22:5_{n-3} em 24:5_{n-3}, posteriormente sendo

dessaturado em 24:6_{n-3} e, por fim, sendo beta-oxidado em 22:6_{n-3} (Figura 2).



PRISMA 2009 Flow Diagram



From: Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med* 6(7): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed.1000097

For more information, visit www.prisma-statement.org.

Figura 1 – Diagrama de fluxo PRISMA.

Fonte: Adaptado de (14).

No mesmo ano Anderson *et al.* utilizaram novamente cães Poodle (agrupados em afetados ou não por DPCB) foram suplementados com 18:3_{n-3} (óleo de linhaça) afim de avaliar fosfolipídios, triglicerídeos, ácidos graxos livres e colesterol no plasma (17). Foi visto principalmente que não é possível alterar os níveis de 22:5_{n-6} em nenhum dos grupos, mas afeta para baixo o 22:6_{n-3} em cães afetados, deixando o autor com a dúvida de como 22:5_{n-6} se manteve e 22:6_{n-3} obteve diminuição se ambos dependem da delta 4-dessaturase para serem sintetizados.

O próximo estudo, de Aguirre *et al.*, foi dividido em três etapas pelos autores. A primeira etapa consistiu em um projeto piloto em que cães afetados ou não por DPCB foram suplementados por óleo de peixe na dieta visando o acréscimo de 20:5_{n-3} e 22:6_{n-3} pré-formados (8). Não houve diferença significativa entre grupos quanto ao perfil de ácidos graxos no plasma sanguíneo, no entanto, ambos apresentaram redução do ácido graxo 20:4_{n-6} e aumento de 20:5_{n-3}, 22:5_{n-3} e 22:6_{n-3} no plasma sanguíneo. Concluiu-se que a suplementação de óleo de peixe gera um rápido aumento de 22:6_{n-3} sanguíneo em cães afetados ou não por DPCB.

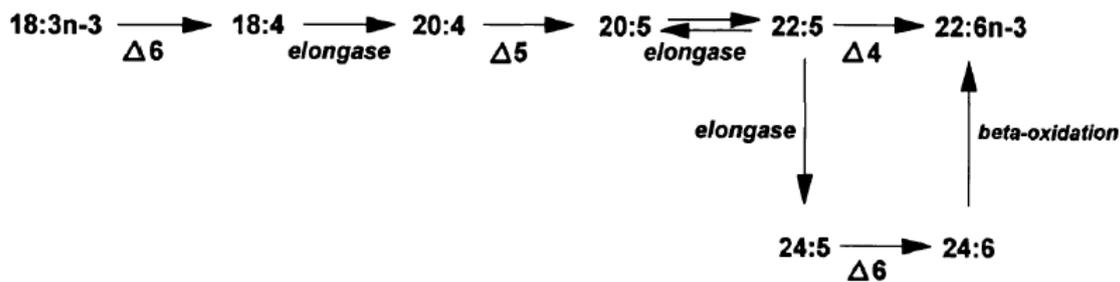


Figura 2 – Metabolismo dos ácidos graxos para a síntese de 22:6_{n-3} ocular.

Fonte: (7)

A segunda etapa se utilizou da mesma metodologia da primeira, no entanto os cães foram suplementados via oral com óleo de peixe a fim de fornecer 22:6_{n-3}. Além disso foram divididos em três grupos de animais afetados ou não por DPCB em que o primeiro grupo foi suplementado por sete dias, o segundo por quatorze dias e o terceiro por vinte e cinco dias. Três animais de cada grupo foram eutanasiados para análise do fígado e segmento externo da retina. O fígado dos animais afetados por DPCB apresentaram 1,7 vezes mais 22:6_{n-3} do que não-afetados, além de maiores concentrações de 22:5_{n-3} e 20:5_{n-3}. No segmento externo da retina, os cães afetados por DPCB apresentaram menores níveis de 22:4_{n-6} e 22:6_{n-3}. Concluiu-se que a suplementação de óleo de peixe aumenta a concentração plasmática de ácidos graxos, mas não apresenta alterações morfológicas no segmento externo da retina em animais afetados por DPCB.

A última etapa do estudo comparou a suplementação via oral de óleo de peixe, rico em 22:6_{n-3} (controle positivo) e óleo de cártamo, rico em ômega 6 e 9 (controle negativo), como suplementos de n-3. Após 21 semanas todos os animais foram eutanasiados para análise ocular. O principal resultado dessa etapa foi que cães não-afetados por DPCB suplementados com o controle negativo, apresentaram a mesma composição de ácidos graxos oculares que cães afetados por DPCB, suplementados com óleo de peixe, demonstrando a essencialidade do grupo n-3 para o desenvolvimento ocular de cães.

O mesmo grupo do estudo anterior (17), avaliaram cães da raça Briard afetados ou não por distrofia lenta e progressiva da retina (DLPR), ambos suplementados com a mesma dieta, afim de analisar os fosfolipídios plasmáticos e epitélio da retina e retina total (eutanasiando dois animais de cada grupo, para as duas últimas análises). À exceção do ácido graxo 20:3_{n-3}, não houve diferença entre os grupos para epitélio da retina, assim como para os fosfolipídios plasmáticos. Já a retina total apresentou menores níveis de 22:5_{n-3} e 22:6_{n-3} e maiores de 18:2_{n-6}, 20:4_{n-6} e 22:5_{n-6} para os cães afetados. Concluiu-se que a diferença entre cães Briard afetados ou não por DLPR é no perfil lipídico da retina em que a ação das cascatas enzimáticas parece estar deslocada para a série 6.

O último estudo dos anos noventa (19), avaliou o plasma e a retina de filhotes de cadelas suplementadas com dietas com alta e baixa inclusão de n-3. Posterior ao desmame os filhotes foram alimentados com as mesmas dietas. Para coletar a retina, os filhotes foram eutanasiados por volta dos dias 47 e 66 de vida. O principal resultado encontrado foi a realocação dos n-3 por n-6 nos animais suplementados por baixa inclusão de n-3, principalmente nos ácidos graxos de 22 carbonos, além do grupo que recebeu as dietas com alto n-3 ter apresentado concentrações de n-3 elevadas. Também foi citada a alta sensibilidade que filhotes têm quanto a dieta de suas mães durante a gestação e amamentação e a dieta recebida no início da vida, quando relacionadas ao seu desenvolvimento da retina.

O primeiro estudo dos anos dois mil tem a mesma metodologia do estudo citado anteriormente (19). Nesse estudo de Heinemann *et al.*, no entanto, são comparadas diferentes fontes de gordura (sebo bovino, óleo de peixe, com alta e baixa inclusão e, óleo de linhaça), balizadas em inclusão quanto a quantidade de 18:3_{n-3} na matéria seca, em relação ao desenvolvimento da retina de filhotes (20). Além disso, foi avaliado o plasma sanguíneo dos filhotes em diferentes momentos, o leite materno durante a lactação e, também, feito eletrorretinograma para acompanhar o desenvolvimento da retina dos filhotes. O leite materno dos animais suplementados com alta inclusão de óleo de peixe apresentaram maior concentração de 20:5_{n-3} e 22:6_{n-3}. O leite materno também apresentou maior 18:2_{n-6} nas cadelas suplementadas com óleo de linhaça. Os mesmos resultados foram vistos no plasma sanguíneo dos filhotes desses grupos de cães, inclusive quando alimentados com dieta extrusada. Os grupos que foram suplementados por óleo de peixe (alta e baixa) obtiveram a melhor resposta na formação da retina. Os resultados levaram os autores a concluir que o 22:6_{n-3} é fundamental para o desenvolvimento da retina, principalmente com suplementação nos períodos neonatais e perinatais. Além da dieta das cadelas alterar o perfil de ácidos graxos do leite, as concentrações características do leite são importantes para a formação da retina dos filhotes.

Com as mesmas dietas do estudo anteriormente descrito (20), o mesmo grupo avaliou a diferença que o leite materno faz no desenvolvimento da retina em filhotes de mães suplementadas durante a gestação e lactação com diferentes fontes (sebo bovino, óleo de peixe com alta e baixa inclusão e óleo de linhaça) de 18:3_{n-3} (21). Foram coletadas amostras sanguíneas das cadelas em diferentes tempos e feito eletrorretinograma nos filhotes na 12^a semana de vida. Demonstraram que as cadelas que receberam óleo de peixe (alta e baixa inclusão) durante a gestação, apresentaram níveis plasmáticos de 20:5_{n-3}, 22:5_{n-3} e 22:6_{n-3} mais elevados que os demais tratamentos. Já na lactação, os animais suplementados com óleo de linhaça apresentaram aumento plasmático de 20:5_{n-3} e 22:6_{n-3}. Os filhotes apresentaram o mesmo resultado do estudo anterior na avaliação do eletrorretinograma. Concluiu-se que filhotes de mãe suplementadas com alta inclusão de óleo de peixe apresentam melhores respostas em exames de eletrorretinograma e que os ácidos graxos plasmáticos na gestação e lactação se assemelham, à exceção do 20:4_{n-6}, que é mais baixo. Dessa forma, demonstra-se que há atividade de delta 6 e 5 dessaturases no processo de dessaturação do 18:3_{n-3} e que é possível a formação do 20:5_{n-3} e 22:6_{n-3}, porém em quantidades menores que as alcançadas pelas dietas contendo óleo de peixe.

O último e mais recente estudo dessa base de dados (22) buscou comparar o desenvolvimento das funções da retina de filhotes alimentados com dietas com alta, média e baixa inclusão de 22:6_{n-3} a partir do oitavo dia de vida. Para que as mães não influenciassem, foi fornecida a todas elas a dieta com baixa inclusão de 22:6_{n-3}. Foram realizados eletrorretinogramas nos filhotes em diversos momentos até os 12 meses de idade. Os animais que receberam alta inclusão de 22:6_{n-3} obtiveram maiores níveis de 22:6_{n-3} no soro e melhores resultados no eletrorretinograma, seguidos pelo grupo de média inclusão e por último o grupo de baixa inclusão, o que permitiu concluir que a retina se desenvolve melhor com a maior inclusão de 22:6_{n-3} pré-formado na dieta e que maiores inclusões aumentam a incorporação no tecido alvo.

Existem muitos trabalhos que avaliam os ácidos graxos providos nas dietas, mas não são muitos os que avaliam mais especificamente a influência deles sobre a visão. É importante lembrar que 7 dos 10 artigos analisados foram produzidos por um mesmo grupo de pesquisa. Todos apresentaram aprovação dos experimentos em Comitês de Ética de Uso de Animais. Todos os trabalhos compararam fontes de ingredientes para buscar ácidos

graxos específicos permitindo estimar como o metabolismo do animal age sobre os lipídios que chegam a corrente circulatória e como eles se depositam na retina. Para avaliar a deposição de ácidos graxos na retina, a eutanásia de animais é necessária, no entanto, para a aferição de fatores como qualidade do desenvolvimento da visão dos animais, o sacrifício não é necessário, podendo ser inferido por eletrorretinograma, por exemplo. Com o advento de novos métodos de avaliação, minimamente invasivos, se abre a possibilidade de inferir os feitos da suplementação dietética de ácidos graxos com pouca interferência na vida do animal. É notória a falta de informações como a raça estudada, mas principalmente a de quantidade de suplementação nas dietas dos animais dos estudos. Por fim, neste estudo se observa que há ainda um desconhecimento da continuidade da suplementação realizada nas fases iniciais da vida e se a suplementação contínua pode proteger os animais contra a DPCB na vida adulta e idosa.

CONCLUSÕES

Concluiu-se com esta revisão que o ácido graxo 22:6_{n-3} é notoriamente o mais importante na composição da retina dos cães. Também, existe um desvio metabólico em cães afetados por DPCB, impedindo a metabolização de 22:5_{n-3} em 22:6_{n-3}. Esse desvio metabólico pode ser responsável por deficiências morfológicas na retina desses animais. Os cães com DLPR parecem não absorver 22:6_{n-3} na retina. Outra observação é que a inclusão de óleo de peixe na dieta apresenta papel benéfico para o desenvolvimento da retina de cães em comparação a inclusão de óleo de linhaça ou sebo bovino. Esses benefícios são observados a partir de inclusões mais altas do óleo de peixe. Também, pôde ser observado que a inclusão do óleo de cártamo na dieta pode ser prejudicial para o desenvolvimento da retina de cães saudáveis, pois esses animais apresentam desenvolvimento da retina similar ao de cães com DPCB quando suplementados com o óleo de peixe. Por fim, o perfil de ácidos graxos do leite materno é facilmente alterado pela dieta fornecida às cadelas, portanto o desenvolvimento da retina de seus filhotes é altamente suscetível a essas alterações. Sugere, portanto que é importante suplementar 22:6_{n-3} a cadelas desde o início da gestação, durante a lactação e continuar essa suplementação para os filhotes até que completem 21 semanas de vida.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

REFERÊNCIAS

1. Radar Pet, 2020. Acesso em: 31 de janeiro de 2021. Disponível em: <https://www.comacvet.org.br/mercado/>.
2. NRC. Nutrient requirements of dogs and cats. Washington,D.C.:The national academy press; 2006.
3. Fédération Européenne de l'Industrie des Aliments pour Animaux Familiars – FEDIAF. Brussels:Guideline for Complete and Complementary Pet Food for Cats and Dogs; 2020.

4. Bauer JE. Facilitative and functional fats in diets of cats and dogs. *J Am Vet Med Assoc.* 2006; 229 (5):680-684.
5. Bauer JE. Responses of dogs to dietary omega-3 fatty acids. *J Am Vet Med Assoc.* 2007; 231(11):1657-1661.
6. Fliesler AJ, Anderson RE. Chemistry and metabolism of lipids in the vertebrate retina. *Prog Lipid Res.* 1983; 22(2):79-131.
7. Alvarez RA, Aguirre GD, Acland GM, Anderson RE. Docosapentaenoic acid is converted to docosahexaenoic acid in the retinas of normal and prcd-affected miniature poodle dogs. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1994;35(2):402-408.
8. Aguirre GD, Acland GM, Maude MB, Anderson RE. Diets enriched in docosahexaenoic acid fail to correct progressive rod-cone degeneration (prcd) phenotype. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1997;38(11):2387-2407.
9. Bazan NG, Turco EBRD, Gordon WC. Pathways for the uptake and conservation of docosahexaenoic acid in photoreceptors and synapses: biochemical and autoradiographic studies. *Can J Physiol Pharmacol.* 1993;71(9):690-698.
10. Scott BL, Reddy TS, Bazan NG. Docosahexaenoate metabolism and fatty-acid composition in developing retinas of normal and rd mutant mice. *Exp Eye Res.* 1987;44(1):101-113.
11. Blanks JC, Adinolfi AM, Lolley RN. Synaptogenesis in the photoreceptor terminal of the mouse retina. *J Comp Neurol.* 1974;156:81-94.
12. Anderson RE, Maude MB, Alvarez RA, Acland GM, Aguirre GD. Plasma lipid abnormalities in the miniature poodle with progressive rod-cone degeneration. *Exp Eye Res.* 1991;52(3): 349-355.
13. Stone, P. Popping the (PICO) question in research and evidence-based practice. *Nurs Res.* 2002;15(3):197-198.
14. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Prisma Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med.* 2009;6(7):e1000097.
15. Wetzel MG, Fahlman C, O'Brien PJ, Aguirre GD. Metabolic labeling of rod outer segment phospholipids in miniature poodles with progressive rod-cone degeneration (prcd). *Exp Eye Res.* 1990;50(1):89-97.
16. Voss A, Reinhart M, Sankarappa S, Sprecher H. The metabolism of 7, 10, 13, 16, 19-docosapentaenoic acid to 4, 7, 10, 13, 16, 19-docosahexaenoic acid in rat liver is independent of a 4-desaturase. *J Biol Chem.* 1991;266(30):19995-20000.
17. Anderson RE, Maude MB, Acland G, Aguirre GD. Plasma lipid changes in PRCD-affected and normal miniature poodles given oral supplements of linseed oil. Indications for the involvement of n-3 fatty acids in inherited retinal degenerations. *Exp Eye Res.* 1994;58(2):129-137.

18. Anderson RE, Maude MB, Narfström K, Nilsson SEG. Lipids of plasma, retina, and retinal pigment epithelium in Swedish briard dogs with a slowly progressive retinal dystrophy. *Exp Eye Res.* 1997;64(2):181-187.
19. Delton-Vandenbroucke I, Maude MB, Chen H, Aguirre GD, Acland GM, Anderson RE. Effect of diet on the fatty acid and molecular species composition of dog retina phospholipids. *Lipids.* 1998;33(12):1187-1193.
20. Heinemann KM, Waldron MK, Bigley KE, Lees GE, Bauer JE. Long-chain (n-3) polyunsaturated fatty acids are more efficient than α -linolenic acid in improving electroretinogram responses of puppies exposed during gestation, lactation, and weaning. *J Nutr.* 2005;135(8):1960-1966.
21. Bauer JE, Heinemann KM, Lees GE, Waldron MK. Retinal functions of young dogs are improved and maternal plasma phospholipids are altered with diets containing long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids during gestation, lactation, and after weaning. *J Nutr.* 2006;136(7):1991S-1994S.
22. Zicker SC, Jewell DE, Yamka RM, Milgram NW. Evaluation of cognitive learning, memory, psychomotor, immunologic, and retinal functions in healthy puppies fed foods fortified with docosahexaenoic acid-rich fish oil from 8 to 52 weeks of age. *J Am Vet Med Assoc.* 2012;241(5):583-594.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-54>

Capítulo 54

AVALIAÇÃO VISUAL DE BOVINOS DE CORTE: REVISÃO

Anna Carolina de Carvalho Ribeiro¹; Rondineli Pavezzi Barbero²

¹Pós Graduada em Ciência Animal – PPGCA – UFRRJ; E-mail: annkaroll@hotmail.com, ²Docente do Depto de Produção Animal – IZ – UFRRJ. E-mail: barbero.rp@gmail.com.

RESUMO: O biotipo satisfatório para a produção de carne são animais com estrutura óssea, musculatura e comprimento corporal desenvolvidos, estas características auxiliam no potencial para deposição de músculos. A avaliação morfológica dos bovinos de corte contribui na seleção de animais mais produtivos ou na formação de lotes em função do sistema de produção. A seleção de animais para as características visuais de estrutura corporal, precocidade e musculabilidade é uma importante estratégia na identificação dos bovinos com rendimento desejável para produção de carne, visto que essas características morfológicas estão relacionadas para a melhorias no desempenho. A estrutura corporal refere-se a forma física, permite o estimar a capacidade de desenvolvimento dos animais. A precocidade remete a habilidade do bovino em depositar gordura e aponta animais mais precoces para terminação. A musculabilidade indica desenvolvimento da massa muscular e demonstra quais os indivíduos com maior potencial para ganho de peso. Objetiva-se construir um referencial teórico sobre avaliação visual de bovinos de corte. As avaliações morfológicas apresentam informações que promovem a seleção de bovinos com maior rendimento de ganho, visando incremento dos índices produtivos.

Palavras-chave: conformação, musculabilidade, precocidade

INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial, e aumento na demanda por alimentos de origem animal impulsionam o mercado, a economia, e distribuição de renda nos países produtores. A bovinocultura de corte é uma atividade econômica difundida em todo Brasil, e dividida em fases: a cria, recria e terminação, em que a última etapa o pecuarista obtém retorno financeiro após a venda de animais para o frigorífico. Por isso, a escolha de animais com características de conformação desejáveis para produção de carne, de elevada eficiência produtiva, que incrementam a produtividade dos rebanhos, é uma das principais metas dos criadores.

As melhorias no desempenho animal podem ser melhor atingidas quando se considera a estrutura corporal, a precocidade de terminação e a musculatura como critérios de seleção para animais Nelore (1). No entanto, a escolha dos animais não deve ser efetuada somente sobre o ganho de peso, mas através da composição do peso e participação de cada tecido no ganho (2). Através das avaliações visuais é possível estabelecer uma correlação sobre a composição dos animais sem estressá-los ou aumentar os custos de produção (3).

A seleção por meio dos escores visuais, auxilia na identificação de biótipos balanceados e adaptados ao sistema de produção reconhecendo de maneira prática e eficaz

indivíduos superiores para ganho, tornando-se uma importante ferramenta para o acompanhamento do crescimento corporal dos animais, essas características podem apresentar correlação positiva para performance animal. Objetiva-se construir um referencial teórico sobre avaliação visual de bovinos de corte.

AVALIAÇÃO MORFOLOGICA DE BOVINOS DE CORTE

Morfologia dos bovinos de corte

A utilização dos bovinos acompanhou e contribuiu para a evolução humana, primeiro para caça, e fonte de alimentação, no entanto, com a mudança no comportamento itinerante e estabelecimento de moradia da população, os bovinos foram domesticados e passaram a ser aproveitados para atividades agrícolas e como meio de transporte por sua força de trabalho, e por um longo período a seleção desses animais se deu em virtude dessas características morfológicas.

Na década de 70 começou a ser desenvolvido no Brasil os programas de melhoramento genético de bovinos, porém a partir dos anos 2000 as técnicas passaram a ser aprimoradas para os avanços na bovinocultura de corte (4). O aumento da variabilidade genética, é um dos objetivos da seleção, pois sem isso não haveria possibilidade de melhoria das características e nos resultados obtidos (5). Além do biótipo para produção de carne, algumas características como boa capacidade de locomoção auxiliam os animais a se adaptarem melhor aos sistemas produtivos (6).

O propósito da seleção de animais estimular a máxima eficiência produtiva, reduzindo o tempo de abate, e visando o retorno do ciclo produtivo planejado (7), o que pode gerar uma ambiguidade quando esses fatores são observados de forma isolada, com a seleção de animais tardios, com tamanho maior e com baixa eficiência alimentar, ao invés de precoces, com crescimento rápido e eficiente (8).

Métodos de avaliação morfológica

As avaliações morfológicas auxiliam a indicar as características corporais estejam associadas a eficiência dos parâmetros produtivos (9). O julgamento animal é o estudo das características morfológicas, e as avaliações visuais utiliza como método esse conhecimento para relacionar a conformação sobre o desempenho produtivo (10). Os métodos usados são morfometria, por meio de ultrassom e a visual, observando a características fenotípicas.

A ultrassom é um método de análise através de imagens obtidas utilizando equipamento de ultrassonografia. Esta técnica permite quantificar características que não seriam possíveis de serem mensuradas antes do abate do animal, como por exemplo, a mensuração da espessura de gordura subcutânea, na região da garupa, área de olho de lombo e a espessura de gordura subcutânea entre 12^a e 13^a costela, no entanto, a aferição deve ocorrer no início da terminação, visto que o crescimento do animal dificulta o manuseio da sonda e a obtenção das imagens (11).

As particularidades sobre a quantidade de gordura intramuscular estão relacionadas também as características intrínsecas de algumas raças bovinas (12). Embora a avaliação com ultrassonografia apresente grande relevância, além do equipamento e custos envolvidos esta técnica demanda contensão individual dos animais em cada avaliação. Desta forma, métodos alternativos como a avaliação morfológica visual apresenta grande relevância, e quando realizada com critérios claros e bem definidos, por avaliadores

previamente treinados, permite alcançar resultados expressivos quanto a identificação de indivíduos com características desejáveis aos sistemas de produção de carne bovina (2). Ainda segundo o mesmo autor, a avaliação morfológica visual é o método mais antigo de selecionar indivíduos para reprodução, quando o objetivo é a transmissão de uma ou mais características para as próximas gerações.

Avaliação visual

A avaliação visual é feita de maneira fácil e de baixo custo quando comparado a utilização de ultrassom, com a seleção os escores visuais como estrutura corporal, precocidade, musculosidade e indicam que animais de maior eficiência produtiva são encontrados pelas características fenotípicas. Se trata de avaliação comparativa entre indivíduos, por avaliadores treinados e adotando critérios e escores definidos. As medidas de estrutura corporal se relacionam a quantidade de carne na carcaça, a precocidade a capacidade do animal em atingir o grau de acabamento mínimo da carcaça com peso vivo não elevado, musculatura avalia-se o desenvolvimento de massa muscular como um todo e essas características podem responder a seleção individual e promover ganhos genéticos (13).

Estrutura corporal

A estrutura corporal é a medida entre massa óssea e muscular sobre o grau de maturidade e está associada ao desempenho produtivo. Importante ferramenta que possibilita a seleção de animais com maior acabamento e qualidade de carcaça, através da compreensão do desenvolvimento corporal dos bovinos e fatores que os influenciam, das características dos parâmetros produtivos e exigências nutricionais (14). A avaliação da estrutura corporal é obtida por meio de mensurações biométricas, a medida do comprimento corporal e a profundidade de costelas, que são aferidas em superfície plana com o animal de perfil, onde a classificação dos escores correspondem ao tamanho da região observada (15). O crescimento animal é uma variável determinante na produtividade dos sistemas, e suas características herdáveis sobre o peso podem proporcionar maiores ganhos genéticos, sendo critério de seleção (16).

Precocidade

A precocidade pode ser definida como a habilidade do animal em atingir o grau de maturidade com pouca idade e menor peso vivo, possuem como características profundidade de costelas, maior caixa torácica, tamanho e conformação dos membros posteriores (13), local em que começa o acabamento, que se referem a deposição de gordura e sua distribuição nos animais (17) e está associada a maciez da carne. Animais precoces possibilitam maior giro financeiro, pois necessitam de menor tempo para atingir o peso de abate (18).

Musculosidade

A musculosidade equivale a massa muscular observadas no posterior e na linha dorso-lombar, em que animais mais musculosos são mais pesados e apresentam maior rendimento de carcaça (15). As medidas que estão associadas ao peso corporal e ao perímetro torácico, podendo definir animais quanto ao tamanho, às exigências nutricionais e à maturidade fisiológica. O perímetro torácico tem sido considerado a medida linear de maior precisão na determinação do crescimento muscular (19). A seleção de animais com base nas características de crescimento pode levar a mudanças na curva de crescimento.

CONCLUSÕES

Com base em dados da literatura, as medidas corporais se relacionam com o rendimento desejável para produção de carne, promovem a seleção de bovinos com maior potencial de crescimento e rendimento de ganho podendo ser empregadas visando incremento dos índices produtivos.

REFERÊNCIAS

1. Paterno FM, Buzanskas ME, Koury Filho W, Lôbo RB, Queiroz SA. Evaluation of body weight and visual scores for genetic improvement of Nelore cattle. *Trop Anim Health Prod.* 2017;49(3):467–73.
2. Koury Filho W. Integração entre avaliações visuais e de ultrassonografia em programas de melhoramento genético de zebuínos. VIII SIMCORTE Anais Viçosa. 2012.
3. Barrozo D, Mattar M, Tholon P, De Oliveira JA, Scalez DCB, De Queiroz SA. Genetic and environmental effects on scores of conformation, precocity and muscling in long yearling Nelore cattle. *Semin Agrar.* 2015;36(6):4447–56.
4. Lôbo RB, De Bittencourt TCB dos SC, Pinto LFB. Progresso científico em melhoramento animal no Brasil na primeira década do século XXI. *Rev Bras Zootec.* 2010;39(SUPPL. 1):223–35.
5. Teixeira BBM, MacNeil MD, da Costa RF, Dionello NJL, Yokoo MJ, Cardoso FF. Genetic parameters and trends for traits of the Hereford and Braford breeds in Brazil. *Livest Sci.* 2018;208(May 2017):60–6.
6. Souza JS, Silveira DD, Teixeira BBM, Boligon AA. Parameters and genetic associations of visual scores and weights in Hereford and Braford breeds. *Livest Sci.* 2020;241(January):104216.
7. Silva F de L, de Alencar MM, de Freitas AR, Packer IU, Mourão GB. Curvas de crescimento em vacas de corte de diferentes tipos biológicos. *Pesqui Agropecu Bras.* 2011;46(3):262–71.
8. Gurgel ALC, Gomes MNB, Silva LOC, Bittencour A, Costa CM, Pereira MWF, et al. Escore visual como uma ferramenta eficiente para identificação de bovinos precoces. *Bol Indústria Anim.* 2020;77.
9. Farias RCCO, Silva AM da, Ribeiro FLA, Guiraud ACC. Avaliação visual e peso corporal de bovinos da raça Nelore, em Vilhena, Rondônia. *Nucl Anim.* 2019;11(2):137–46.
10. Queiroz SA de, Costa GZ, Oliveira JA de, Fries LA. Efeitos ambientais e genéticos sobre escores visuais e ganho de peso à desmama de animais formadores da raça Brangus. *Rev Bras Zootec.* 2013;38(2):277–83.
11. Yokoo MJ, Lôbo RB, Magnabosco CU, Rosa GJM, Forni S, Sainz RD, et al. Genetic

- correlation of traits measured by ultrasound at yearling and 18 months of age in Nelore beef cattle. *Livest Sci.* 2015;180:34–40.
12. Sanches MAR, Silva PMOC, Barbosa RD, Romero JT, Barretto AC da S. Mass transfer in beef: Effect of crossbreeding and ultrasound application. *Sci Agric.* 2020;78(5):1–9.
 13. Koury-Filho W, e Albuquerque LG, Forni S, de Vasconcelos Silva JA, Yokoo MJ, de Alencar MM. Estimativas de parâmetros genéticos para os escores visuais e suas associações com peso corporal em bovinos de corte. *Rev Bras Zootec.* 2010;39(5):1015–22.
 14. Mota LFM, Pires AV, Mariz TM de A, Ribeiro J do S, Bonafé CM. Estrutura corporal (Frame Size) e influencias no desempenho produtivo de bovinos de corte - Boletim técnico (Ppgzoo: ufvm). *Bol Técnico PPGZOO UFVJM.* 2014;2(ISSN (2318-8596) Volume):1–20.
 15. Koury-Filho W, de Albuquerque LG, de Alencar MM, Forni S, de Vasconcelos Silva JA, Lôbo RB. Estimativas de herdabilidade e correlações para escores visuais, peso e altura ao sobreano em rebanhos da raça Nelore. *Rev Bras Zootec.* 2009;38(12):2362–7.
 16. Laureano MMM, Boligon AA, Costa RB, Forni S, Severo JLP, Albuquerque LG. Estimativas de herdabilidade e tendências genéticas para características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2011;63(1):143–52.
 17. Ferriani L, Albuquerque LG, Baldi FSB, Venturini GC, Bignardi AB, Silva JAV, et al. Parâmetros genéticos de características de carcaça e de crescimento de bovinos da raça Nelore. *Arch Zootec.* 2013;61(236):1–7.
 18. Siqueira J, Guimarães J, Pinho R. Relação entre perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas em bovinos de corte: uma revisão. *Rev Bras Reprodução Anim.* 2013;37(1):3–13.
 19. Andrighetto C, Filho CVS, Fonseca R da, Caminhas MMT, Perri SHV. Correlações entre escores visuais e características produtivas em prova de ganho de peso de bovinos da raça Nelore mocha. *Veterinária e Zootec.* 2011;18(4):602–9.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-55>

Capítulo 55

BENEFÍCIOS NUTRICIONAIS DA INCLUSÃO DE MICROALGAS NA ALIMENTAÇÃO DE NÃO-RUMINANTES

Camilla Mariane Menezes Souza¹; Gislaïne Cristina Bill Kaelle¹; Lucélia de Moura Pereira¹; Taís Silvino Bastos¹; Simone Gisele de Oliveira²; Ananda Portella Félix²

¹Doutoranda em Zootecnia – UFPR; E-mail: camillazootec@gmail.com, ²Docente do departamento de Zootecnia – UFPR.

RESUMO: As microalgas são constituintes importantes de muitos ecossistemas, respondendo por mais da metade da produção primária total na base da cadeia alimentar mundial. Suas características levaram ao desenvolvimento de pesquisas constantes sobre o uso dessa biomassa para alimentação humana e animal. Na busca por fontes alternativas na nutrição animal, as microalgas começaram a ser exploradas, ganhando espaço na produção comercial. Muitas microalgas são fontes importantes de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI), principalmente ácido eicosapentaenóico (EPA) e ácido docosahexaenóico (DHA). Esses AGPI são mal sintetizados pelos animais, SENDO inclusos de forma exógena. A introdução de biomassa de microalgas em rações pode fornecer vitaminas, aminoácidos essenciais, polissacarídeos, ω -3 e ω -6, minerais e pigmentos. Além disso, algumas microalgas geralmente apresentam alto teor de proteínas, além de alta digestibilidade. Nesse contexto, as microalgas já disponíveis no mercado, passam a ser uma alternativa em substituição aos ingredientes convencionais. A produção de até 30% das algas mundiais atuais é destinada à alimentação animal e inclui como espécies predominantes: *Schizochytrium* sp., *Chlorella* sp., *Arthrospira* sp., *Isochrysis* sp. e *Porphyridium* sp. Até onde sabemos, o uso de pequenas quantidades de biomassa de microalgas na ração pode beneficiar a fisiologia dos animais não-ruminantes, melhorando a resposta imune, resistência a doenças, ação antiviral e antibacteriana, função intestinal e estímulo à colonização probiótica. Assim, busca-se otimizar seu emprego aliando-o a conhecimentos com intuito de conhecer as limitações de inclusão desse ingrediente em rações animal. Embora o uso de microalgas seja cada vez mais direcionado a diversos tipos de animais não ruminantes: gatos, cães, aves, suínos, estudos ainda precisam ser explorados. Considerando o exposto, o objetivo desta revisão é apresentar informações disponíveis sobre o uso de microalgas na alimentação de não-ruminantes, bem como seu efeito e aplicação.

Palavras-chave: algas; fontes alternativas; nutrição animal; ω -3

INTRODUÇÃO

Na busca de fontes alternativas na alimentação de não-ruminantes, as microalgas passaram a ser exploradas, ganhando espaço na produção comercial devido ao valor nutricional agregado, grande potencial de produção de ω -3, rápido crescimento e por possuírem a capacidade de converter luz solar e dióxido de carbono em biomassa durante a fotossíntese (1). Desta forma, torna-se uma opção em resposta à preocupação global em

relação aos recursos ambientais limitados, associado ao aumento da consciência das indústrias em relação às questões de sustentabilidade

Consideradas constituintes importantes de muitos ecossistemas, as microalgas respondem por mais da metade da produção primária total na base da cadeia alimentar mundial (2). Em adição, possui potencial de produzir compostos energéticos importantes a partir de sua eficiência no aproveitamento da energia solar, superando organismos ainda mais elevados, como as plantas. Essas características levaram ao desenvolvimento de pesquisas constantes sobre o uso dessa biomassa para alimentos e rações (3).

Na busca por fontes alternativas na nutrição animal, as microalgas começaram a serem exploradas, ganhando espaço na produção comercial. Em geral, a introdução de biomassa de microalgas em alimentos pode fornecer vitaminas, aminoácidos essenciais, polissacarídeos, ω -3 e ω -6, minerais e pigmentos (6). Há relatos que são uma fonte rica de quase todos os minerais importantes, como cobre, iodo, ferro, potássio e zinco, além de serem abundantes em vitaminas A, B1, B2, B6, B12, C, E, niacina, nicotinato, biotina e ácido fólico (4, 5). Além disso, algumas microalgas geralmente apresentam alto teor de proteína, além de alta digestibilidade (7, 8) com um teor de lipídeos em suas células que pode chegar a até 90% peso seco. Nesse contexto, as microalgas já disponíveis no mercado, tornam-se uma alternativa no uso de rações para animais não-ruminantes em substituição às fontes convencionais (7).

Pesquisas têm sido desenvolvidas afim de para buscar estratégias para aumentar a escala altamente eficiente e econômica na produção de microalgas e para avaliar sua aplicação no desempenho e saúde de animais (9, 7, 10, 11). Apesar de seu uso potencial na alimentação animal, até onde sabemos, as aplicações ainda são limitadas. Com base no exposto, este artigo revisa os estudos sobre o uso de microalgas na alimentação de não-ruminantes com o objetivo de fornecer informações completas sobre os efeitos, limitações e aplicações desse ingrediente em matrizes alimentares de animais não ruminantes.

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E APLICAÇÃO NA NUTRIÇÃO ANIMAL

Estima-se que cerca de 30% da produção mundial de microalgas são destinadas à alimentação animal entre as espécies desses protozoários utilizados destacam-se: *Schizochytrium* sp., *Chlorella* sp., *Arthrospira* sp., *Isochrysis* sp. e *Porphyridium* sp. Até onde sabemos, o uso de pequenas quantidades de biomassa de microalgas na ração pode beneficiar a fisiologia dos animais, melhorando a resposta imune, resistência a doenças, ação antiviral e antibacteriana, funcionalidade intestinal e estímulo à colonização probiótica (12).

As microalgas são uma fonte enriquecida de uma ampla gama de metabólitos adequados para alimentação animal, como proteínas (Tabela 1), carboidratos, lipídeos, vitaminas, minerais e outros compostos orgânicos (13). É importante notar que a composição da microalga é amplamente variável devido ao gênero, espécie e condições de cultivo (14, 15).

Tabela 1 - Composição química de algumas microalgas estudadas em nutrição animal (% da matéria seca)

Espécies de microalgas	Proteínas (%)	Lípídeos (%)	Carboidratos (%)
<i>C. vulgaris</i>	51-58	14-22	12-17
<i>H. pluvialis</i>	48	15	27
<i>D. salina</i>	39-61	14-20	14-18

<i>Spirulina maxima</i>	60-71	4-9	8-14
<i>I. galbana</i>	50-56	12-14	10-17
<i>D. vikianum</i>	57	6	32

Fonte: Adaptado (4)

Muitas microalgas são fontes importantes de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI), principalmente ácido eicosapentaenoico (EPA) e ácido docosaenoico (DHA), pois esses organismos possuem uma enzima chamada alfa-4-dessaturase, sendo responsável por transformar ω -3 em DHA através de uma síntese biológica (16). Esses ácidos graxos poliinsaturados não podem ser sintetizados por humanos ou animais, portanto, devem ser incluídos na dieta de forma exógena (17). De acordo com relatos da literatura, esses ácidos são valiosos para a saúde de animais e humanos, pois contribuem para a produção de eicosanoides, que são mediadores inflamatórios e importantes na resposta do sistema imune e prevenção de doenças (17, 18).

As microalgas representam uma fonte importante de quase todas as vitaminas importantes, como tocoferóis, ácido ascórbico, B1, B2, B6, B12, ácido fólico, ácido nicotínico, biotina e assim por diante, bem como macrominerais (Na, K, Ca e Mg) e microminerais (Fe, Zn, Mn e Cu) (19, 12, 14, 4). Além disso, esses organismos podem ser uma excelente fonte de carotenoides, como β caroteno e astaxantina (20). Esses antioxidantes são substâncias que protegem as células dos radicais livres. Como já mencionado, os antioxidantes das microalgas têm um efeito mais forte do que a vitamina, porém, com eficiência menor em comparação aos antioxidantes sintéticos, como por exemplo, hidroxitolueno butilado e hidroxianisol butilado (21). Dessa forma, tendo em vista a mudança comportamental dos consumidores e exigência por produtos naturais e seguros, esses antioxidantes extraídos de microalgas podem ser utilizados em alimentos funcionais. Além dos benefícios já elucidados, alguns autores citam que o conteúdo de nitrogênio no meio de cultura é um fator determinante na produção dessas substâncias lipofílicas (22). Portanto, é possível aumentar a produção de carotenoides como microrganismos que atuam como antioxidantes naturais em produtos alimentícios.

CÃES E GATOS

Os estudos que avaliaram os efeitos das microalgas sobre os parâmetros fisiológicos e nutricionais de cães são escassos. Entretanto, tendo em vista que a taxa conversão do ácido alfa-linolênico (ALA, ω -3) em DHA em cães é ineficiente, necessitando de abastecimento por fontes específicas, as microalgas tornam-se uma alternativa interessante. A principal microalga avaliada para inclusão na dieta de cães e gatos é *Schizochytrium* sp. Essa microalga pode representar um organismo promissor para a suplementação de DHA em dietas, pois possui alta concentração desse ácido graxo (aproximadamente 20%) prontamente disponível ajudando a retardar o desenvolvimento de inflamações (7, 11). Como a taxa de conversão do ácido alfa-linolênico (ALA, ω -3) em DHA em cães é ineficiente, necessitando de abastecimento através de fontes específicas, a microalga passou a ser uma alternativa.

O DHA tem um efeito modulador nas propriedades que regulam a síntese de eicosanoides e citocinas ativas nos processos inflamatórios do corpo (23). Além disso, auxiliam no desenvolvimento neurológico de cães (24), e seu efeito na melhoria da saúde desses animais foi comprovado (25, 7). Já as fontes tradicionais de DHA usadas em dietas para cães são óleos de peixe e derivados. Porém, os recursos pesqueiros são instáveis, pois

dependem da estação, do clima, da localização, além de competir com a alimentação humana. Dessa forma, as microalgas têm sido estudadas.

Em gatos, dietas com níveis crescentes de 0,14% e 0,12% da microalga *Schizochytrium* sp. rica em DHA permitiu efeitos positivos na recuperação pós-cirúrgica de gatos castrados (26). Outros estudos mostraram a adição de 0,4% da microalga *Schizochytrium* sp. na dieta como fonte de DHA é palatável aos cães e aumenta a digestibilidade dos nutrientes e da energia metabolizável (7). Além disso, favorece a maior presença de células fagocíticas e a intensidade da fagocitose dos monócitos no sangue e exibe estabilidade oxidativa superior ao óleo de anchova (7). Adicionalmente, de acordo com (11) a inclusão de microalgas dietéticas *Schizochytrium* sp. reduziu a área de gengivite em cães, pois o DHA atua como substrato de mediadores lipídicos endógenos envolvidos na fase de resolução da inflamação na doença periodontal (27).

Também foi relatado que o uso de *Schizochytrium* sp. em dietas para cães em conjunto com a suplementação dietética com antioxidantes, incluindo β -caroteno e tocoferol, foi associado a uma função cognitiva melhorada nos animais (28). É importante salientar que as atividades antioxidantes podem variar de acordo com a espécie de microalga utilizada (29). Outro estudo interessante foi realizado avaliando esta mesma microalga na dieta de um modelo canino senescente. Os autores concluíram que as observações eram consistentes com a associação entre o consumo de uma dieta fortificada com biomassa rica em DHA e o suporte para uma função cerebral saudável (30).

Ao analisar 18 tipos de algas para uso na alimentação de cães e gatos como fontes alternativas de taurina, verificou-se que algumas espécies de microalgas podem ser alternativas práticas às proteínas tradicionais e fontes suplementares de taurina em alimentos para animais de estimação. No entanto, os autores não realizaram testes em animais (31).

O uso de farinha de algas marinhas (*Lithothamnium calcareum*) como suplemento mineral na consolidação óssea de autoenxerto cortical em cães foi avaliada (32). Após avaliações clínicas, concluiu-se que a suplementação à base dessa microalga contribuiu para um melhor desempenho cicatricial nos animais tratados.

Além disso, outra vantagem interessante do uso de microalgas em dietas para cães e gatos está relacionada à busca por dietas vegetarianas e veganas, em que a microalga pode ser utilizada na formulação para ajudar no balanceamento dos nutrientes desses alimentos e favorecer a comercialização na venda de produtos.

POEDEIRAS

Em estudo avaliando uma biomassa de microalgas para o enriquecimento de ovos de poedeiras, as quais foram avaliadas: *Phaeodactylum tricornutum*, *Nannochloropsis oculata*, *Isochrysis galbana* e *Chlorella fusca*, foi constatado que as biomassas possuem diferentes ω -3. Os resultados alcançados demonstraram que todas as 4 biomassas testadas ocasionaram em níveis aumentados de AGPI ω -3 na gema de ovo, em que os valores mais altos foram observados na suplementação com *Phaeodactylum* e *Isochrysis* (principalmente EPA e DHA) e o enriquecimento mais baixo foi incluído em *Chlorella*, provavelmente devido a uma conversão ineficaz de ácido alfa-linolênico (ALA) em DHA (34). No entanto, a inclusão de 2 e 10% de *Chlorella* na dieta de galinhas levou a um aumento de ácido linolênico e DHA na gema de ovo, com redução simultânea de ácido docosatetraenóico, principalmente no nível de inclusão de 10% de microalgas (35).

A concentração de carotenóides na gema do ovo também aumentou com a suplementação de *Phaeodactylum*, *Isochrysis* e *Nannochloropsis*. Resultado semelhante

foi observado com o uso de espirulina na dieta de poedeiras (36). É importante atentar para o desvio de cor da gema do ovo, pois pode diminuir a aceitabilidade dos consumidores (34).

FRANGOS DE CORTE

De acordo com (37) a inclusão de microalgas pode ser utilizada de forma adequada na nutrição de frangos de corte. A suplementação do ingrediente na ração para frangos de corte enriquece o conteúdo de ácidos graxos ω -3 na carne (DHA). Esse efeito em relação ao peso corporal pode ser explicado pela ação positiva do DHA no desenvolvimento do tecido nervoso na fase inicial do desenvolvimento corporal. Os autores concluíram que microalgas do gênero *Schizochytrium* sp. podem ser adicionadas à ração sem comprometer o desenvolvimento das aves, visando melhorar o perfil de ácidos graxos da carne. Um ensaio experimental suplementando as dietas de frangos com *Aurantiochytrium limacinum* observou um aumento no conteúdo de DHA no peito e na coxa de frango, além do conteúdo geral de AGPI ω -3, enquanto reduzia a relação ω -6 / ω -3 a um nível mais desejável para nutrição humana, melhorando a qualidade da carne e fornecendo um método seguro e sustentável para aumentar o consumo de AGPI ω -3 da população humana (38).

Pesquisas para avaliar o desempenho de crescimento e melhorar a qualidade da carne em frangos de corte demonstraram que a inclusão da microalga *Amphora coffeaformis* tem um efeito positivo no desempenho, status antioxidante e qualidade da carne do músculo do peito em frangos de corte (10). Corroborando com o estudo, o uso de *Parachlorella* sp. (0,5, 1,0 e 1,5%) pode estimular a imunidade sem efeitos prejudiciais no desempenho de crescimento de frangos de corte pré-iniciais (39).

Adicionalmente, a cor da carne foi aprimorada pela *Chlorella* fermentada (40), o que pode ser atribuído à melhor transferência dos carotenóides ativos contidos nesta microalga do que de outras fontes. No entanto, os autores não observaram efeitos no desempenho animal. Em contraste com relatórios anteriores, (41) concluíram que a suplementação dietética com 0,5% de biomassa de *Chlorella* não teve impacto no peso corporal final de pintos de corte.

Já o efeito da espirulina (*Arthrospira platensis*), individualmente e em combinação com enzimas exógenas, sugeriu que as proteínas da espirulina prejudicam o valor nutritivo da microalga para frangos de corte por meio do aumento da viscosidade da digesta e menor digestibilidade, como consequência de sua resistência proteolítica. Em geral, as características de qualidade da carne parecem ser prejudicadas, nem pela espirulina, nem pelas enzimas (42).

SUÍNOS

Com base nas restrições ao uso de antibióticos como promotores de crescimento na suinocultura, o desenvolvimento de alternativas viáveis para produtores e consumidores é o foco de diversos estudos. Uma alternativa encontrada para melhorar o desempenho animal sem o uso de antimicrobianos convencionais é o uso de aditivos naturais como as microalgas. São potencialmente benéficos na produção e desempenho animal, e seu uso pode ser economicamente viável.

A suplementação de *Schizochytrium* sp. como fonte de DHA nas dietas de suínos pode aumentar a quantidade de ω -3 na carne desses animais (44). Além disso, essa microalga demonstrou resultados interessantes em termos de melhoria do valor nutricional da carne suína, aumentando os níveis de DHA tanto no músculo quanto na gordura do dorso

desses animais (45). Esse efeito pode indicar benefícios potenciais à saúde para os consumidores, na modulação dos processos inflamatórios e imunológicos do corpo (46).

Além do mais, a suplementação dietética de microalgas foi proposta como um suplemento protéico dietético para porcos e o uso de espirulina na dieta de leitões desmamados e demonstrou que quando os porcos consumiram 2% de microalgas, eles apresentaram melhora no ganho de peso (47). Outro estudo observou um aumento de 9,26% sem ganho de peso diário e uma melhora na qualidade da carcaça com a suplementação de Spirulina em porcos com 85 dias (48).

Ainda assim, existem investigações sobre os efeitos prebióticos da *Spirulina* sp. o que levou a um aumento de pelo menos 10 vezes na taxa de crescimento de *Lactobacillus* sp. em comparação à dieta controle (49). O que é muito interessante para esses animais, uma vez que os prebióticos podem atuar na modulação da microbiota intestinal, resultando em efeitos diretos e indiretos na saúde geral de seu hospedeiro, bem como na melhora do ganho de peso e eficiência alimentar.

CONCLUSÕES

Do ponto de vista ambiental, o uso de microalgas pode beneficiar a proteção ambiental e a gestão dos recursos naturais, especificamente a conservação da água e da terra, visto que as áreas de cultivo necessárias devem ser reduzidas. Em adição, devido os constituintes enriquecidos nutricionalmente valiosos, como ω -3, proteínas, minerais, vitaminas e antioxidantes em diversas espécies de microalgas, as pesquisas sobre a suplementação de microalgas na dieta de não-ruminantes podem representar uma nova maneira de melhorar a saúde humana e animal por meio de uma melhor nutrição. Em geral, a adição desses compostos às dietas dos animais melhora a saúde geral e o estado imunológico, a produtividade e a qualidade e estabilidade dos produtos resultantes. No entanto, são necessárias mais investigações sobre a biomassa de microalga, seus ingredientes ativos e as vias biológicas relacionadas. Além disso, devido ao grande número de espécies de microalgas, uma caracterização bioquímica completa é essencial para escolher a microalga mais adequada para aplicações específicas de tecnologia de alimentação, como suplementos em novas dietas para animais não-ruminantes.

REFERÊNCIAS

1. Adarme-Vega TC, Lim DKY, Timmins M, Vernen F, Li Y, Schenk PM. Microalgae biofactories: a promising approach towards sustainable omega-3 fatty acid production. *Microb. Cell Factories*. 2012;11:96.
2. Van Den Hoek C, Mann DG, Jahns HMN. *Algae: An Introduction to Phycology*. Cambridge: Cambridge University Press; 1995.
3. Chew KW, Yap JY, Show PL, Suan NH, Juan JC, Ling TC, Lee DJ, Chang JS. Microalgae biorefinery: high value products perspectives. *Bioresour Technol*. 2017;229:53–62.
4. Christaki E, Florou-Paneri P, Bonos E. Microalgae: a novel ingredient in nutrition. *Int. J. Food Sci. Nutr*. 2011;62:794–799.

5. Drewery ML, Sawyer JE, Pinchak WE, Wickersham TA. Effect of increasing amounts of postextraction algal residue on straw utilization in steers. *J. Anim. Sci.* 2014; 92:4642–4649.
6. Chowdhury AS, Huque KS, Khatun M. Algae in animal production. In: Dolberg F, Peterson PH (Eds.). *Agricultural Science for Biodiversity and Sustainability in Developing Countries*. Denmark: Tune Landboskole; 1995.
7. Souza CMM, de Lima DC, Bastos TS, de Oliveira SG, Beirão BCB, Félix AP. Microalgae *Schizochytrium* sp. as a source of docosahexaenoic acid (DHA): Effects on diet digestibility, oxidation and palatability and on immunity and inflammatory indices in dogs. *Anim. Sci. J.* 2019;90:1567–1574.
8. Sarker PK, Gamble MM, Kelson S, Kapuscinski AR. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) show high digestibility of lipid and fatty acids from marine *Schizochytrium* sp. and of protein and essential amino acids from freshwater *Spirulina* sp. feed ingredients. *Aquac. Nutr.* 2016;22:109–119.
9. Da Silva GG, de Jesus EF, Takiya CS, Del Valle TA, da Silva TH, Vendramini THA, Yu EJ, Rennó FP. Partial replacement of ground corn with algae meal in a dairy cow diet: Milk yield and composition, nutrient digestibility, and metabolic profile. *Int. J. Dairy Sci.* 2016;99:8880–8884.
10. El-Bahr S, Shousha S, Shehab A, Khattabe W, Ahmed-Farid O, Sabike I, El-Garhy O, Albokhadaim A, Albosadah K. Effect of Dietary Microalgae on Growth Performance, Profiles of Amino and Fatty Acids, Antioxidant Status, and Meat Quality of Broiler Chickens. *Anim.* 2020;10:761.
11. Souza CMM, de Lima DC, Bastos TS, Komarcheuski AS, de Oliveira SG, Félix AP. The effect of supplementation of microalgae *Schizochytrium* sp. as a source of docosahexaenoic acid (DHA) on dogs with naturally occurring gingivitis. *Arch. Vet. Sci.* 2020;25(1).
12. Becker EW. The nutritional value of microalgae for aquaculture. In: Richmond A. eds *Handbook of microalgae mass cultures*. Florida: CRC Press Inc. Boca Raton; 1986.
13. Andrade LM, Andrade CJ, Dias M, Nascimento CAO, Mendes MA. CLV and *Spirulina* Microalgae as Sources of Functional Foods, Nutraceuticals, and Food Supplements; an Overview. *MOJFPT.* 2018;6:00144
14. Spolaore P, Joannis-Cassan C, Duran E, Isambert, A. Commercial applications of microalgae. *J. Biosci. Bioeng.* 2016; 101:87–96.
15. Venckus P, Kostkevičienė J, Bendikienė V. Green algae *Chlorella vulgaris* cultivation in municipal wastewater and biomass composition. *Management is J. Environ. Eng. Landsc. Manag.* 2017;25:56–63.

16. Appolinário PP, Derogis PBMC, Yamaguti TH, Miyamoto S. Metabolismo, oxidação e implicações biológicas do ácido docosaexaenoico em doenças neurodegenerativas. *Quim. Nova.* 2011;34:1409–141
17. Simopoulos AP. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed. Pharmacother.* 2002;56:365–379.
18. Gouveia L, Batista AP, Sousa I, Raymundo A, Bandarra NM. Microalgae in novel food products. In K. Papadopoulos, *Food Chemistry Research Developments*. New York: Nova Science Publishers; 2008.
19. Fabregas J, Herrero C. The potential use of marine microalgae as source of vitamins in nutrition. *J. Ind. Microbiol.* 1990;5:259–264.
20. Aki T, Hachida K, Yoshinaga M, Katai Y, Yamasaki T, Kawamoto S, Kakizono T, Maoka T, Shigeta S, Suzuki O, Ono K. Thraustochyrid as a potential source of carotenoids. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 2013;80:789–794.
21. Natrah F, Yosoff FM, Shariff M, Abas F, Mariana NS. Screening of Malaysian indigenous microalgae for antioxidant properties and nutritional value. *J. Appl. Phycol.* 2017;19:711–718.
22. Hong WK, Rairakhwada D, Seo PS, Park SY, Hur BK, Kim CH, Seo JH. Production of lipids containing high levels of docosahexaenoic acid by a newly isolated microalga, *Aurantiochytrium* sp. KRS101. *Biotechnol. Appl. Biochem.* 2011;164:1468–1480.
23. Wallace FA, Miles EA, Calder P.C. Comparison of the effects of linseed oil and different doses of fish oil on mononuclear cell function in healthy human subjects. *Br. J. Nutr.* 2003;89:679–89
24. Heinemann KM, Waldron MK, Bigley KE, Lees GE, Bauer JE. Long-chain (n-3) polyunsaturated fatty acids are more efficient than alpha-linolenic acid in improving electroretinogram responses of puppies exposed during gestation, lactation, and weaning. *J. Nutr.* 2005;135:1960.
25. Stoeckel K, Nielsen LH, Fuhrmann H, Bachmann L. Fatty acid patterns of dog erythrocyte membranes after feeding of a fish-oil based DHA-rich supplement with a base diet low in n-3 fatty acids versus a diet containing added n-3 fatty acids. *Acta Vet. Scand.* 2011;53:57.
26. Sheibel S. Propriedades funcionais do ácido docosaexaenoico (DHA) para gatos. [Mestrado em Zootecnia]. Maringá: Universidade Estadual de Maringá; 2016.
27. Sete MRC, Figueredo CMS. Periodontitis and omega-3: the role of fatty acids in the inflammatory process. *Rev. Hosp. Univ. Pedro Ernest.* 2013; 12:58–65.

28. De Rivera C, Boutet I, Zicker CS, Milgram NW. A novel method for assessing contrast sensitivity in the beagle dog is sensitive to age and an antioxidant enriched food. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry* 2005;29:379–387.
29. Li HB, Cheng KW, Wong CC, Fan KW, Chen F, Jiang Y. Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fractions of selected microalgae. *Food Chem.* 2007;102:771–776.
30. Hadley KB, Bauer J, Milgram NW. The oil-rich alga *Schizochytrium* sp. as a dietary source of docosahexaenoic acid improves shape discrimination learning associated with visual processing in a canine model of senescence. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids.* 2017;118:10–18.
31. Mccusker S, Buff PR, Yu Z, Fascetti A.J. Amino acid content of selected plant, algal and insect species: a search for alternative protein sources for use in pet foods. *Journal of Nutrition Science.* 2014;3:1–5.
32. Neto JMC, Teixeira RG, Cavalcanti de Sá M, Lima AES, Aragão GJ, Teixeira, M, Martins Filho E, Toríbio JMML, Azevedo AS. Farinha de algas marinhas (*Lithothamnium calcareum*) como suplemento mineral na cicatrização óssea de autoenxerto cortical em cães. *Rev. bras. saúde prod. Anim.* 2011;11:217–230.
33. Becker EW. Micro-algae as a source of protein. *Biotechnol. Adv.* 2017;25:207–210.
34. Lemahieu C, Bruneel C, Verhalle RT, Muyhaert K, Buyse J, Foubert I. Impact of feed supplementation with different omega-3 rich microalgae species on enrichment of eggs of laying hens. *Food Chem.* 2013;141:4051–4059.
35. Grigorova S, Surdjiiska S, Banskalieva V, Dimitrov G. The effect of biomass from green algae of *Chlorella* genus on the biochemical characteristics of table eggs. *J. Cent. Eur. Agric.* 2006;7:111–116.
36. Carrillo S, Lopez E, Casas MM, Avila E, Castillo RM, Carranco ME, Calvo C, Pérez-Gil F. Potential use of seaweeds in the laying hen ration to improve the quality of n-3 fatty acid enriched eggs. *J. Appl. Phycol.* 2008;20:271–278.
37. Petrolli TG, Petrolli OJ, Pereira ASC, Zotti CA, Romani J, Villani R, Leite F, Zanadrea FM. Effects of the Dietary Supplementation with a Microalga Extract on Broiler Performance and Fatty-Acid Meat Profile. *Braz. J. Poult. Sci.* 2019;21.
38. Keegan JD, Currie D, Knox A, Moran CA. Redressing the balance: Including DHA-rich *Aurantiochytrium limacinum* in broiler diets increases tissue omega-3 fatty acid content and lowers the n-6: n-3 ratio. *British Poultry Science.* 2019; 60:414–422.
39. An SH, Joo SS, Lee HG, Kim ZH, Lee CS, Kim M, Kong C. Supplementation of Indigenous Green Microalga (*Parachlorella* sp.) to Pre-starter Diet for Broiler Chickens. *Korean J. Poult. Sci.* 2020;47:49–59

40. Oh ST, Zheng L, Kwon HJ, Choo YK, Lee KW, Kang CW, An BK. Effects of dietary fermented CLV vulgaris (CBT®) on growth performance, relative organ weights, cecal microflora, tibia bone characteristics, and meat qualities in Pekin ducks. *Asian-Australasian. J. Anim. Sci.* 2015;28:95–101.
41. Kotrbáček V, Doubek J, Doucha, J. The chlorococcalean alga CLV in animal nutrition: A review. *J. Appl. Phycol.* 2015; 27:2173–2180.
42. Pestana JM, Puerta B, Santos H, Madeira MS, Alfaia CM, Lopes PA, Pinto RMA, Lemos JPC, Fontes CMGA, Lordelo MM, Prates JAM. Impact of dietary incorporation of *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) and exogenous enzymes on broiler performance, carcass traits, and meat quality. *Poult. Sci. J.* 2020;99:2519–2532.
43. Bertoldi FC, Sant’anna ES, Oliveira JLB. Revisão: biotecnologia de microalgas. *Boletim do CEPPA.* 2018;26:9–20.
44. Marriott NG, Garrett JE, Sims MD, Abril JR. Características de desempenho e composição de ácidos graxos de suínos alimentados com dieta contendo ácido docosahexaenóico. *J. Muscle Foods.* 2002;13:265–277.
45. Sardi L, Martelli G, Lambertini L, Parisini P, Mordenti A. Effects of a dietary supplement of DHA-rich marine algae on Italian heavy pig production parameters. *Livest. Sci.* 2006;03:95–103.
46. Ajmone-Cat MA, Salvatori ML, Simone R., Mancini M, BIAGIONI S, Bernardo A, Cacci E, Minghetti L. Docosahexaenoic acid modulates inflammatory and antineurogenic functions of activated microglial cells. *J. Neurosci. Res.* 2012;90:575–587.
47. Grinstead GS, Tokach MD, Dritz SS, Goodband RD, Nelssen JL. Efeitos da *Spirulina platensis* no desempenho de crescimento de leitões recém-desmamados. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2000;83:237–247.
48. Šimkus A, Šimkienė A, Černauskienė J, Kvietkutė N, Černauskas A, Paleckaitis M, Kerzienė S. The effect of blue algae *Spirulina platensis* on pig growth performance and carcass and meat quality. *Vet. ir Zootech.* 2013; 61:70–74.
49. Pulz O, Gross W. 2004. Valuable products from biotechnology of microalgae. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2004;65:635–648.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-56>

Capítulo 56

COMO O MANEJO DAS PLANTAS DANINHAS IMPACTA O DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO DE POMARES JOVENS DE LIMA ÁCIDA TAHITI.

Maria Beatriz Bernardes Soares¹; Juliana Altafin Galli; Maria Izabela Ferreira²; Monica Helena Martins³; Ana Carolina Oliveira; Bruna Beatriz Correia⁴; Silvano Bianco⁵

¹ Pesquisador da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios Regional Centro Norte – APTA. E-mail: maria.soares@sp.gov.br; juliana.galli@sp.gov.br, ² Docente Centro Universitário Padre Albino – UNIFIPA. E-mail: mariaizabelaf@gmail.com;

³ Bolsista de Treinamento Técnico – APTA. E-mail: mo-martinss@hotmail.com; anacarolinaoliveiraa1302@gmail.com, ⁴ Estudante do Curso de Agronomia – UNIFIPA. Email: brunabeatriz.agro@gmail.com; ⁵ Docente do Depto de Biologia – FCAV – UNESP. E-mail: silvano.bianco@unesp.br

RESUMO: Apesar da importância comercial da lima ácida Tahiti, ainda são poucas as pesquisas a respeito de práticas de cultivo, sobretudo sobre o manejo das plantas daninhas. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito contínuo da convivência com as plantas daninhas ou de adoção do manejo químico ou mecânico das plantas daninhas sobre o desenvolvimento vegetativo de um pomar jovem de lima ácida Tahiti. O experimento foi instalado em março de 2018 e conduzido até fevereiro de 2020 em pomar comercial jovem de três anos de idade, no município de Pindorama-SP. Foram testados três manejos de plantas daninhas: o manejo sem controle do mato, o controle do mato por capina manual na área de projeção da copa da planta e outro com controle químico por aplicação de glifosato (1.720 g ha⁻¹ i.a.). Semestralmente foram avaliados parâmetros biométricos indicativos do desenvolvimento vegetativo das plantas como a altura, a área de projeção da copa e o volume da copa das limeiras. Os manejos adotados afetaram significativamente os parâmetros. Nas parcelas em que não houve o controle das plantas daninhas a altura, a área da projeção da copa e o volume da copa foram significativamente reduzidos a partir dos 12 meses de adoção dos manejos de plantas daninhas. O controle das plantas daninhas com glifosato prejudicou o crescimento em altura das plantas, mas não afetou significativamente a área de projeção da copa e o volume da copa das limeiras.

Palavras-chave: biometria; *Citrus latifolia*; glifosato; taxa de crescimento.

INTRODUÇÃO

Apesar da produção de laranjas doces representar cerca de 90% da produção brasileira de frutas cítricas (1), a lima ácida Tahiti desempenha um papel social, ambiental e econômico importante (2), sendo a quarta fruta “in natura” mais exportada pelo Brasil com receita superior a US\$ 82 milhões no ano de 2017 (3). Apesar disso, pouco se conhece sobre as particularidades do seu manejo, sobretudo no que diz respeito ao controle de

plantas daninhas, sendo adotadas, em grande parte, soluções genéricas comumente embasadas em estudos feitos para a laranja que é a principal cultura citrícola brasileira (4). Assim, o produtor utiliza manejos que não consideram as especificidades da cultura, sua fisiologia e características produtivas, resultando muitas vezes em manejos ineficientes ou dispendiosos, com riscos econômicos e ambientais (5).

As plantas daninhas podem interferir diretamente no crescimento da planta cítrica, pois competem por recursos essenciais além de liberar substâncias alelopáticas (6) que podem comprometer o desenvolvimento dos pomares e representando o fator biótico mais limitante durante o desenvolvimento da cultura. Na prática os efeitos da interferência são irreversíveis, não havendo recuperação do desenvolvimento após a cessação do estresse causado pela presença das plantas daninhas.

O manejo de plantas daninhas engloba métodos preventivos, erradicação e controle. Em citros são empregados diversos métodos de controle, nos quais os mais comumente utilizados são os métodos mecânico e químico. O controle mecânico envolve: capina manual, enxada rotativa e roçadora (7) enquanto o manejo químico envolve a aplicação de herbicidas para o controle das plantas daninhas. Dentre os herbicidas disponíveis, o glifosato, caracterizado como um herbicida não seletivo de pós-emergência, é o ingrediente ativo mais utilizado (8). Porém, muitos produtores, como no caso dos pequenos, não levam em consideração ou não tem acesso à informação sobre duas questões importantes quanto a este herbicida: a possibilidade da crescente seleção de biótipos resistentes e espécies tolerantes e a possível intoxicação das plantas de citros (4)

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito contínuo da convivência com as plantas daninhas ou a adoção de manejo químico ou mecânico das plantas daninhas sobre o desenvolvimento vegetativo de um pomar jovem de lima ácida ‘Tahiti’.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na área comercial de produção de lima ácida Tahiti cultivar IAC5 sobre porta-enxerto limão cravo (*Citrus × limonia*) no município de Pindorama-SP, a 21° 18` S e 48° 89` W, altitude de 527 m, com temperaturas anuais mínima, média e máxima de 17,07°C, 22,8°C e 30,54°C, respectivamente, além de precipitação média anual de 1.390,3 mm e umidade relativa média anual de 71,6%. Conforme a classificação de Köppen, o clima enquadra-se no tipo Aw, definido como tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

O pomar jovem de limeiras apresenta plantas com bom aspecto fitossanitário, espaçadas 6,0 m x 4,0 m, com três anos de idade na implantação do experimento. No mês de fevereiro de 2018 o pomar foi adubado pelo produtor conforme os resultados de análise de solo e a recomendação de Stuchi e Cyrillo (9).

As plantas foram submetidas a tratos culturais como poda de limpeza, erradicação de plantas doentes, adubação foliar com micronutrientes, roçagem da entrelinha e aplicação de inseticidas e fungicidas de acordo com o manejo fitotécnico adotado usualmente pelo produtor. A Figura 1 apresenta os dados do Balanço Hídrico Climatológico Sequencial Mensal do período de execução do experimento, compreendido entre os meses de março de 2018 a fevereiro de 2020.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições, arranjos em parcelas subdivididas. As parcelas principais consistem em manejos de plantas daninhas e as sub-parcelas são os tempos de convívio com cada manejo.

Os manejos de plantas daninhas adotados foram: capina manual – CM (coroamento), aplicação de glifosato na dose de 1.720 g de ia. ha⁻¹, aplicado na área de projeção da copa – GLY, e uma testemunha na qual não houve controle das plantas daninhas – SC (sem controle). As parcelas experimentais consistiram de quatro plantas em linha, onde as duas plantas centrais foram consideradas como parcela útil.

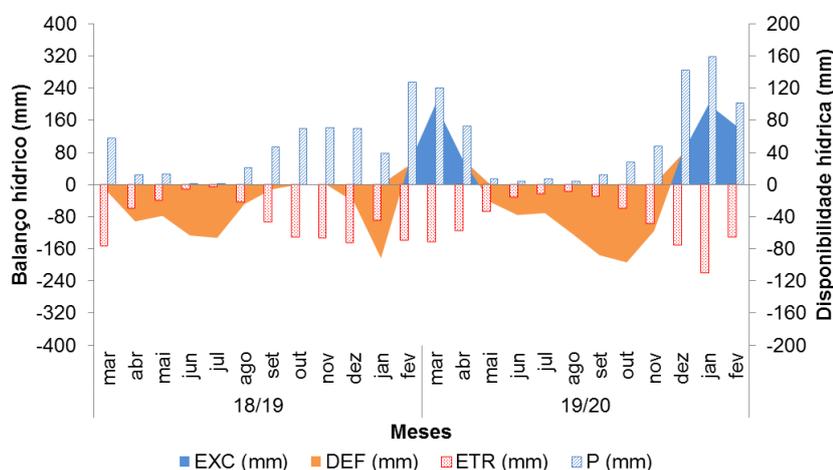


Figura 1. Balanço hídrico climatológico sequencial mensal, pelo método de Thornthwaite e Mather (10), da região de Pindorama-SP. ¹ EXC: Excedente hídrico, DEF: Deficiência hídrica, ETR: Evapotranspiração Real, P: Precipitação.

A decisão da necessidade de aplicação dos manejos era baseada na cobertura vegetal das plantas daninhas na área de projeção da copa das limeiras aferida pelo aplicativo Canopeo® (11), assim quando a cobertura vegetal viva de plantas daninhas ultrapassava 20% era feita a capina manual com enxada ou a aplicação do glifosato em forma de pulverização, com o auxílio de um pulverizador costal pressurizado a CO₂ com ponta modelo TXA 8002 VK, operado a pressão de 3 kgf pol⁻², e volume de calda de 160 L ha⁻¹. O pH da calda de pulverização foi corrigido para 4,0 pela adição de ácido fosfônico. As aplicações ocorreram entre 7 e 9h da manhã em ocasiões nas quais a velocidade do vento não excedeu 2,5 km.h⁻¹, medido com anemômetro digital. Assim, nas parcelas capinadas foram realizadas 6 capinas manuais anuais e nas parcelas com controle químico, as plantas receberam 6 aplicações anuais de glifosato, concentrando 4 delas no período considerado chuvoso entre os meses de setembro a fevereiro.

O desenvolvimento vegetativo das plantas foi avaliado antes da aplicação dos tratamentos e semestralmente nos meses de fevereiro e agosto por meio de aferições de altura e diâmetros na linha e entrelinha da copa (0,6,12,18 e 24 meses). As mensurações foram realizadas com régua graduada e trena, efetuando-se medições paralelas ao eixo de crescimento geoposito da copa (altura) e paralelas ao solo na altura de 1,5 m (diâmetro). A partir desses dados, a área de projeção da copa foi calculada por meio da função $A = \pi \cdot R^2$, sendo A a área de projeção da copa e R o raio médio da copa $[(DL/2 + DE/2)/2]$. O volume de copa foi calculado por meio da função: $V = 2/3 \pi R^2 H$, onde V representa o volume da copa em metros cúbicos; R, o raio médio da copa e H, a altura da copa, de acordo com Mendel (12).

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e à análise de variância (ANOVA) pelo teste F ($p \leq 0,05$), e as médias comparadas pelo teste de Tukey. Para os dados dependentes foram feitas análises de regressão polinomial, descrevendo o

comportamento biométrico e produtivo das limeiras ao longo do tempo, bem como a evolução da produção de frutos acumulada. As análises foram realizadas pelo software AgroEstat (13).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variâncias apresentaram distribuição normal e homogeneidade dos dados, possibilitando o emprego de análises paramétricas sem necessidade de transformação dos dados.

Todas as características biométricas avaliadas (altura, área de projeção da copa e volume da copa) apresentaram interação significativa entre os métodos de controle de plantas daninhas adotados ou a não adoção de qualquer controle das plantas daninhas e a duração da adoção desses manejos.

O desdobramento da interação entre o manejo adotado e o tempo de manejo para a altura das limeiras está apresentado na Tabela 1. A altura médias das limeiras variou entre 1,88m antes da aplicação dos tratamentos e 2,83m para as parcelas que foram capinadas ao longo de 24 meses, altura inferior à esperada (3,69m) para plantas com a mesma combinação de copa e porta enxerto, mesma idade (5 anos) e localizadas na mesma região do pomar estudado (Pindorama) (14). As plantas cresceram em altura 47,3% nas parcelas capinadas, 34% nas parcelas onde foi aplicado o glifosato e 17,6% nas parcelas que conviveram com o mato por 24 meses. O que implica em perda de 12,3% e 28% em altura após 24 meses das plantas manejadas com glifosato ou mantidas no mato em comparação com as plantas capinadas, respectivamente. Já a partir dos 6 meses houve diferenças significativas entre as parcelas capinadas das demais, e a partir dos 18 meses as parcelas manejadas com glifosato se distinguiram das parcelas mantidas no mato. Em relação aos meses, no tratamento capinado o ganho em altura é perceptível nos 6 meses iniciais e nos demais o incremento em altura é significativo após 12 meses.

A redução no crescimento da altura das plantas mantidas no mato, provavelmente, ocorreu porque a convivência com as espécies de plantas daninhas pode ter limitado por longos períodos a disponibilidade de recursos no substrato de cultivo, causando competição e limitando o seu crescimento, já que a planta tem seu crescimento proporcional aos recursos que conseguiu recrutar na competição com os demais (15). Já a perda em altura das plantas manejadas com glifosato em relação às capinadas pode ser creditada a algum tipo de injúria causada pela deriva do herbicida ou alguma competição com plantas daninhas persistentes que já apresentam tolerância ou resistência ao herbicida, depois de 6 aplicações anuais de glifosato ao longo dos 24 meses.

Tabela 1. Desdobramento da interação entre os manejos de plantas daninhas adotados (capina manual – CM, aplicação de glifosato – GLY e ausência de controle das plantas daninhas –SC) e a duração do manejo adotado (0,6,12,18 e 24 meses) na altura das plantas de lima ácida Tahiti.

Manejo de plantas daninhas (M)	Duração do manejo (T - meses)					Média
	0	6	12	18	24	
CM	1,92 Ae ¹	2,08 Ad	2,28 Ac	2,48 Ab	2,83 Aa	2,32 A
GLY	1,88 Ac	1,97 Bc	2,13 Bb	2,22 Bb	2,52 Ba	2,14 B
SC	1,88 Ad	1,92 Bcd	2,06 Bb	2,02 Cbc	2,21 Ca	2,02 C
Média	1,90 d	1,99 c	2,15 b	2,26 b	2,52 a	

F_M	113,85**	$Cv\%_M$	2,8729
F_T	134,40**	$Cv\%_T$	3,3625
$F_{M \times T}$	7,4615**	F_{bl}	6,9395**

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$

¹Valores com letras maiúsculas iguais na coluna e letras minúsculas iguais na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

O glifosato causa distúrbios nas principais rotas metabólicas das plantas, levando à inanição (16). Desse modo, plantas em contato com o glifosato apresentam seu crescimento comprometido em algum grau, sendo a amplitude da redução do crescimento dependente da dose de glifosato a que a planta foi submetida. A intoxicação por glifosato pode causar, em função da quantidade de produto que atinge a planta, a morte do ápice, afetando a altura da planta e seu volume de copa (17).

Apesar de todas as plantas terem crescido linearmente, as taxas de crescimento médio em altura foram influenciadas pelo manejo adotado (Figura 2), sendo $0,0366m.mês^{-1}$ para CM, $0,0255m.mês^{-1}$ para GLY e $0,0128m.mês^{-1}$ para SC. As regressões lineares que representam o crescimento médio das limeiras em função do tempo de duração dos tratamentos estão apresentadas na Tabela 2. Cabe salientar que o modelo proposto do crescimento das limeiras é útil para estimar a altura das plantas dentro do período estudado, porém é de pouca utilidade para prever as alturas fora deste período, já que a taxa de crescimento das plantas de lima ácida Tahiti tende a diminuir e estas normalmente atingem a altura média de 4m aos 10 anos de idade (18).

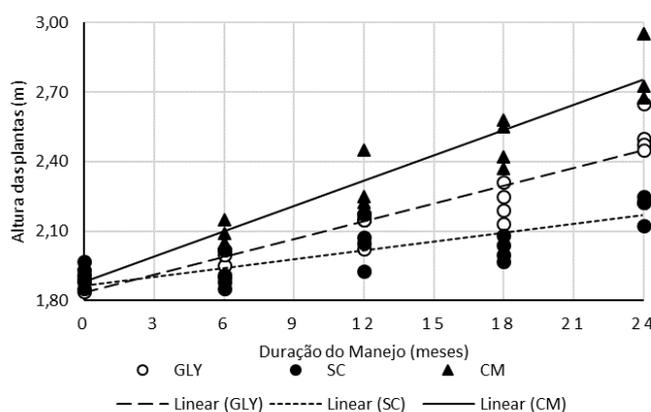


Figura 2. Altura (m) das plantas de lima ácida Tahiti em função da duração do manejo de plantas daninhas adotado para os manejos Capina Manual (CM), Aplicação de glifosato (GLY) e sem controle das plantas daninhas (SC)

Tabela 2. Modelos lineares de crescimento em altura de plantas de lima ácida Tahiti em função do manejo de planta daninha adotado.

	Equação de crescimento da altura	R^2	F	p
CM	$y=0,0366x+1,8805$	0,9073	329,37**	< 0,0001
GLY	$y=0,0255x+1,8365$	0,8860	192,77**	< 0,0001
SC	$y=0,0128x+1,8640$	0,8624	57,391**	< 0,0001

Para a área de projeção da copa das limeiras, o desdobramento da interação entre o manejo adotado e o tempo de manejo está apresentado na Tabela 3. As plantas das parcelas mantidas sem controle das plantas daninhas apresentaram área de projeção da copa 23,71% menor que as mantidas com controle de plantas daninhas, sendo que para as plantas capinadas ou tratadas com glifosato a área de projeção da copa ao fim de 24 meses não diferiu estatisticamente entre si. Ao longo dos meses, o desenvolvimento da área das plantas diferiu estatisticamente a partir de 12 meses para as parcelas com controle de plantas daninhas, seja por capina ou pela aplicação do glifosato, e a partir de 18 meses para as parcelas em convívio com as plantas daninhas, revelando através de seu coeficiente angular taxa de crescimento médio menor para SC (0,1759 m².mês⁻¹) em relação a CM e GLY (0,2785m².mês⁻¹ e 0,2568m².mês⁻¹, respectivamente).

Tabela 3. Desdobramento da interação entre os manejos de plantas daninhas adotados (capina manual – CM, aplicação de glifosato – GLY e ausência de controle das plantas daninhas –SC) e a duração do manejo adotado (0,6,12,18 e 24 meses) na área de projeção da copa das plantas de lima ácida Tahiti.

Manejo de plantas daninhas (M)	Duração do manejo (T - meses)					Média
	0	6	12	18	24	
CM	3,10 Ac ¹	3,40 Ac	5,70 Ab	6,14Ab	9,79 Aa	6,26 a
GLY	3,74 Ad	4,05 Ad	5,30 Ac	6,68 Ab	9,91 Aa	6,49 a
SC	3,29 Ac	3,57 Ac	4,07 Bc	5,08 Bb	7,52 Ba	5,06 b
Média	3,38d	3,68 d	5,03 c	5,97 b	9,07 a	
F _M	20,768**	Cv% _M	4,3927			
F _T	215,79**	Cv% _T	3,5563			
F _{MxT}	3,8475**	F _{bl}	2,7472*			

* p≤0,05; **p≤0,01

¹Valores com letras maiúsculas iguais na coluna e letras minúsculas iguais na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

As representações gráficas da evolução da área de projeção da copa em relação ao tempo de manejo de CM, GLY e SC, bem como das taxas variáveis de crescimento da área de projeção da copa ao longo do tempo estão apresentados na Figura 3 (A e B, respectivamente) e seus modelos de evolução estão apresentados na Tabela 4.

A evolução da área de projeção da copa das limeiras tem comportamento quadrático para todos manejos adotados, sendo os manejos em que há o controle das plantas daninhas muito semelhantes entre si, sobretudo nos 12 meses finais de acompanhamento. O comportamento quadrático da resposta do crescimento da área de projeção da copa das limeiras indica que enquanto o crescimento em altura é linear, ou seja, uniforme nessa fase jovem de desenvolvimento das limeiras (3 a 5 anos), o crescimento da área de projeção da copa é mais lento inicialmente, aumentando a taxa de crescimento com o passar dos meses (Figura 3B) segundo as derivadas de suas equações apresentadas na Tabela 4.

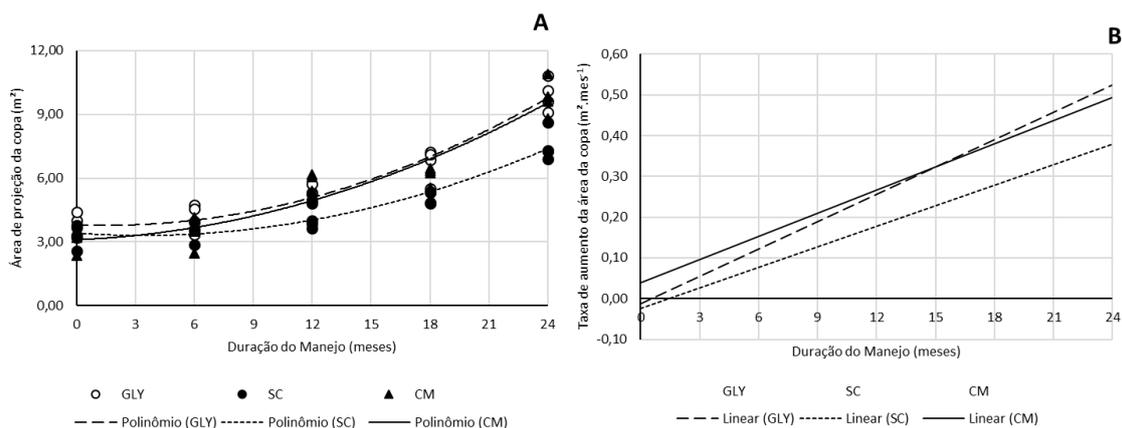


Figura 3. A – Área de projeção da copa (m²) e B – taxa variável de aumento da área da copa (m².mês⁻¹) das plantas de lima ácida Tahiti em função da duração do manejo de plantas daninhas adotado para os manejos Capina Manual (CM), Aplicação de glifosato (GLY) e sem controle das plantas daninhas (SC)

Tabela 4. Modelos de crescimento da área de projeção da copa de plantas de lima ácida Tahiti e suas respectivas derivadas, representando a taxa instantânea de aumento da área de projeção das copas das limeiras em função do manejo de planta daninha adotado.

	Equação da área de projeção da copa	R ²	F	p
CM	$y=0,0095x^2+0,0386x-3,0981$	0,9111	12,224**	0,0013
GLY	$y=0,0118x^2-0,0343x+3,7982$	0,9350	23,619**	< 0,0001
SC	$y=0,0095x^2-0,0634x+3,4064$	0,9005	23,441**	< 0,0001
Taxa instantânea de aumento da área de projeção da copa				
CM	$y'=0,019x+0,0386$			
GLY	$y'=0,0236x-0,0343$			
SC	$y'=0,019x-0,0634$			

Machado e Coelho (19) trabalhando com limão 'Cravo' sob lima ácida Tahiti e Neves et al. (20) com diversos porta-enxertos, também sob lima ácida 'Tahiti' observaram que a distância efetiva de raízes da entrelinha atingiu valores muito próximos aos do raio da copa, indicando uma maior concentração de raízes sob a copa. Assim, plantas com áreas de projeção da copa maiores contam com melhor exploração do solo pelas raízes, sendo uma vantagem importante em situações de escassez de recursos.

Para o volume da copa das limeiras, o desdobramento da interação entre os manejos adotados e a duração do manejo está apresentado na Tabela 5.

Tabela 5. Desdobramento da interação entre os manejos de plantas daninhas adotados (capina manual – CM, aplicação de glifosato – GLY e ausência de controle das plantas

daninhas – SC) e a duração do manejo adotado (0,6,12,18 e 24 meses) no volume da copa das plantas de lima ácida Tahiti.

Manejo de plantas daninhas (M)	Duração do manejo (T - meses)					Média
	0 meses	6 meses	12 meses	18 meses	24 meses	
CM	3,98 Ac ¹	4,73 Ac	8,67 Ab	10,15 Ab	18,49 Aa	9,21 a
GLY	4,68 Ad	5,33 Ad	7,50 Ac	9,89 Ab	16,66 Aa	8,81 a
SC	4,12 Ad	4,58 Acd	5,61 Bbc	6,86 Bb	11,03 Ba	6,44 b
Média	4,26 d	4,88 d	7,26 c	8,97 b	15,39 a	
F _M -	29,089**	Cv% _M	11,8531			
F _T	323,83**	Cv% _T	8,742			
F _{MxT}	7,6971**	F _{bl}	4,4366**			

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$

¹Valores com letras maiúsculas iguais na coluna e letras minúsculas iguais na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

As plantas das parcelas mantidas sem controle das plantas daninhas apresentaram volume de copa 33,7% menor que as mantidas com controle de plantas daninhas pela aplicação do glifosato e 40,15% menor que as plantas das parcelas capinadas. Entre as plantas capinadas e as tratadas com glifosato o volume de copa ao fim de 24 meses não houve diferença estatística. Ao longo dos meses, o crescimento do volume da copa das plantas diferiu estatisticamente a partir de 12 meses para todos os manejos de plantas daninhas adotados, revelando taxa de crescimento médio menor para SC ($0,288\text{m}^3.\text{mês}^{-1}$) em relação a CM e GLY ($0,604\text{m}^3.\text{mês}^{-1}$ e $0,499\text{m}^3.\text{mês}^{-1}$, respectivamente).

A evolução do volume da copa das limeiras submetidas aos diferentes manejos de plantas daninhas, bem como a taxa instantânea de crescimento do volume da copa obtida pela sua derivação estão apresentados na Figura 4 (A e B, respectivamente). Assim como para a área de projeção da copa, o volume de copa das limeiras tem comportamento quadrático para todos manejos adotados, sendo os manejos em que há o controle das plantas daninhas muito semelhantes entre si. O comportamento quadrático da resposta do crescimento da área de projeção da copa das limeiras indica que nessa fase jovem de desenvolvimento das limeiras (3 a 5 anos) o aumento do volume de copa é mais lento inicialmente, com maiores taxas instantâneas de aumento com o passar dos meses (Figura 4B) segundo as derivadas de suas equações apresentadas na Tabela 6.

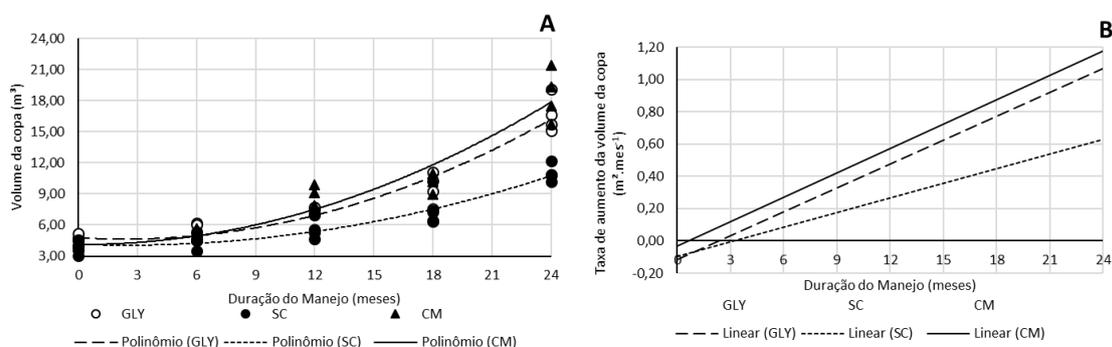


Figura 4. A – Volume da copa (m³) e B – taxa variável de aumento da área da copa (m³.mês⁻¹) das plantas de lima ácida Tahiti em função da duração do manejo de plantas daninhas

adotado para os manejos Capina Manual (CM), Aplicação de glifosato (GLY) e sem controle das plantas daninhas (SC)

Tabela 6. Modelos de crescimento do volume da copa de plantas de lima ácida Tahiti e suas respectivas derivadas, representando a taxa instantânea de aumento do volume da copa de limeiras em função do manejo de planta daninha adotado.

Equação do volume da copa	R ²	F	p
CM $y=0,0252x^2-0,0321x-4,1367$	0,9218	13,351**	0,0008
GLY $y=0,0247x^2-0,1184x+4,8910$	0,9290	25,520**	< 0,0001
SC $y=0,0151x^2-0,0959x+4,3122$	0,9092	23,013**	< 0,0001
Taxa instantânea de aumento do volume da copa			
CM $y'=0,0504x-0,0321$			
GLY $y'=0,0494x-0,1184$			
SC $y'=0,0302-0,0959$			

Do mesmo modo que para a altura das plantas, os modelos para a área de projeção e volume da copa e suas taxas de aumento são úteis para a estimação dos valores dentro do período estudado no qual as plantas estão em pleno desenvolvimento vegetativo, mas pouco útil na predição a longo prazo, pois a partir do 8 ano há uma estabilização do crescimento lateral dos ramos, até mesmo pela competição intraespecífica causada pelo fechamento das linhas e entrelinhas, aos 10 anos de idade as plantas apresentam diâmetro de copa médio de 6,1m, ou seja uma área de projeção da copa de 29,22m² e volume de copa de 77,89m³ (18).

Normalmente as plantas que possuem maior volume de copa apresentam as maiores produções (21), o volume de copa também está relacionado à adequação de volume de calda e dose de produtos fitossanitários (22).

CONCLUSÕES

- Todos os manejos afetaram o desenvolvimento vegetativo das plantas jovens de lima ácida Tahiti, em diferentes proporções.
- A competição com as plantas daninhas diminuiu significativamente as taxas de crescimento a partir de 12 meses de condução do experimento e, conseqüentemente, os valores da altura, área de projeção da copa e volume da copa, das limeiras mantidas nas parcelas sem controle de plantas daninhas em relação às parcelas onde foi realizado o controle mecânico ou químico.
- O uso do glifosato prejudicou o crescimento da altura das plantas a partir dos 6 meses de duração dos manejos.

REFERÊNCIAS

1. Fao - Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Faostat [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Mai 18]. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/>

2. Martinelli R, Monquero PA, Fontanetti A, Conceição PM, Azevedo FA. Ecological mowing: an option for sustainable weed management in young citrus orchards. *Weed Technol.* 2017; 31:260–268.
3. Secex – Secretaria de Comercio Exterior. ComexStat [Internet]. 2018 [acesso em 2020 Jul 13]. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br>.
4. Soares MBB, Galli JA, Martins, MH, Oliveira, AC, Bianco S. Weed management in the dry season: interferences in physiology and quality of Persian lime fruits. *Pesq Agropec Trop.* 2021; 51:e67779-e67779.
5. Soares MBB. Períodos de interferência de plantas daninhas em pomar de lima ácida ‘Tahiti’. [Tese]. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista; 2020.
6. Blanco HG, Oliveira DA. Estudos dos efeitos da época de controle do mato sobre a produção de citrus e a decomposição da flora daninha. *Arq Inst Biol.* 1978; 45:25-36.
7. Gelmini GA. Herbicidas: Indicações básicas. Campinas: Fundação Cargill; 1988.
8. Matallo MB. Monitoramento do ácido chiquímico no manejo de plantas daninhas com glifosato em pomar comercial de citros. *Arq Inst Biol.* 2010; 77:355-358.
9. Stuchi ES, Cyrillo FLL. Lima ácida Tahiti (Boletim Citrícola, 6). Jaboticabal: Funep; 1998.
10. Thorthwaite CW, Mather JR. The water balance. In: *Publications in Climatology*. New Jersey: Drexel Institute of Technology; 1955.
11. Patrignani, A, Ochsner, TE. Canopeo: A powerful new tool for measuring fractional green canopy cover. *Agron J.* 2015; 107:2312-2320.
12. Mendel, K. Roostock-scion relationships in Shamouti trees on light soil. *Ktavim.* 1956; 6:35-38.
13. Barbosa JC, Maldonado Jr W. AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Jaboticabal: Unesp; 2015.
14. Bettini, B.A. Desempenho de lima ácida Tahiti sobre diferentes porta-enxertos. [Dissertação]. Araras: Universidade Federal de São Carlos; 2019.
15. Pitelli RA. Efeitos de períodos de convivência e de controle das plantas daninhas no crescimento, nutrição mineral, e na produtividade da cultura da cebola (*Allium cepa* L.). [Tese]. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista; 1987.
16. Hess FD. Mechanism of Action of Inhibitors of Amino Acid Biosynthesis. In: *Herbicide Action Course*. West Lafayette: Purdue University; 1994.
17. Tuffi Santos LD, Meira RMS, Ferreira FA, Sant’anna-Santos BF, Ferreira LR. Morphological responses of different eucalypt clones submitted to glyphosate drift. *Environ. Exp. Bot.* 2007; 59:11-20.
18. Figueiredo, J. O. D., Stuchi, E. S., Donadio, L. C., Teófilo Sobrinho, J. O. A. Q. U. I. M., Laranjeira, F. F., Pio, R., Sempionato, O. R. Porta-enxertos para a lima-ácida ‘Tahiti’ na região de Bebedouro, SP. *Rev. Bras. Frut.* 2002; 24:155-159

19. Machado CC, Coelho RD. Distribution of 'rangpur' lime rootstock's root system under Tahiti acid lime. *Laranja*. 2000; 21:359-380.
20. Neves CSVJ, Murata IM, Stenzel NMC, Medina CC, Borges AV, Okumoto SH, et al. Root distribution of rootstocks for Tahiti lime. *Scient Agric*. 2004; 61: 94-99.
21. Blumer S. Citrandarins e outros híbridos de trifoliata como porta-enxertos nanicantes para a laranjeira 'Valência' (*Citrus sinensis* L. Osbeck). [Tese]. Piracicaba: Universidade de São Paulo; 2005.
22. Alvarenga CB, Teixeira, MM, Zolnier, S, Cecon, PR, Siqueira DL, Rodrigues D E. Efeito da morfometria da laranjeira na pulverização hidropneumática. *Rev Agro@mbiente On-line*. 2014; 8: 49-58.

doi <https://doi.org/10.53934/9786599539633-57>

Capítulo 57

EFEITO DA FIBRA ALIMENTAR SOBRE O DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS MORFO-HISTOLÓGICAS DA MUCOSA INTESTINAL DE COELHOS

Lays de Oliveira Silva¹; Luiz Fernando Rocha Botelho²; Hérick Pachêco Rodrigues³; Taylan Andrade Silva⁴; Jacqueline Alves Moraes⁵; Felipe César de Araújo Machado⁶

¹ Estudante do curso de Medicina Veterinária – UNIPAM, E-mail: laysoliveirasilva@unipam.edu.br, ² Docente nos cursos de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNIPAM. Zootecnista, Mestre em Zootecnia. E-mail: luizfrb@unipam.edu.br, ³ Estudante do curso de Zootecnia – UNIPAM; E-mail: herickpr@unipam.edu.br, ⁴ Estudante do curso de Medicina Veterinária – UNIPAM; E-mail: taylanandrade@unipam.edu.br, ⁵ Estudante do Curso de Pós-Graduação Gestão de Aves e Suínos – UNIPAM; E-mail: jacquelineam@unipam.edu.br, ⁶ Estudante do Curso de Medicina Veterinária – UNIPAM; E-mail: felipemachado@unipam.edu.br,

RESUMO: Embora pouco explorada comercialmente, a cunicultura apresenta indícios de ser uma atividade com grande potencial de expansão, fazendo-se necessária a adoção de novas estratégias que viabilizam uma melhora na produção. Por ser um herbívoro de ceco funcional, a anatomia digestória do coelho permite um bom aproveitamento de volumosos de baixo custo, como hortaliças e forrageiras desidratadas, e em termos de manejo, os coelhos demandam baixos investimentos, viabilizando assim a cunicultura como uma atividade complementar na agricultura familiar. Uma vez que a digestão dos coelhos é adaptada à alta ingestão de fibras, o seu baixo consumo pode resultar em distúrbios digestivos, como alterações na atividade fermentativa do ceco e trânsito lento que favorece a ocorrência de diarreias. Nesse âmbito, a realização de pesquisas que visam estabelecer os efeitos e a importância de fontes de fibra na dieta dos coelhos é peça fundamental na otimização da produção e na redução de custos, já que devido aos altos custos com alimentação, o sucesso econômico da cunicultura depende de melhorias na conversão alimentar.

Palavras-chave: cecotrofia; digestibilidade; digestão fermentativa

INTRODUÇÃO

A cunicultura é a ciência que visa a viabilidade da criação racional de coelhos domésticos (*Oryctolagus cuniculus cuniculus*). Alguns fatores intrínsecos à atividade como a alta prolificidade, a precocidade reprodutiva, o curto período de gestação, o pouco espaço necessário para a criação e a simplicidade das instalações tornam possíveis a expansão da cunicultura (1). Apesar da possibilidade de ser criado para diversas finalidades, o principal uso dos coelhos a nível mundial é para a produção de carne. Por ser

considerada uma fonte de proteína de alto valor biológico e com um custo de produção relativamente baixo, torna-se possível credenciá-la como uma excelente opção de alimento à população humana (2).

Apesar do Brasil ter excelentes condições para a criação de coelhos, a cunicultura brasileira não é ainda uma produção proeminente em termos de quantidade. A escassez de pesquisas, de programas de melhoramento genético e incentivos governamentais também são fatores limitantes à produção de coelhos no Brasil. O setor produtivo de coelhos se encontra, de maneira geral, pouco organizado, e com inúmeras dificuldades relacionadas à tecnologia de produção, além de deficiência organizacional na cadeia produtiva e falta de políticas específicas para o setor, o que eleva o custo de produção. A estruturação adequada da cadeia produtiva, bem como, a interação dos produtores é fundamental para que a atividade seja exercida de maneira mais segura e rentável (3).

O país tem pouca tradição nesta atividade e o consumo de carne de coelho é considerado pequeno, contudo, em regiões do sul e sudeste do país, já se percebem o surgimento de associações, núcleos e cooperativas de criadores, além de preocupações com a formação técnica que permita a utilização de tecnologias modernas de produção de coelhos (4). A cunicultura apresenta potencial para crescimento, já que, sabe-se que a demanda é maior que a oferta (5). No entanto, os dados não são precisos sobre a quantidade de carne produzida, porque a maior parte é oriunda de criadores e processamento informais (3).

Sabe-se que aproximadamente 70% do custo total do sistema de produção de coelhos é relativo à alimentação dos animais. Nesse âmbito torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas que visam estabelecer programas de alimentação, procurando relacionar as características morfo-histológicas do aparelho digestivo de coelhos com seus hábitos e comportamentos alimentares, para potencializar e diversificar estratégias dietéticas visando maior retorno econômico desta exploração zootécnica (3).

O ceco é um segmento do intestino de grande importância para os coelhos, pois ele funciona como uma câmara de fermentação que abriga diferentes microrganismos, principalmente bacteroides. Esse órgão permite maior aproveitamento dos nutrientes pelo animal, além de ser o local de produção dos cecotrofos, elemento essencial na nutrição desses animais.

Para a agricultura familiar o coelho pode ser considerado estratégico e a cunicultura uma atividade produtiva sustentável. Isso ocorre principalmente porque a cunicultura apresenta amplo potencial de integração e complementaridade com outras atividades e baixa necessidade relativa de investimentos. A diversificação de atividades dentro destas propriedades, principalmente aquelas com base familiar, apresenta-se como alternativa viável de mitigação de riscos de uma atividade principal, como a produção de commodities; com isso, garantindo a renda familiar e contribuindo para o desenvolvimento rural (6).

Embora os coelhos sejam conhecidos como herbívoros fermentadores, existem poucos estudos destacando a importância do uso de fibras na dieta desses animais. Por apresentarem ceco funcional e capacidade de reciclar nutrientes através do mecanismo de cecotrofia é possível aumentar o saldo energético através da digestão de fibras. Portanto, o conhecimento sobre a inclusão do tipo ideal de fibras na dieta pode diminuir os custos de produção relacionado ao arraçamento, ampliando a viabilidade econômica.

O objetivo principal deste estudo é avaliar a influência de diferentes fontes de fibra no desenvolvimento e características do ceco de coelhos, relacionando assim com a absorção de nutrientes e desempenho dos animais.

DESEMPENHO PRODUTIVO DOS COELHOS

A cunicultura brasileira não é ainda uma produção proeminente em termos de quantidade, mas, uma vez que os animais apresentam características zootécnicas desejáveis em um sistema produtivo, apresenta indicativos de ser vantajosa. O coelho permite a produção em larga escala em pequenos espaços, apresenta curtos intervalos de partos com alto potencial reprodutivo, elevada taxa de crescimento, além da habilidade de utilizar forragem e subprodutos de forma eficiente em sua alimentação (7)

Por ser uma espécie de fácil manejo, rápido crescimento e possuir uma dieta adaptável, tem potencial para produção de carne em países em desenvolvimento (8), como o Brasil, devendo aumentar a produção nos próximos anos (9). Em contrapartida, é necessário desenvolver estratégias alimentares com base em recursos disponíveis nos trópicos, sobretudo com aqueles que contribuirão com o meio através da prestação de serviços ambientais, em concordância com uma adequada utilização dos recursos disponíveis para promover a sustentabilidade econômica e ambiental do sistema de produção (10; 11).

IMPORTÂNCIA DA FIBRA PARA COELHOS

O coelho é um animal herbívoro não-ruminante de ceco ativo e praticante de cecotrofia, utiliza alimentos fibrosos com relativa eficiência e tem a capacidade de ajustar o consumo em função da concentração energética presente na dieta (12). Uma vez que a digestão dos coelhos é adaptada à alta ingestão de fibras, o seu baixo consumo pode resultar em distúrbios digestivos, como alterações na atividade fermentativa do ceco e trânsito lento que favorece a ocorrência de diarreias (13). Para que consiga um desempenho satisfatório dos animais, sem risco de diarreias, as dietas devem conter níveis em torno de 14 a 16% de fibra bruta (14).

Devido aos altos custos com alimentação, o sucesso econômico das granjas cunícolas depende de melhorias na conversão alimentar (CA) e na redução da mortalidade, sobretudo na fase de crescimento (15). Estes objetivos podem ser parcialmente alcançados por meio de estratégias nutricionais adequadas. Entre essas estratégias, o aumento do fornecimento de fibras de maneira equilibrada, entre fibra solúveis e insolúveis, pode ser importante para a manutenção dos altos valores de digestibilidade dos nutrientes e energia, além de prevenir a ocorrência de doenças digestivas, devido às mudanças favoráveis exercidas sobre o ambiente cecal, melhorando a atividade fermentativa da microbiota (16) e as funções de barreira do intestino (17).

CARCATERÍSTICAS DO CECO E MICROBIOTA CECAL

O ceco do coelho exhibe aspecto estrutural particular, incluindo um apêndice secretor e um padrão de motilidade diurna de enchimento e esvaziamento, associado à prática da cecotrofia. O ceco dos coelhos é bastante volumoso, medindo cerca de 40 cm e com capacidade aproximada de 600 ml. Sua mucosa é bem vascularizada e rica em células mucossecretoras e absorptivas (18). Quando comparado a outras espécies não ruminantes, o sistema digestivo dos coelhos é caracterizado pela presença de um ceco funcional e com grande importância na degradação da fibra. Este órgão contribui com até 40% do peso total do trato gastrointestinal e abriga uma abundante, diversa e ativa comunidade microbiana (19).

Essa comunidade microbiana apresenta funções digestivas que o hospedeiro é incapaz de realizar, como a digestão de carboidratos estruturais, a síntese de aminoácidos essenciais e de vitaminas do complexo B, permitindo a sobrevivência à base de rações de baixo valor nutricional como os alimentos fibrosos (20). No coelho, o ceco age como uma câmara de fermentação. A proliferação dos mais variados gêneros de microrganismos no ceco está relacionada com as condições que lhes são proporcionadas, tais como a presença dos substratos adequados, condições de pH cecal e equilíbrio na composição da ração. O desequilíbrio da microbiota intestinal representa de forma direta o desenvolvimento de distúrbios digestivos ou doenças em láparos, já que o ecossistema digestivo está envolvido em diversas funções fisiológicas, principalmente na regulação dos sistemas imune e digestivo (21).

MECANISMO DE CECOTROFIA

A cecotrofia como uma adaptação anatomofisiológica de natureza evolucionária, onde, a cada intervalo de tempo transcorrido do consumo de alimento, ocorre uma contração cecal, expelindo seu conteúdo através do cólon e reto, sendo consumido diretamente da região anal (22; 23). Trata-se de um sedimento fecal revestido de muco, macio. A chegada do pellet no ânus induz uma ação reflexa para que seja totalmente ingerido sem mastigação, diretamente do ânus (24).

As características digestivas dos coelhos permitem que a fibra seja incluída na dieta devido à dualidade da excreção fecal, em função da capacidade dos coelhos de produzir e reingerir parte do material fecal, oriundas da fermentação cecal, que permite que os coelhos aproveitem o conteúdo fibroso presente nos alimentos vegetais (25; 11), sendo a fermentação cecal uma característica de grande importância, visto que esta é responsável por 16 a 18% da digestão do animal, essencial para o suprimento adequado dos nutrientes (20).

DESENVOLVIMENTO DE MICROVILOSIDADES NO INTESTINO DELGADO

As fontes e os níveis de fibra dietética influenciam a morfologia da mucosa intestinal, alterando a altura das vilosidades, profundidade das criptas e o número de células caliciformes (26; 27; 28). A profundidade da cripta é um indicativo do nível da hiperplasia das células epiteliais, o que está relacionado, entre outros fatores, com a magnitude da zona de extrusão das vilosidades (29).

A relação desejável entre vilosidades e criptas intestinais ocorre quando as vilosidades se apresentam altas e as criptas rasas, pois quanto maior a relação altura de vilosidade/profundidade de cripta, melhor será a absorção de nutrientes e menores serão as perdas energéticas com a renovação celular (30; 31). A redução na área das microvilosidades resulta em menor desenvolvimento enzimático, menor transporte de nutrientes e predis põem os animais à condição de má absorção, desequilíbrio hídrico e infecções entéricas (32).

CONCLUSÕES

Verifica-se grande influência das fibras alimentares na microbiota cecal e desenvolvimento de microvilosidades intestinais dos coelhos, o que contribui de forma positiva na conversão alimentar destes animais. Arelado a isso, o fato de o Brasil ter boas

condições para a cunicultura faz com que a expectativa de expansão dessa atividade seja elevada, sendo possível realizá-la com menores custos e maior lucratividade.

REFERÊNCIAS

- 1- Simonato MT. Rendimento e qualidade da carcaça de coelhos submetidos a diferentes períodos de jejum pré-abate [Dissertação]. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2008.
- 2- Ferreira FNA. Desempenho produtivo, avaliação da cecotrofia, digestibilidade *in vitro* e *in vivo* de coelhos em crescimento alimentados com bagaço de cana-de-açúcar *in natura* ou autoclavado e vinhaça [Tese]. Belo Horizonte: Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais; 2018.
- 3- Machado LC, Ferreira WM, Opinião: Organização e Estratégias da Cunicultura Brasileira – A Busca por Soluções. Revista Brasileira de Cunicultura. 2014;6:1-31.
- 4- Machado LC, Ferreira WM, Scapinello C, Padilha MTS, Euler ACC, Klinger ACK. Manual de formulação de ração e suplementos para coelhos. 3. ed. Bambuí - Ed. do Autor; 2019.
- 5- Silva BP, Bassiga BA, Ferreira MFDS, Carniatto CHO, Feitosa LGA, Batista AEL, Tormem F, Correa VG. Consumo de Carne de Coelho: Aspectos Culturais e Sensoriais. Brazilian Journal of Development. 2020;6:93361-93371.
- 6- Sordi VF, Rosa CO, Martins VN, Reis JGM. Estratégia de diversificação em propriedades rurais: o caso da cunicultura. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais. 2016;18:325-333.
- 7- FERREIRA, F. N. A. Desempenho produtivo, avaliação da cecotrofia, digestibilidade *in vitro* e *in vivo* de coelhos em crescimento alimentados com bagaço de cana-de-açúcar *in natura* ou autoclavado e vinhaça [Tese]. Belo Horizonte: Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais; 2018.
- 8- Lebas F, Coudert P, Rochambeau H, Thebault RG. Criação, Saúde e Produção de Coelhos. ed. 21. FAO Produção Animal e Série Saúde;1997
- 9- Machado LC, Ferreira WM. Atualidades em nutrição de coelhos: 2006 a 2011. Revista Brasileira de Cunicultura. 2012;1:1-11.
- 10- Nieves D, Terán O, Cruz L, Mena M, Gutiérrez F, Ly J. Digestibilidad de nutrientes en follaje de árnica 2642 (*Tithonia diversifolia*) en conejos de engorde. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 2011;14:309-314.
- 11- Ferreira FNA, Ferreira WM, Mota KCN, Silva Neta CS, Lara LB, Santos EA. Avaliação nutricional do bagaço de cana-de-açúcar enriquecido com vinhaça em dietas para coelhos em crescimento. Revista Caatinga. 2015;28:226.

- 12- Condé SM, Nogueira MAR, Gama LTT, Fontes TB. Importância da Fibra na Alimentação de Coelhos. *Revista Eletrônica Nutritime*.2014;11:3309–3323.
- 13- Gómez-Conde MS, Roza AP, Badiola I, Pérez-Alba L, Blas C, Carabaño R, García J. Effect of neutral 2470 detergent soluble fibre on digestion, intestinal microbiota and performance in twenty five day 2471 old weaned rabbits. *Livestock Science*. 2009;125:192-198.
- 14- Ferreira CR, Silva RA, Viana EPT, Arruda Filho NT, Araújo KD. Alimentação Alternativa para Coelhos à Base de Rami (*Boehmeria nivea*) e Palma (*Opuntia ficus*). *Revista Verde*. 2009;4:61-69.
- 15- De Blas JC. Nutritional impact on health and performance in intensively reared rabbits. *Animal*. 2012;7:102-111.
- 16- Martínez-Vallespín B, Martínez-Paredes E, Ródenas L, Moya VJ, Cervera C, Pascual JJ, Blas E. Partial replacement of starch with acid detergent fibre and/or neutral detergent soluble fibre at two protein levels: Effects on ileal apparent digestibility and caecal environment of growing rabbits. *Livestock Science*. 2013;154:123-130.
- 17- Grueso I, De Blas JC, Cachaldora P, Mendez J, Losada B, Garcia-Rebollar P. Combined effects of supplementation of diets with hops and of a substitution of starch with soluble fiber on feed efficiency and prevention of digestive disorders in rabbits. *Animal Feed Science and Technology*. 2013;180:92-100.
- 18- FERREIRA, W. M.; SAAD, F. M. O. B.; PEREIRA, R. Q. N. Fundamentos da nutrição de coelhos [Internet]. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais; S/A [acesso em 15 Jul 2021]. Disponível em: <https://www.coelhoecia.com.br/Zootecnia/Fundamentos%20de%20Nutricao%20de%20Coelhos.pdf>
- 19- Monteils V, Cauquil L, Combes S, Godon JJ, Gidenne T. Potential core species and satellite species in the bacterial community within the rabbit Caecum. *Microbiology Ecology*. 2008;66:620-629.
- 20- Carabaño R, Piquer J, Menoyo D. The digestive system of the rabbit. 1-18. In: De Blas C, Wiseman J. *The Nutrition of the Rabbit*. 2.ed. Reino Unido: CABI Publishing, 2010.
- 21- Lui JF, Oliveira MC, Caires DR, Cancherini LC.; Desempenho, Rendimento de Carcaça e pH Cecal de Coelhos em Crescimento Alimentados com Dietas Contendo Níveis de Probiótico. *Ciência Animal Brasileira*. 2005;6:87-93.
- 22- Leonart FR. Tratado de cunicultura. Anatomía y fisiología del aparato digestivo. Barcelona: Real Escuela Oficial y Superior de Avicultura; 1980.

- 23- Lang J. The nutrition of the commercial rabbit. Part 1 - Physiology, digestibility, and nutrient requirements. *Nutrition Abstract Reviews*. 1981;51:1981.
- 24- De Blas C, Wiseman J. *Nutrition of the rabbit*. 2. ed. Oxfordshire: CABI Publishing, 2010.
- 25- Ferreira M, Melo RS, Machado LC, Ferreira WM, Geraldo A, Sousa LF, Maurício RM, Dutra RM. Avaliação da energia digestível e degradabilidade cecal in vitro das frações obtidas no processamento da rama da mandioca para coelhos [Internet]. *BambuÍ*; 2008 [acesso em 15 Jul 2021]. Disponível em: https://www.bambui.ifmg.edu.br/jornada_cientifica/str/artigos_aprovados/Ci%C3%A4ncias%20Agrarias/83-PT-10.pdf
- 26- Jin L, Reinolds LP, Redner DA, Caton JS, Crenshaw JD. Effects of dietary fiber on intestinal growth, cell proliferation and morphology in pigs. *Journal of Animal Science*. 1994;72:2270-2278.
- 27- Klasing KC. Nutricional modulation of resistance to infectious disease. *Poultry Science*. 1998;77:1119-1125.
- 28- Yu B, Chiou WS. The morphological changes of intestinal mucosa in growing rabbits. *Laboratory Animals*. 1997;31:254-263.
- 29- Hancock JD, Peo Júnior ER, Lewis AJ, Moxley RA. Effects of ethanol extraction and heat treatment of soybean flakes on morphology of pig intestine. *Journal of Animal Science*. 1990;68:3244-3251.
- 30- Li DF. Interrelationship between hypersensitivity to soybean proteins and growth performance in early-weaned pigs. *Journal of Animal Science*. 1991;69:4062-4069.
- 31- Nabuus MJA. Microbiological, structural and function changes of the small intestine of pigs at weaning. *Pigs News and Information*. 1995;16:93-97.
- 32- Cera KR. Effect of age, weaning and postweaning diet on small intestinal growth and morphology in young swine. *Journal of Animal Science*. 1988;66:574-584.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-58>

Capítulo 58

INCLUSÃO DE LEVEDURAS E SEUS COMPONENTES EM DIETAS DE ANIMAIS NÃO-RUMINANTES

Gislaine Cristina Bill Kaelle¹; Camilla Mariane Menezes Souza¹; Taís Silvino Bastos¹; Ananda Portella Félix²

¹Doutorandas em Zootecnia – UFPR; E-mail: gislainekaelle@gmail.com, ²Docente do Departamento de Zootecnia – UFPR. E-mail: apfelix@ufpr.br

RESUMO: Devido ao seu perfil nutricional, as leveduras passaram a ganhar atenção não somente na nutrição humana como também animal. A levedura apresenta teores de proteína bruta considerados elevados, com excelente balanço de aminoácidos essenciais, sendo considerada uma ótima fonte proteica de origem microbiana. Além disso, as leveduras podem ser classificadas também como um alimento funcional, pois são ricas em vitaminas do complexo B, nucleotídeos, enzimas, ácidos graxos de cadeia curta e minerais quelatados. Entretanto, sua estrutura é composta por uma parede celular rica em mananoligossacarídeos o que pode reduzir o aproveitamento dos nutrientes da dieta. Contudo, pode apresentar efeitos benéficos quando incluído, como a redução da colonização de bactérias patogênicas no intestino do animal. Ganhando assim a atenção de pesquisadores de diferentes espécies, como aves, suínos e até mesmo na área de animais de companhia. Dessa forma, o objetivo dessa revisão é fazer um levantamento dos principais benefícios da inclusão de levedura na nutrição animal.

Palavras-chave: Ácido glutâmico; Fonte proteica; Mananoligossacarídeos; Nucleotídeos; Parede celular

INTRODUÇÃO

As leveduras são organismos pertencentes ao grupo dos fungos, as quais se apresentam predominantemente sob a forma unicelular, diferenciando-se dos fungos verdadeiros (ou mofos) que são organismos geralmente multicelulares (1). A biomassa da levedura é produzida a partir da fermentação alcoólica de três segmentos industriais: o sucroalcooleiro, como subproduto da produção de etanol, o cervejeiro e o da panificação, contudo, apenas o primeiro produz levedura em grande escala no Brasil (2).

Segundo (3) animais têm consumido produtos contendo leveduras por pelo menos 100 anos. Além disso, com a necessidade de limitar o uso de antibióticos, cresceu o interesse em incluir leveduras e seus componentes celulares na nutrição animal. Essa inclusão pode se dar de forma in natura principalmente para alimentação de ruminantes e na forma seca para animais monogástricos (4).

Sob o ponto de vista industrial, as leveduras são muito interessantes, pelo fato dessa matéria-prima ser composta de uma variedade de componentes úteis e, por esse motivo, amplamente explorada. O aproveitamento da biomassa da levedura pode ser feito integralmente (ativa e inativa), ou apenas alguns dos seus componentes: produtos derivados da parede celular e também do conteúdo celular (5).

Tendo em vista que a levedura apresenta um perfil nutricional interessante para ser incluída em dietas de diferentes espécies animais, o objetivo deste artigo é fazer um levantamento dos principais estudos envolvendo leveduras na alimentação de não-ruminantes, destacando sua funcionalidade, seus efeitos e benefícios.

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DAS LEVEDURAS E BENEFÍCIOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL

A levedura é um subproduto produzido por diferentes processamentos e em diferentes seguimentos, portanto, a sua composição é bastante variável devido a esses fatores. De acordo com alguns autores, a levedura apresenta teores de proteína bruta variando de 37 a 45% (6), com excelente balanço de aminoácidos essenciais, sendo rica em lisina total, podendo complementar a proteína de cereais (7). Dessa forma, alguns estudos avaliaram a utilização da levedura como fonte proteica na dieta de diferentes espécies de animais como suínos, frangos de corte e cães (9, 10, 11, 12 e 13).

Contudo, as leveduras podem ser classificadas também como um alimento funcional por trazer benefícios adicionais aos da nutrição básica, pois são ricas em vitaminas do complexo B, nucleotídeos, enzimas, ácidos graxos de cadeia curta e minerais quelatados. Destacam-se pelo alto teor de lisina, riqueza em leucina e valina, teores adequados de triptofano e treonina (14 e 15), porém limitada quanto a aminoácidos sulfurados, metionina e a cisteína, sendo os fatores limitantes (15). Além disto, sua estrutura é composta por uma parede celular rica em mananoligossacarídeos (MOS). O MOS, quando adicionado a dietas, reduz a colonização de bactérias patogênicas no intestino do animal, impedindo sua fixação na mucosa intestinal, evitando que estes se liguem aos sítios nos enterócitos, movendo-se com o bolo fecal sem colonizar o trato intestinal (16). Os componentes da parede celular das leveduras, principalmente os glucanos, estimulam o sistema imune natural e a produção de macrófagos que, através do processo de fagocitose, destroem os microrganismos patogênicos (5).

Em adição, podem melhorar a palatabilidade dos alimentos, devido ao ácido glutâmico presente nas leveduras que caracteriza o sabor *umami* (17).

FRANGOS DE CORTE

Dentre os benefícios da inclusão da levedura em dietas para frangos de corte estão a melhoria no desempenho, melhora da resposta imune, o aumento da altura das vilosidades intestinais com conseqüente aumento da absorção dos nutrientes e prevenir os efeitos negativos sobre a estrutura do intestino, evitando assim, quedas de desempenho (18 e 19). (20) afirmam que a utilização de MOS da parede celular da levedura em combinação com promotores de crescimento proporcionam uma melhor conversão alimentar de frangos de corte. No entanto, a grande quantidade de polissacarídeos não amiláceos presentes na

parede celular da levedura, pode reduzir a digestibilidade dos nutrientes das dietas e, conseqüentemente, o aproveitamento da energia da mesma (21). Esses efeitos negativos podem ser minimizados com a inclusão de enzimas exógenas (22), melhorando o desempenho zootécnico de frangos de corte.

(23) afirmam que a levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) pode ser utilizada nas dietas, em níveis de até 5%, sem prejudicar o desempenho zootécnico de frangos de corte aos 21 dias. E o uso desta, em até 20% de substituição ao farelo de soja em rações para frangos de corte, não prejudica o desempenho zootécnico nas diferentes fases de criação e, não altera as características de carcaça (24).

(25) trabalharam com uma dieta basal e duas dietas fornecendo extrato de levedura de cepa específica, no período de 1 a 7 dias, para um grupo de animais e nos períodos de 1 a 7 dias e de 38 a 42 dias, para o outro grupo. Estes autores verificaram que a utilização do extrato de levedura de cepa específica em aves nas fases de 1 a 7 dias promoveu maior consumo de ração até os 14 dias de idade. Um dos motivos levantados pelos autores foi o incremento na palatabilidade, devido à existência de glutamato e de ácidos nucléicos. Um maior ganho de peso foi observado nas dietas contendo o extrato de levedura de cepa específica e maior peso final no grupo de animais que receberam o produto no início e ao final do ciclo de vida. Tais fatores podem ser atribuídos à ação de nucleotídeos no favorecimento da saúde intestinal e à melhora na relação vilosidade:cripta, acarretando aumento na capacidade de digestão e absorção de nutrientes.

SUÍNOS

A utilização de leveduras na nutrição de suínos tem se intensificado nos últimos anos, isso se deve ao fato da proibição de utilização de antibióticos que atuam como promotores de crescimento, o que por sua vez aumenta a inclusão de leveduras nas dietas, pois estas possuem capacidade de controlar a microbiota patogênica, contribuindo para um bom desempenho animal (3 e 26).

A inclusão de levedura seca em quatro diferentes níveis (0, 5, 10 e 15%), foi objeto de estudos de (27). Os autores citam que a utilização pode ser utilizada a níveis de 15% para suínos da fase inicial, justificando que os animais que receberam a ração contendo 15% de levedura desidratada apresentaram, numericamente, melhor ganho de peso e, quando receberam 5%, melhor conversão alimentar.

(28) ao avaliarem os efeitos da inclusão da levedura na resposta imune, crescimento e desempenho de leitões no pós-desmame, observaram que, os animais alimentados com a dieta experimental (5g de levedura/kg do animal) apresentaram escore de diarreia mais baixo, a adição da levedura aumentou significativamente os níveis de IgA no soro dos leitões além de contribuir significativamente para o crescimento e desempenho dos leitões.

CÃES E GATOS

Em alimentos completos para cães e gatos, as leveduras têm sido utilizadas por diferentes razões, incluindo maior palatabilidade, fonte de nutrientes, melhoria da textura ou digestibilidade da dieta (29). (13) encontrou coeficiente de digestibilidade aparente para

a proteína bruta de 86,18% na levedura de cervejaria autolisada e 81,45% na inclusão de levedura de cana de açúcar autolisada.

(30) realizaram ensaio de palatabilidade, avaliando uma dieta controle versus 2% de inclusão de extrato de levedura em rações extrusadas para cães. Os resultados demonstraram haver preferência pela dieta contendo o extrato de levedura de cepa específica, em uma proporção de 67%:33%. Os autores argumentam que tal preferência pode ser atribuída à presença de ácido glutâmico no extrato de levedura de cepa específica que sensibiliza os receptores umami e torna a dieta mais palatável.

A avaliação da qualidade fecal demonstrou que a inclusão de 30% de extrato de levedura na dieta tornou as fezes enegrecidas e com pior escore fecal que a ração referência, indicando a necessidade de se caracterizar um limite de inclusão (30).

CONCLUSÕES

As leveduras, sejam elas provenientes do processamento da cana de açúcar ou da indústria cervejeira, apresentam um perfil nutricional interessante para sua inclusão na formulação de dietas para animais não-ruminantes. Sua parede celular apresenta características interessantes que beneficiam o ambiente intestinal, reduzindo a colonização de bactérias com potencial patogênico. Por sua vez, o conteúdo celular, tem propriedades nutricionais que permitem sua utilização como fonte proteica, além de ser altamente palatável.

REFERÊNCIAS

1. Santin AP. Estudo da secagem e da inativação de leveduras *Saccharomyces cerevisiae* [dissertação]. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina; 1996.
2. Baker V, Gonçalves D. Aspectos biotecnológicos de um polissacarídeo de *Saccharomyces cerevisiae* (manana) na medicina veterinária. *Revista Eletrônica da Faculdade Evangélica do Paraná*. 2012; 2:51-62.
3. Shurson GC. Yeast and yeast derivatives in feed additives and ingredients: Sources, characteristics, animal responses, and quantification methods. *Animal Feed Science and Technology*. 2018. 235:60-76.
4. Scapinello C, Faria HGF, Furlan, AC, Martins EN, Moreira I. Desempenho de Coelhos em Crescimento Alimentados com Diferentes Níveis de Levedura de Recuperação (*Saccharomyces* sp.), Seca por Rolo Rotativo ou por Spray-Dry. *Revista brasileira de zootecnia*. 1999; 28:334-342.
5. Costa LF. Leveduras na nutrição animal. *Revista Eletrônica Nutritime*. 2004; 1:01-06.
6. Lazzari R. Alimentação do jundiá (*Rhamdia quelen*, Heptateridae) com ingredientes proteicos. *Archivos de Zootecnia*. 2007; 56:115-123.

7. Caballero-Córdoba GM, Pacheco MT; Sgarbieri VC. Composição química da biomassa de levedura integral (*Saccharomyces* sp.) e determinação do valor nutritivo da proteína em células íntegras ou rompidas mecanicamente. *Food Science Technology*. 1997.
8. Rostagno HS. Tabelas brasileiras para aves e suínos (composição de alimentos e exigências nutricionais). Viçosa, MG: UFV, 2011. 186p.
9. Moreira I. Uso da levedura seca por “spray-dry” como fonte de proteína para suínos em crescimento e terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2002;31:962- 969.
10. Castilho W. Efeito da substituição do farelo de soja pela levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) desidratada como fonte de proteína em dietas para leitões desmamados sobre peso de órgão digestivos e atividade das enzimas pancreáticas. *Arch. Latin. Produc. Anim*. 2004; 12:12-20.
11. Boonnop K. Enriching nutritive value of cassava root by yeast fermentation. *Sci. Agric.*, Piracicaba. 2009; 66:629-633.
12. Martins MS, Sakomura, NK, Souza DF, Filho FOR, Gomes MOS, Vasconcellos, RS; Carciofi AC. Brewer’s yeast and sugarcane yeast as protein sources for dogs. *Journal of Animal Physiology Animal Nutrition*. 2014;98:948-957.
13. Sgarbieri VC, Alvim ID, Vilela ES, Baldini VLS, Bragagnolo, N. Produção piloto de derivados de levedura para uso como ingrediente na formulação de alimentos. *Brazilian Journal of Food Techonology*. 1999; 21:119-125.
14. Furuya WM. Níveis de levedura desidratada spray dried na dieta de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Ciênc. Rur*. 2000; 30:699-704.
15. Fernandes JIM. Suplementação dietética de levedura de cerveja e de minerais orgânicos sobre o desempenho e resposta imune em frangos de corte desafiados com a vacina de coccidiose. *Ciência Rural*. 2013; 43:1496-1502.
16. Flemming JS. Utilização de leveduras, probióticos e mananoligossacarídeos (MOS) na alimentação de frangos de corte [doutorado]. Paraná: Universidade Federal do Paraná, Paraná; 2005.
17. Pelícia VC, Zavarize KC, Ducatti C, Stradiotti AC, Pezzato AC, Araujo PC, Mituo MAO, Madeira LA, Sartori JR. Nucleotídeos na dieta de frangos de corte e seus efeitos sobre taxa de turnover da mucosa intestinal antes e após lesões causadas por coccidiose. *Ciência Rural*. 2011; 41:1652-1659.
18. Souza RB, Costa FGP, Lima MR, Pinheiro SG. Utilização de Leveduras de Cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) nas Rações de Aves. *Revista eletrônica*. 2011; 8:1632-1646.

19. Bezerra AS, Manno MC, Mendonça, RCA, Silva CAS, Lima KRS. Fração ativa da parede celular de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) na alimentação de frangos de corte. In: X SEMINÁRIO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2012, Belém, PA. Anais... Belém, PA: UFRA.
20. Perdomo MC, Vargas RE, Campos JG. Valor nutritivo de la levadura de cervceria (*Saccharomyces cerevisiae*) y de sus derivados, extracto y pared celular, en la alimentacion aviar. Archivos Latino americano Production Animale. 2004; 12:85-89.
21. Romero LF, Parssons CM, Utterback PW, Plumstead V. Comparative effects of dietary carbohydrases without or with protease on the ileal digestibility of energy and amino acids and AMEn in young broilers. Animal Feed Science and Technology. 2013; 181:35-44.
22. Santos ACF; Dutra WM, Rabello, CBV, Lopes CC, Silva EVR, Soares ESR, Ferreira DNM. Levedura de cana-de-açúcar para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. In: XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2013 – UFRPE: Recife, 09 a 13 de dezembro.
23. Freitas ER, Lima RC, Silva RB, Sucupira FS, Bezerra RM. Substituição do farelo de soja por levedura de cana-de-açúcar em rações para frangos de corte Revista Ciência Agronômica. 2013; 44:174-183.
24. Rutz F, Ancuti MA, Rech JL, Gonçalves FM, Delgado AD, Rosa ER, Zauk N, Ribeiro CLG, Silva RR, Dallmann PR. Desempenho e características de carcaças de frangos de corte recebendo extrato de leveduras na dieta. Ciência Animal Brasileira. 2006;7:349-355.
25. González-Ortiz G, Callegari MA, Wilcock P, Melo-Duran D, Bedford MR, Oliveira HRV, Silva CA. Dietary xylanase and live yeast supplementation influence intestinal bacterial populations and growth performance of piglets fed a sorghum-based diet. Animal Nutrition. 2020.
26. Araújo WAA, Brustolini PC, Ferreira AS, Silva, FCO, Abreu MLT, Lanna EA. Comportamento de leitões em função da idade de desmame. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal. 2011; 3:758-769.
27. Trckova M, Faldyna M, Alexa Z, Sramkova-Zajacova E, Gopfert D, Kumprechtova E, Auclair DI. The effects of live yeast *Saccharomyces cerevisiae* on post-weaning diarrhea, immune response and growth performance in weaned piglets. Journal of Animal Science. 2013; 92:767-74.
28. Swanson KS, FAHEY JÚNIOR GC. Potential role of yeasts and yeast byproducts in pet food. In: LAUE, D.; TUCKER, L. A. Recent Advances in pet nutrition. Nottingham: Nottingham University. 2006. 19-36.

29. Teshima E, Rivera NLM, Kawauchi IM, Gomes MOS, Brunetto MA, Carciofi AC. Extrato de levedura na alimentação de cães: digestibilidade e palatabilidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal. 3 p.

doi <https://doi.org/10.53934/9786599539633-59>

Capítulo 59

MACRO E MICROMINERAIS EM GADO DE CORTE E LEITE, SUÍNOS E AVES DE CORTE E POSTURA

James Matheus Ossacz Laconski¹; Paulo Henrique da Silva Nogueira²

¹Eng. Agrônomo, Mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO), Guarapuava, PR, Brasil. e-mail: james-matheus@hotmail.com.

²Eng. Agrônomo, Faculdades do Centro do Paraná (UCP), Pitanga, PR, Brasil. e-mail: phnogueira53@gmail.com.

RESUMO: Dentre as substâncias que os animais necessitam para um bom funcionamento do organismo, têm-se os minerais, que estão envolvidos com funções importantes e podem ser divididos em macro e micronutrientes. O presente trabalho tem como objetivo evidenciar as principais funções de cada macro e micromineral no organismo de bovinos de corte e leite, suínos e aves de corte e postura, bem como apresentar o que as deficiências desses minerais podem causar nesses animais. Trata-se de uma revisão de literatura, cuja busca de informações foi realizada a partir da consulta de artigos científicos, indexados nas bases *Scielo*, *Web of Science*, *Scopus* e Periódicos Capes. E de acordo com a pertinência à temática foram definidos para serem abordados na revisão. Os minerais não podem ser sintetizados pelo organismo, o que ressalta a necessidade da presença dessas substâncias na dieta. Quando a dieta do animal não apresenta em sua composição os teores necessários de cada mineral, as funções desempenhadas por eles podem começar a não serem realizadas seguindo a normalidade. Essas deficiências nutricionais podem comprometer a saúde e o desempenho produtivo e reprodutivo do animal. O presente trabalho demonstra que alguns minerais podem ter funções específicas ou há aqueles que em conjunto desempenham determinada ação no organismo. Conhecer as funções e os efeitos de suas carências é essencial para auxiliar no diagnóstico e rapidamente entrar com ações que reduzam os impactos dessa deficiência.

Palavras-chave: Deficiência, funções, minerais

INTRODUÇÃO

Os animais necessitam de muitas substâncias para um bom funcionamento de seu organismo e para a normalização de seus processos metabólicos. Dentre essas substâncias tem-se os minerais, que estão envolvidos com funções importantes no organismo de cada animal (1).

Segundo Mendonça et al. (1) (2011) os minerais podem ser classificados de três formas: conforme a localização nos tecidos de órgãos específicos; em relação a concentração desses elementos no organismo e levando em consideração as funções vitais que desempenham.

Em relação a concentração desses elementos no organismo, podem ser divididos em Macrominerais, como é o caso do Cálcio (Ca), Fósforo (P), Magnésio (Mg), Potássio (K), Sódio (Na), Cloro (Cl) e Enxofre (S) que são exigidos em maiores quantidades e Microminerais: Ferro (Fe), Manganês (Mn), Cobre (Cu), Iodo (I), Cobalto (Co), Zinco (Zn), Selênio (Se), e Molibdênio (Mo), que recebem essa classificação porque são necessários em menores quantidades pelos animais (1,2).

Segundo Mendonça et al. (1) (2011) esses minerais possuem funções que não são exclusivas, portanto, um conjunto de minerais pode exercer uma única função específica, como também um único mineral pode auxiliar em mais de um processo metabólico. Os autores dividem essas funções em: estrutural, que é característica de minerais que compõe estruturas dos órgãos e tecidos do corpo; fisiológica, quando estão envolvidos com fluidos e tecidos como eletrólitos, com a manutenção da pressão osmótica, com a irritabilidade dos tecidos e no balanço ácido-básico; catalítica, quando agem como catalisadores nos sistemas enzimáticos e hormonais e reguladora, no momento em que regulam a replicação e diferenciação celular.

Esses minerais são exigidos em certas quantidades para cada tipo de animal, é importante ressaltar que eles não são sintetizados pelo organismo, portanto, retiram essa necessidade de sua alimentação (3). Quando a dieta do animal não apresenta em sua composição os teores necessários de cada mineral, as funções desempenhadas por eles podem começar a não serem realizadas seguindo a normalidade. Essas deficiências nutricionais podem comprometer a saúde e o desempenho produtivo e reprodutivo do animal.

O presente trabalho tem como objetivo evidenciar as funções de cada macro e micromineral no organismo de bovinos de corte e leite, suínos e aves de corte e postura, além de apresentar o que as deficiências desses minerais podem causar nesses animais.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo é uma revisão de literatura, realizada durante os meses de março a maio de 2021. A busca de informações foi realizada a partir da consulta de artigos científicos, indexados nas bases *Scielo*, *Web of Science*, *Scopus* e Periódicos Capes.

Os descritores utilizados foram: “macronutrientes”, “micronutrientes”, “nutrição animal”, “gado de corte”, “gado de leite”, “suinocultura”, “aves”, “postura”, “corte”, “deficiência nutricional” e “funcionalidade”. A busca foi fixada apenas por literatura publicada nos últimos anos.

Os trabalhos adquiridos foram analisados, e de acordo com a pertinência à temática foram definidos para serem abordados na revisão. Para serem considerados os artigos deveriam se relacionar a funcionalidades e deficiência dos macro e micronutrientes essenciais aos animais e terem sido publicados preferencialmente em periódicos de alto fator de impacto ou qualis mais elevados.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A alimentação de um animal deve ser balanceada, de modo a suprir as necessidades de proteínas, carboidratos, lipídeos, minerais e vitaminas. Como foi dito, os minerais não podem ser sintetizados pelo organismo, o que ressalta a necessidade da presença dessas substâncias na dieta.

A ausência desses minerais pode causar deficiências que segundo González et al. (4) (2000) possuem graus, que podem variar desde estados carenciais leves, que podem evidenciar pequenos sintomas; situações subclínicas que afetam principalmente a produtividade e a fertilidade e estados graves com sintomatologia específica que podem acarretar a morte do animal. A seguir serão tratados a funcionalidade desses nutrientes e o efeito de sua deficiência em gado de corte e leite, suínos e aves de postura e corte.

GADO DE CORTE

O gado de corte precisa absorver os minerais necessários através das plantas forrageiras e concentrados. Na tabela 01 estão representados os macrominerais essenciais para o gado de corte, juntamente com suas funções exercidas, e o que a falta desses minerais podem causar.

Tabela 3 - Funções e deficiências dos macronutrientes em gado de corte e de leite.

ELEMENTO	FUNÇÕES	Deficiência
Cálcio (Ca)	Mineralização óssea, regulação metabólica, coagulação sanguínea, contração muscular, transmissão de impulsos nervosos (4). Em gado de leite relaciona-se com a produção adequada de leite (8).	Pode causar enfraquecimento e amolecimento dos ossos (Raquitismo e Osteomalácia) (1). Além disso, em animais leiteiros causa abortos, hipocalcemia, natimortos e baixa produção de leite (1).
Fósforo (P)	Mineralização óssea, componente de DNA e RNA, parte de compostos de alta energia (ATP), regulação de enzimas alostéricas, componente dos fosfolipídeos e normalização da digestão. Ademais em gado de leite envolve-se com a fertilidade dos animais (4).	Diminuição perigosa dos teores de fosfato no sangue (Hipofosfatemia) (4) e perdas metabólicas, uma vez que as reservas ósseas são mobilizadas (5). Pode causar infertilidade, abortos, natimortos e baixa produção de leite em animais leiteiros (1).
Potássio (K)	Regulação da pressão osmótica, transmissão de impulsos nervosos, regulação do equilíbrio ácido-básico, contração muscular, controle do equilíbrio hídrico (4).	Sintomas não específicos podem ser observados em animais deficientes: lento desenvolvimento, redução do consumo e conversão alimentar, fraqueza muscular, distúrbios nervosos, rigidez, perda de flexibilidade do couro, definhamento, acidose intracelular e degeneração de órgãos vitais (1). A deficiência de potássio só ocorre em bezerros pré-ruminantes que tivessem apresentado diarreia, a

		qual provoca balanço negativo deste mineral (7).
Enxofre (S)	Componente de aminoácidos sulfurados, componente de biotina e tiamina, componente de mucopolissacarídeos, reações de desintoxicação (4) de algumas vitaminas e de importantes hormônios (5). Possui também efeito indireto na reprodução animal (1) e auxilia em uma boa produção de leite (5).	Redução na ingestão de alimentos, menor digestibilidade e ganhos menores (5). Com sua ausência não há proteção dos tecidos, aos excessos de cobre, cádmio, zinco e outros (4). Pode também comprometer a saúde e o metabolismo animal, que afeta o desempenho reprodutivo (1). Além disso afeta a produção de leite (5).
Sódio (Na)	Regulação da pressão osmótica, condução nervosa, transporte ativo de nutrientes, regulação do equilíbrio ácido-básico, contração muscular, controle do equilíbrio hídrico (4). Também relaciona-se com a produção de leite (5).	Consumo de material estranho (alotrofagia), pelo áspero e seco, baixa produtividade, exaustão, atraso no crescimento em animais jovens, perda de apetite, perda de peso, incoordenação motora, irritação, fraqueza, arritmia cardíaca, avidez por sal e pode levar o animal a morte (4,5). Pode também, em gado de leite, diminuir a produção de leite (5).
Cloro (Cl)	Regulação da pressão osmótica, do equilíbrio ácido-básico, controle do equilíbrio hídrico, formação de HCL no suco gástrico (4). E compõe 0,11% do leite (5).	Pode vir a causar hipocloremia sub-clínica e alcalose hipoclorêmica metabólica (5). Sua deficiência gera uma redução no teor de cloro no leite (5).
Magnésio (Mg)	Cofator de mais de 300 enzimas, componente dos ossos, atividade neuro-muscular (4) e estar presente no metabolismo realizado nas mitocôndrias (5).	Causam contrações musculares tônicas intermitentes (tetania), diminuição do desempenho do animal (1). Em bezerros experimentalmente causou anorexia, hiperemia, hiperestesia e calcificação do tecido mole. O bezerro torna-se susceptível a convulsões e a morte pode ocorrer durante elas (5).

Fonte: (1), (4), (5) (7) e (8).

Requeridos em menores quantidades (ppm), os microminerais são tão importantes quanto os macrominerais. A Tabela 02 tem por objetivo mostrar quais são as funções dos microminerais no organismo de gados de corte e leite, juntamente com o que sua deficiência pode causar.

Tabela 4 – Funções e deficiências de microminerais para gado de corte e leite.

ELEMENTO	Funções	Deficiência
Ferro (Fe)	Transporte e armazenamento de oxigênio (hemoglobina, mioglobina), transporte de elétrons, componente de enzimas (catalase, triptofano 5-monoxigenase, fenilalanina 4-monoxigenase, aconitase) (4).	Pode causar anemia e em bezerros pode afetar a conversão alimentar e o crescimento (5).
Zinco (Zn)	Componente de mais de 70 enzimas (álcool desidrogenase, DNA polimerase, RNA polimerase, anidrase carbônica, carboxipeptidase, piruvato desidrogenase), expressão gênica, estabilidade das membranas (4). Além disso, é essencial em células, especificamente nas gonodais (4).	Baixo crescimento, cicatrização retardada, infertilidade, diminuição da ação do sistema imunológico, engrossamento e rachaduras na pele, falha de crescimento de cascos e chifres, com lesões, deformações, laminite e claudicações, diminuição da síntese de proteínas plasmáticas causando hipoalbuminemia e hipoglobulinemia e inflamação das articulações (4). Em gado de leite pode causar aumento na percentagem de zinco dietético absorvido, maior rapidez no seu metabolismo, e uma redução de 23 % no conteúdo de zinco no leite (5). Além disso, funções reprodutivas, como espermatogênese e desenvolvimento de órgãos sexuais em machos, e todas as fases do processo reprodutivo na fêmea, do estro à gestação, são seriamente alteradas pela deficiência deste mineral (4).
Cobre (Cu)	Componente de muitas enzimas (lisil oxidase, tirosinase, citocromo oxidase, superóxido dismutase). Ainda faz parte da hematopoiese por favorecer a absorção intestinal de ferro, bem como a sua mobilização, a pigmentação de pelos se dá por sua presença, participa da mineralização dos ossos, integra o sistema nervoso	Transtornos no metabolismo oxidativo, perda de condição corporal, crescimento retardado, mal absorção intestinal, depressão do metabolismo dos osteoblastos com crescimento defeituoso dos ossos, claudicações, osteoporose, aspereza, perda de pigmentação da pele, degeneração do

	central e faz a manutenção da estrutura do miocárdio (4). Além disso desempenha a função de compor o colostro (5).	miocárdio e em casos extremos a morte (4). Em animais leiteiros gera redução na produção de leite, suspensão ou retardamento do estro, dificuldade no parto e retenção de placenta. Além disso esse mineral tem sido indicado como influenciador no sabor do leite (5).
Iodo (I)	Compõe hormônios tireoidianos, que regulam o nível do metabolismo energético do corpo (4,5).	Diminuição da atividade tireoidiana e bócio (4). Pode provocar diminuição na produção de leite, redução ou supressão do estro, aumento da incidência de retenção da placenta e nascimento de bezerros cegos, sem pelos, fracos ou mortos (6).
Manganês (Mn)	Componente de enzimas (piruvato carboxilase, arginase, superóxido dismutase mitocondrial), ativador enzimático (glicosil transferases) e é essencial no desenvolvimento da matriz orgânica dos ossos, composta basicamente por mucopolissacarídeos (4). Ademais é essencial para a adequada atividade reprodutiva em função deste mineral atuar como cofator em sistemas enzimáticos, como constituinte de várias metaloenzimas e na síntese de hormônios da reprodução (1).	Diminuição do sulfato de condroitina da cartilagem epifisiária, que pode causar anormalidades ósseas, e distúrbios ou paralisação reprodutiva (4,5). Pode causar também a degeneração reprodutiva em ambos os sexos e anormalidade de recém-nascido (6). Além de cio silencioso; estro irregular; infertilidade e abortos (1).
Cobalto (Co)	Componente da vitamina B12 (4).	Anemia, hipoglicemia, perda de apetite, pele e pelagem ásperas, emaciação, letargia e cetose. Em bezerros a deficiência pode enfraquecer e levar a morte em poucos dias. De modo geral a deficiência gera uma série de sinais que podem ser integrados ao conceito de “marasmo enzoótico” (4). Bem como, redução na produção de leite (5) e baixa taxa de concepção (1).
Molibdênio (Mo)	Componente de enzimas, como xantina oxidase (presente no leite),	Segundo Teixeira (5) (1997) o mineral é indispensável para a

	sulfito oxidase e aldeído oxidase (4).	saúde animal, e em condições práticas, não se tem registros de deficiências.
Selênio (Se)	Componente de enzimas (flutation peroxidase, iodotironina deiodase tipo I) e tem função protetora antioxidante das membranas plasmáticas contra a ação tóxica dos peróxidos lipídicos (4). Desempenha também ações na funcionalidade da reprodução (6).	Causa acúmulo de peróxidos nas membranas celulares causando necrose, com posterior fibrose e calcificação, principalmente nos músculos esqueléticos e cardíaco. Pode haver a morte súbita do animal devido as lesões no músculo cardíaco, além da diminuição do crescimento, diarreia e degeneração muscular com claudicação e decúbito (4). Em animais leiteiros causa desordens reprodutivas como, manifestação de cios silenciosos, fracos e irregulares, baixa taxa de concepção e maior incidência de cistos ovarianos e de retenção de placenta. Nos machos, é comum observar reduzida motilidade espermática, o que pode estar relacionado ao alto conteúdo de ácidos graxos poli-insaturados na membrana celular dos espermatozoides (1). Além disso pode causar retenção de placenta (6).
	Indispensável para a ossificação e para a formação do esmalte dentário (6).	Causa ingestão excessiva, que traz menor consumo de alimentos, rigidez dos membros e ossos aumentados. Em casos mais graves o animal morre (7). Segundo Dantas e Negrão (6) (2010) a carência desse mineral pode provocar o aparecimento de cáries.

Fonte: (4), (5), (6) e (7).

SUÍNOS

Os minerais essenciais para os suínos também são divididos em Macro e Microminerais, levando em conta a quantidade em que são exigidos. Para os suínos os macrominerais são o Ca, P, K, Mg, S, Na e Cl. A tabela 05 trará as informações relativas a

esses minerais, em relação a sua função e o que sua carência pode causar para esses animais.

Tabela 5 - Funções e deficiências de macrominerais para suínos.

ELEMENTO	Funções	Deficiência
Cálcio (Ca)	Formação e manutenção dos ossos, desenvolvimento e manutenção dos dentes, coagulação normal do sangue, contração muscular, regulação da permeabilidade das membranas celulares, regulação dos batimentos cardíacos e manutenção do tônus e excitabilidade muscular, transmissão dos impulsos nervosos, ativador e estabilizador de enzimas, secreção de hormônios, manutenção da integridade das membranas e etc (9–11)	Causa doenças carenciais. Em suínos adultos, a carência manifesta-se por uma desmineralização óssea excessiva (osteomálacia) ou redução da densidade óssea (osteoporose) (10).
Fósforo (P)	Possui função estrutural, compoendo os ossos e tecidos moles, está envolvido em quase todas as vias metabólicas, garante a absorção intestinal dos carboidratos, ativa enzimas e faz parte do RNA e DNA (9)	Raquitismo, crescimento retardado, apetite depravado e podem mastigar madeira e outros objetos estranhos, redução na eficiência alimentar, distúrbios reprodutivos em animais adultos (10).
Potássio (K)	Atua no balanço da pressão osmótica, no equilíbrio ácido-básico, no balanço hídrico-corporal, regula os batimentos cardíacos, promove o armazenamento do glicogênio no fígado e participa de vários sistemas enzimáticos (9).	Distúrbios de crescimento, distúrbios de ovulação, oligospermia e esterilidade, pode originar alcalose e os animais, quando sujeitos a uma dieta deficiente de potássio, podem morrer (9).
Enxofre (S)	Compõe vitaminas do complexo B, localiza-se nos tendões, nas paredes dos vasos sanguíneos, nos ossos e pelos e está presente no miocárdio com a taurina e o taurocólico (9).	Perda de apetite e peso, lacrimejamento, fraqueza e influencia o colágeno (9).
Sódio (Na)	Promover o equilíbrio ácido-básico e regular a pressão somótica, está envolvido no metabolismo da água, na absorção de nutrientes, na transmissão dos impulsos nervosos e é responsável pela maturação dos folículos de Graff (9)	Menor consumo de alimentos, crescimento lento, diminuição na produção, lambem madeira, o suor de outros animais, o solo, e bebem urina (9).
Cloro (Cl)	Compõe fluidos extracelulares, como plasma e o líquido cerebrospinal, é ativador de vários sistemas	Constipação, letargia, emaciação e redução no consumo de alimento (9).

	enzimáticos, controle homeostático dos níveis de sódio e potássio, mantém o balanço eletro-líquido do corpo animal, participa do suco pancreático, biles e secreções intestinais, e é constituinte do suco gástrico (9).	
Magnésio (Mg)	Está envolvido no metabolismo das proteínas, gorduras e carboidratos, assim como na atividade neuromuscular, na atividade hormonal, na integridade óssea, na sensibilidade à insulina e como mineral essencial na respiração celular. Além disso, possui função estrutural do esqueleto, no qual se encontra aproximadamente 60 a 70% do magnésio (11).	Os animais tornam-se irritáveis, mostram relutância em ficar de pé, perdem o equilíbrio, entram em tetania e morrem (12).

Fonte: (9), (10), (11) e (12).

Os microminerais para os suínos, segundo Mafessoni (9) (2006) são: Cr, Co, Cu, Fe, I, Mn, Se, Zn, As, Cr, U e V. Os 4 últimos são minerais que podem trazer perigo aos animais, mas que estão presentes em matérias primas. A tabela 06 trará as funções e o que as deficiências, desses minerais, podem causar no organismo dos suínos.

Tabela 6 Funções e deficiências de microminerais para suínos.

ELEMENTO	Funções	Deficiência
Ferro (Fe)	Produção de hemácias, formação do tecido nervoso e é coadjuvante na ação de enzimas (9).	Anemia e diarreia (11).
Zinco (Zn)	É necessário para o funcionamento normal do organismo, equilíbrio ácido-básico, catalisador de enzimas, presente na síntese de proteínas e calcificação óssea (9).	Causa lesões epidérmicas, queda e despigmentação de pelos, diminuição de crescimento nos jovens, infertilidade das fêmeas e aumento da mortalidade dos leitões no pós-natal (9).
Cobre (Cu)	Intervém na síntese da hemoglobina e da mioglobina, assim como na formação de certas enzimas e hormônios, manutenção dos sistemas vascular, esquelético, nervoso, cutâneo e imunológico e é necessário para a pigmentação da pele e pelos (11).	Manqueira, inchaço das juntas, fragilidade dos ossos, anemia e alterações no pelo (12).
Iodo (I)	Suas funções são aquelas desenvolvidas pelo hormônio tireóideo, a tiroxina (9).	Diminuição da produção dos hormônios tireóideos, bócio, cios irregulares ou fracos e, nos machos, perda da libido (11).

Manganês (Mn)	Ativador de enzimas, desenvolvimento da matriz orgânica dos ossos, é necessário para a fosforilação oxidativa na mitocôndria e na síntese dos ácidos graxos (9).	Redução no desenvolvimento do esqueleto, ciclos estrais irregulares, reabsorção do feto ou nascimento de cria de tamanho diminuto e fracas, desenvolvimento insignificante de úbere, e quase completa ausência de leite (12).
Cobalto (Co)	Possui atividade eritropoiética, atua na síntese da vitamina B ₁₂ , participa da produção da insulina e acelera o crescimento (9).	Anemia (9).
Molibdênio (Mo)	Componente de seis enzimas envolvidas na formação do ácido úrico, na taurina, no metabolismo da niacina, na síntese de proteínas e no metabolismo do DNA (11).	Aumento do percentual de anestros em porcas (11).
Selênio (Se)	Compõe enzimas, auxilia na síntese de proteínas, intensifica a síntese de anticorpos e do metabolismo dos carboidratos (9).	Hepatose dietética (13).
Flúor (F)	Constitui 0,05% dos dentes e ossos, influenciando no metabolismo do cálcio e da energia (11).	Descalcificação, anemia e infertilidade (11).

Fonte: (9), (11), (12) e (13).

AVES DE CORTE E POSTURA

Os minerais essenciais para as aves também são divididos em macrominerais e microminerais. Os primeiros compreendem: Ca, P, K, Mg, Na, S e Cl; enquanto que Co, Cu, I, Fe, Mn, Mo, S, Zn e F são microminerais. A tabela 07 tem por objetivo evidenciar as funções e o que as deficiências dos macrominerais, podem causar no organismo desses animais (2).

Tabela 7 – Funções e deficiências de macrominerais para aves de corte

ELEMENTO	Funções	Deficiência
Cálcio (Ca)	Formação de ossos, excitação muscular e cardíaca, coagulação sanguínea, integridade da membrana celular e transmissão do impulso nervoso (2). É essencial para produção e qualidade da casca dos ovos (18).	Mobilização óssea, e os ossos tornam-se porosos, menos resistentes à quebra (14–18). Provoca redução na produção de ovos e produção de ovos com casca fina (altos índices de quebra) ou sem casca (18).
Fósforo (P)	Formação óssea, constitui as moléculas de DNA e RNA, formam fosfolipídeos e coluna,	Perda de apetite, perda de peso, redução na produção e prejudicam a formação de moléculas de ATP e

	participa da transmissão de impulsos nervosos, atividade enzimática e sobretudo como coenzimas de vários complexos da vitamina B, e fosforilação para a formação de ATP. Atua também na formação da casca do ovo (2).	consequentemente causam distúrbios no metabolismo energético (15). Em aves de postura pode causar deformações na casca dos ovos (18).
Potássio (K)	Balanço osmótico, hídrico, corporal, participação do metabolismo proteico e dos carboidratos, integridade da atividade muscular e nervosa (2). Por ter relação com o equilíbrio iônico sanguíneo, o potássio pode afetar a estrutura do ovo (18).	Redução do consumo de ração, perda de peso, excreção abundante de água, apetite deprimido, apatia, hipotensão, redução do nível de aminoácidos no plasma, menor incorporação de leucina marcada nos tecidos, intolerância à glicose, redução de crescimento, acidose intracelular, aumento dos batimentos cardíacos, diminuição da resistência dos vasos, redução da pressão sanguínea sistêmica, vasoconstrição renal, etc. (16). A biossíntese da albumina é influenciada pela condição de equilíbrio iônico sanguíneo sendo que em condições de pH mais alto pode resultar na má formação da ovomucina, alterando a sua estrutura (18).
Enxofre (S)	Metabolismo e síntese proteica, metabolismo das gorduras e dos carboidratos, e síntese de vitaminas do complexo B (2). Pesquisas têm revelado que a adição de enxofre inorgânico em rações normais de poedeiras, a base de milho e farelo de soja, não influenciou o desempenho e a qualidade dos ovos (18).	Pode haver carências de vitaminas do complexo B (2). Em aves de postura não existe a preocupação dos nutricionistas em determinar as exigências dietéticas deste elemento (18).
Sódio (Na)	Regulador do volume de fluidos do corpo, pH, relações osmóticas dos organismos, participa das contrações das células musculares, inibição de enzimas da mitocôndria no meio extracelular, absorção e transporte de nutrientes para a célula e participa da estrutura	Redução do consumo de ração, elevação da umidade das excretas, significativa redução das taxas de filtração glomerular (17). Além disso, ocorre redução na produção e massa de ovos, e massa corporal das aves (17).

	dos ossos e componentes de seus produtos (2).	
Cloro (Cl)	Manutenção osmótica e do equilíbrio ácido-básico, transmissão de impulsos nervosos, transporte ativo dos aminoácidos e da glicose em nível celular e é o principal ânion do suco gástrico e ativação da amilase intestinal (2).	Baixos níveis sanguíneos, inapetência, redução da taxa de crescimento, apetite depravado e canibalismo (18).
Magnésio (Mg)	Atividade neuromuscular e nervosa, transferência de energia, participação do crescimento ósseo, participação do metabolismo dos carboidratos e lipídeos (2).	Aumento da peroxidação lipídica e diminuição da atividade antioxidante (2,18). Em poedeiras há redução do tamanho dos ovos, na densidade da casca e no conteúdo deste elemento na casca, clara e gema (18).

Fonte: (2), (14), (15), (16), (17) e (18).

Os microminerais para as aves de corte e postura estão representados na tabela 08, juntamente com suas funções e sintomas de deficiências.

Tabela 8 – Funções e deficiências de microminerais para aves de corte

ELEMENTO	Funções	Deficiência
Ferro (Fe)	Transporte de oxigênio e respiração celular (2). Em poedeiras participa de produtos (1 ovo = 1-1,5 mg).	Anemia hipocrômica-microcítica (12). Em animais de postura provoca diminuição da deposição de ferro nas gemas (18), além de menor produção e qualidade dos ovos (14).
Zinco (Zn)	Ativador enzimático, principalmente nos processos de formação óssea, do metabolismo dos ácidos nucléicos, do processo da visão, do sistema imunológico e do sistema reprodutivo (2).	Baixo desempenho e emplumagem pobre (18).
Cobre (Cu)	Ativador enzimático envolvendo o transporte e a transferência de oxigênio, metabolismo dos aminoácidos e do tecido conectivo (2). Em animais de postura no sangue, o cobre acha-se ligado a frações de albuminas (18).	Transtorno do metabolismo oxidativo, causando anemia, queda da resistência às infecções, distúrbios reprodutivos e transtornos nervosos (19). Poedeiras reprodutoras severamente deficientes em cobre (0,7 - 0,9 ppm de Cu) reduzem a produção de ovos e a sua eclodibilidade, embrião com hemorragias após 72 a 96 horas de incubação, etc (18).

Iodo (I)	Componente dos hormônios tireoidianos (2). Atua no retardamento da maturidade sexual (18).	Quebra da retroalimentação, há a produção excessiva de TSH, causando proliferação das células foliculares tireoidianas (20) além disso está ligado à queda de penas e em poedeiras afeta a maturidade sexual (18).
Manganês (Mn)	Integridade da matriz orgânica óssea e ativador enzimático, sobretudo no metabolismo dos aminoácidos e dos ácidos graxos (2). Além disso melhora a qualidade da casca dos ovos, principalmente no final de postura (18).	Perose, caracterizada pelo engrossamento e má formação da junta tíbio-tarsal, que provoca a saída do tendão Aquiles da sua posição normal (18). Em poedeiras reprodutoras, reduz a produção de ovos a eclodibilidade. Durante a incubação pode surgir a condrodistrofia nutricional embrionária, caracterizada por várias anomalias ósseas (18).
Cobalto (Co)	Função anti-anêmica, por ser componente de vitaminas do complexo B; metabolismo da glicose e síntese da metionina (2).	Declínio da imunidade, comprometimento das funções enzimáticas, seguidas pela redução do crescimento e da fertilidade (21).
Selênio (Se)	Junto com a vitamina E, promove a proteção dos tecidos contra danos oxidativos; componente da enzima glutathiona peroxidase e metabolismo dos aminoácidos sulfurados (2).	Encefalomalácia nutricional, diátese exsudativa e distrofia muscular nutricional. Em poedeiras reprodutoras, a deficiência reduz a eclodibilidade e a produção dos ovos. Pesquisas registraram aumento da mortalidade dos espermatozoides com o incremento de 0,01 a 0,08 ppm adicionada à dieta de ratos, sugerindo a sua importância na fertilização (18).

Fonte: (2), (14), (12), (18), (19), (20) e (21).

CONCLUSÃO

Conforme o exposto, os animais requerem na sua dieta minerais para ter o funcionamento correto do organismo. Eles são divididos em macrominerais e microminerais que seguem essa subdivisão devido a concentração requerida por cada organismo.

O presente trabalho demonstra que alguns minerais podem ter funções específicas ou há aqueles que em conjunto desempenham determinada ação no organismo. Levando em consideração esses aspectos os minerais são essenciais, devendo estar presentes na alimentação, pois estes não são produzidos pelos animais, ou seja, devem ser fornecidos através de suplementações a partir de misturas feitas nas rações. De modo a evitar o comprometimento das funções e não gerar deficiências que os prejudiquem tanto momentaneamente como de maneira definitiva.

REFERÊNCIAS

1. Mendonça AF, Braga AP, Rodrigues APM S, Sales LEM, Mesquita HC. Minerais: importância de uso na dieta de ruminantes. *Agropecuária Científica no Semiárido*. 5 de agosto de 2011;7(1):01–13.
2. Araujo J, Amâncio A, Lima C, Oliveira E. Fontes de minerais para poedeiras. *Acta Veterinaria Brasilica*. 31 de outubro de 2008;2(3):53–60.
3. Jubran MAS. Importância da suplementação mineral para bovinos [Internet]. *Biosan*. 2013. Disponível em: <http://biosan.ind.br/artigos/importancia-da-suplementacao-mineral-para-bovinos/>. Acesso em 29 de maio de 2020.
4. González FHD, Barcellos J, Patiño HO, Ribeiro LA. Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. 1 ed. Porto Alegre: Biblioteca Setorial da Faculdade de Medicina Veterinária da UFRGS; 2000. 108 p.
5. Teixeira JC. *Nutrição de Ruminantes*. Lavras: FAEP; 1977.
6. Dantas CCO, Negrão FM. Funções e sintomas de deficiência dos minerais essenciais utilizados para suplementação dos bovinos de corte. *Uniciências* [Internet]. 2010; 14(2)
7. Peixoto Am, Moura JC, Faria VP. *Nutrição de bovinos: conceitos básicos e aplicados*. 5º ed. Piracicaba: FEALQ; 2004. 563 p.
8. Dayrell MS. Cálcio e fósforo na nutrição de gado de leite. Portal Embrapa. 1998. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/582573/calcio-e-fosforo-na-nutricao-de-gado-de-leite>
9. Mafessoni EL. *Manual Prático de Suinocultura*. 2º ed. Vol. 2. UPF; 207 DC. 302 p.
10. Arouca CLC. Exigências de fósforo disponível para suínos selecionados geneticamente para deposição de carne em diferentes fases de crescimento, dos 15 aos 120 kg [Tese]. Universidade Federal de Minas Gerais; 2008.
11. Yagüe AP. Normatização do uso de minerais na alimentação suína. *Suínos & Cia*. 2009;(32).
12. Maynard LA. *Nutrição Animal*. 3º ed. Rio de Janeiro: RJ: Freitas Bastos; 1984. 726 p.
13. Mello MA, Ferrari PM, Lucio NF, Silva JML, Marques DC. Hepatose dietética em suínos associada a deficiência de selênio na dieta. *In: Anais do Encontro de Pesquisa da Escola de Veterinária da UFMG*. 1973;8.
14. Vargas JG, Albino LFT, Rostagno HS, Gomes PC, Carvalho DCO, Cupertino ES, et al. Níveis nutricionais de cálcio e de fósforo disponível para aves de reposição leves e semipesadas de 13 a 20 semanas de idade. *R Bras Zootec*. 2004; 33(5).

15. Pinheiro SRF, Sakomura NK, Nascimento DCN, Dourado LRB, Fernandes JBK, Thomaz MC. Níveis nutricionais de fósforo disponível para aves de corte ISA Label criadas em semiconfinamento. R Bras Zootec. 2011; 40(2).
16. Oliveira JE. Exigência Nutricional de Potássio para Frangos de Corte [Tese]. Universidade Federal de Viçosa; 2002. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/11086>
17. Murakami AE, Figueiredo DF, Peruzzi AZ, Franco JRG, Sakamoto MI. Níveis de sódio para poedeiras comerciais no primeiro e segundo ciclos de produção. R Bras Zootec. 2003; 32:1674–80.
18. Bertechini AG. Nutrição de Monogástricos. Lavras: UFLA/FAEPE; 2004. 450 p.
19. Diaz-Vivancos P, Faize L, Nicolás E, Clemente-Moreno MJ, Bru-Martinez R, Burgos L, et al. Transformation of plum plants with a cytosolic ascorbate peroxidase transgene leads to enhanced water stress tolerance. Annals of Botany. 2016;117(7):1121–31.
20. Gonçalves GA, Lima ET de, Sequeira JL, Andreatti Filho RL. Bocio coloidal em aves - Relato de caso. Veterinaria notícias. 2006;12(2):71–4.
21. Kiefer C. Minerais quelatados na nutrição de aves e suínos. Revista Eletrônica Nutritime. 2005;2(3):206–20.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-60>

Capítulo 60

MICROBIOTA E A RELAÇÃO COM IMUNIDADE E ÍNDICES DE DESEMPENHO EM SUÍNOS: REVISÃO

Caroline Romeiro de Oliveira¹; Camila Lopes Carvalho²; Alexandre Bonadiman Mariani³; Gabriela Miotto Galli⁴; Ines Andretta⁵

¹Granduanda em Zootecnia – Faculdade de Agronomia (FAGRO) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), E-mail: caroline_romeiro@outlook.com;

²Mestranda em Zootecnia - FAGRO - UFRGS,
E-mail: camila.lps.carvalho@gmail.com;

³Mestrando em Zootecnia - FAGRO - UFRGS,
E-mail: alexandre.bonadiman.abm@gmail.com;

⁴Doutoranda em Zootecnia - FAGRO - UFRGS, E-mail: gabi-gmg@hotmail.com;

⁵Docente do Depto. de Zootecnia - FAGRO - UFRGS, E-mail: ines.andretta@ufrgs.br.

RESUMO: O trato gastrointestinal (TGI) dos mamíferos contém uma comunidade microbiana complexa que afeta aspectos da saúde, do desenvolvimento e até mesmo comportamentais nos animais. O estabelecimento destes microrganismos no início da vida tem consequências à longo prazo no estado de saúde do animal, sendo demonstrado até a vida adulta. A cooperação adequada entre os microrganismos gastrointestinais e o hospedeiro têm um efeito significativo em respostas como taxa de crescimento, resposta imune e qualidade da carne. Entender a composição, a função da microbiota do sistema digestivo dos suínos e os fatores que os influenciam pode ser uma ferramenta para redução no uso de antibióticos como promotores de crescimento, além de melhorar a saúde e a produtividade da produção suinícola.

Palavras-chave: desafios sanitários; infecções; microbioma; probióticos, resposta imune

INTRODUÇÃO

A microbiota intestinal é um sistema complexo que coexiste em cada indivíduo, sendo definida como todos os microrganismos, incluindo seu genoma e elementos extracromossômicos. Ela é uma comunidade ecológica composta por microrganismos comensais, simbióticos e patogênicos, que incluem vírus, bactérias, parasitas, fungos, arqueias e protistas que habitam o intestino de mamíferos (1). As interações que ocorrem entre o hospedeiro e sua microbiota intestinal tem influência na saúde e no processo imunológico (2).

Estima-se que a microbiota intestinal seja composta por 10^{14} organismos bacterianos, compreendendo cerca de 500-1000 espécies (3) que fornecem benefícios a saúde do hospedeiro através da produção de vitaminas, aminoácidos, ácidos biliares, além de regular o metabolismo de glicolipídios. Em suínos, a microbiota intestinal pode melhorar o desempenho dos animais, além de auxiliar na sua saúde. Essas propriedades tornam a microbiota intestinal um alvo atraente para intervenções a fim de manter sua homeostase (4).

Portanto, a caracterização da microbiota intestinal de suínos se tornou uma área ativa de pesquisa nos últimos anos, à medida que a adaptação e a disponibilidade de métodos de sequenciamento continuaram a se expandir. Assim, podemos compreender a relação dinâmica das mudanças na microbiota e a resposta do hospedeiro perante a isso. A ideia de definir uma microbiota central no intestino do suíno é intrigante, pois pode identificar alvos potenciais para intervenções dietéticas ou terapêuticas no ambiente de produção de suínos. Esta revisão irá detalhar os principais aspectos do estudo recente sobre microbiota intestinal em suínos e as principais perspectivas.

DESENVOLVIMENTO DA MICROBIOTA EM LEITÕES

Durante muitos anos, acreditou-se que a colonização microbiana do intestino dos leitões tinha início imediato após o nascimento, quando em contato com as fezes, pele e microbiota vaginal da mãe, além do contato com novos indivíduos e ambiente. Considerava-se até então que o TGI destes leitões era estéril quando fetos. Porém, recentes estudos em humanos e animais indicam que muitos dos microrganismos encontrados, estão presentes não somente no feto, mas na placenta e líquido amniótico ou útero, sugerindo que a colonização ocorre antes do parto (10). Da mesma maneira, colostro e leite também possuem complexas comunidades microbianas, embora fossem definidos como estéreis em décadas passadas.

Em geral, a microbiota suína consiste na interação de bactérias comensais e de transição, que incluem agentes potencialmente patogênicos (11). A diversidade e a abundância das bactérias aumentam conforme o crescimento do animal (12). Do nascimento ao desmame, o sistema digestivo dos suínos é colonizado por bactérias facultativas aeróbias e anaeróbias, principalmente por famílias de *Clostridiaceae* e *Enterobacteriaceae* (13), além destas, encontram-se bactérias ácido-láticas (BAL), como *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, presentes principalmente no colostro e leite materno, as quais possuem ação benéfica, sendo importantes agentes na prevenção de doenças infecciosas (14). Os *Lactobacillus* spp., constituem cerca de 8 a 10% dos microrganismos encontrados em fezes de leitões com até 10 dias de vida, e são parte predominante do TGI de suínos, se fazendo presentes durante toda a vida do animal (15). O número de bactérias aeróbias aumenta até o 7º dia após o nascimento, em seguida diminuem significativamente em favor das bactérias anaeróbias (13), que tem um crescimento significativo entre o 60º e 120º dia de vida do leitão.

A família *Streptococcaceae*, foi encontrada no TGI de leitões 6 horas após o nascimento, sendo mais abundante até o 3º dia de vida, quando são substituídas parcialmente por *Lactobacillaceae* e *Clostridiaceae* como resultado da colonização secundária (16). Durante a amamentação dos animais, a composição da microbiota se mantém estável (17) e rápidas alterações na microbiota ocorrem após o desmame (13). Conforme o crescimento dos animais avança, a microbiota finalmente se altera e se estabiliza, porém ainda influenciada pela composição da dieta fornecida e o ambiente em que os animais vivem (15).

MICRORGANISMOS PREDOMINANTES NO TRATO GASTROINTESTINAL

Ao longo do crescimento do animal mudanças significativas ocorrem quanto à composição de sua microbiota, e isto pode estar associado com as diferentes dietas fornecidas conforme a fase do animal e aos fatores ambientais. Durante a amamentação, esta composição se mantém estável e encontramos em destaque as bactérias *Lactobacillus* spp. Porém, a povoação desta bactéria fica abaixo de 1% aos 120 dias de idade do suíno.

Durante o período de 30 à 120 dias de vida, a população de *Bacteroides* spp. representa 61% do total (18), e entre 60 à 120 dias de idade ocorre a diminuição no nível de *Clostridium* spp. e um aumento na contagem de bactérias anaeróbias benéficas.

Ao redor dos 120 dias de vida, a microbiota do aparelho digestivo do suíno se estabiliza (13), e encontra-se predominantemente bactérias anaeróbicas, gram-positivas e até 10% de bactérias gram-negativas (19). Neste período a composição da microbiota se torna semelhante à de um suíno adulto e é constituída principalmente pelo filo *Firmicute*, *Clostridia* spp., *Bacteroidetes*, *Proteobacteria*, *Spirochaetes* e *Synergistetes*.

Uma meta-análise realizada por Holman *et al.* (2017) (20), mostra que há diferenciação entre as bactérias nas seções do trato gastrointestinal do suíno. Se destaca a presença de *Prevotella* e *Blautia* em amostras de digesta do cólon, *Anaerovibrio*, *Clostridium*, *Phascolarctobacterium*, *Ruminococcus*, *Sarcina* e *Streptococcus* na digesta cecal e *Clostridium* em amostras da mucosa ileal (20). Por outro lado, Knecht *et al.* (2020) (21), relatam que no íleo cerca de 95% das bactérias são do filo *Firmicutes* e as demais *Proteobacterias*. No ceco há predominância (50%) do filo *Bacteroidetes*, seguido das *Firmicutes* (40%), *Proteobacterias* (5%) e *Spirochaetes* (4%). Encontra-se novamente as *Firmicutes* (60%) em abundância no colón, seguido por *Bacteroidetes* (30%), já *Proteobacteria*, *Spirochaetes*, *Synergistetes* e outras, encontram-se em níveis inferiores a 10% (22). Observa-se então que os filios *Firmicutes*, *Bacteroidetes* e *Proteobacterias* são comuns em todas seções do TGI (20).

Em amostras fecais, os gêneros *Prevotella*, *Clostridium*, *Alloprevotella* e *Ruminococcus* e o grupo RC9 foram encontrados em 99% das amostras, inferindo-se que estas sejam parte da principal composição da microbiota dos suínos (20). Destaca-se ainda, a presença do grupo RC9, pertencente à *Rikenellaceae* spp., que foi encontrado em mais de 90% das amostras do TGI, e que recentemente foram retratados em estudos sobre a influência e a presença desta família na microbiota intestinal (23).

MICROBIOTA E O SISTEMA IMUNOLÓGICO

A interação que ocorre no intestino entre o tecido epitelial, o tecido linfóide e os microrganismos, promove um desenvolvimento dos mecanismos de memória no sistema imune e na modulação à colonização de microrganismos benéficos nas mucosas (24). Pesquisas sobre a resposta imune de suínos à Síndrome Reprodutiva e Respiratória Suína (PRRSV) e ao Circovírus Suíno (PVC 2) mostraram que a diversidade e a abundância de microrganismos presentes no TGI influenciam diretamente no nível de morbidade do animal. Ambos os vírus dificultam a ação dos mecanismos de defesa do hospedeiro, o que o torna mais susceptível a infecções primárias e secundárias por patógenos e consequentemente afeta as taxas de crescimento. Suínos infectados com PRRSV e/ou PVC2 caracterizaram-se pelo crescimento lento e baixo ganho de peso, além disso, no grupo de animais que apresentaram os melhores resultados clínicos, foi observado a prevalência de bactérias do filo *Proteobacteria* (*E. coli*, *E. amylovora*, *C. lari*, *D. suillum*, *M. hemolytica*), as quais não foram encontradas no grupo que obteve os piores resultados clínicos (25).

Em um estudo realizado por Vigors *et al.*, (2016) (26), concluíram que o aumento da eficiência é o resultado de uma resposta imune inata atenuada, uma vez que suínos mais eficientes foram menos responsivos ao desafio imunológico ao qual foram submetidos. Portanto, promover uma exposição microbiana contínua para os animais durante seu desenvolvimento é fundamental para o equilíbrio da população de células imunes (27). Imunoglobulinas da mucosa como IgA, são estimuladas através da fermentação

microbiana, e são responsáveis pela limitação da entrada de patógenos pelas células epiteliais intestinais (28). A concentração de IgA está correlacionada com a abundância de *Prevotella*, que se trata de uma bactéria presente na flora intestinal, e está ligada ao crescimento animal (29).

Animais submetidos à estresse por um longo período de tempo têm um aumento nos níveis de cortisol, resultando em problemas como a imunossupressão (30). O desmame precoce e súbito, aliado a falta de higiene e o uso profilático de antibióticos, causam distúrbios na composição da microbiota intestinal, deixando os animais susceptíveis ao desenvolvimento de patógenos e doenças (31).

O desmame é caracterizado como um dos períodos mais estressantes pelo qual um leitão passa (32), uma vez que ele é abruptamente separado da porca, é alocado em um novo ambiente e misturado com outros indivíduos, além de sofrerem uma mudança brusca na sua dieta (33). Quando realizado precocemente e de forma abrupta, o desmame entre os 21 e 28 dias de idade, causa perturbações na microbiota intestinal, na fisiologia e nas funções imunológicas do animal (14). A diminuição da diversidade e abundância da população no TGI também são ocasionadas pelo desmame, já que o intestino fica mais vulnerável devido às mudanças na estrutura e nas propriedades da mucosa, sendo capaz de ocasionar diarreia pós-desmame, crescimento lento e até mesmo aumento nos casos de mortalidade (22).

A diarreia pós-desmame é uma das principais causas de perdas econômicas na produção de suínos e é caracterizada pela redução de bactérias saudáveis como *Lactobacillus sobrius*, *L. acidophilus* e *L. reuteri*, e pelo aumento de bactérias patogênicas como a *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella choleraesuis* e *Salmonella typhimurium* (14). Estes agentes patogênicos produzem enterotoxinas que comprometem as vilosidades do intestino e aliado a isto, o aumento do pH impede que as BAL se multipliquem, agravando ainda mais a doença (34). Outro fator que pode ocasionar a diarreia é a anorexia, causada pela baixa ingestão de alimentos e água após o desmame (35). Mudanças estruturais no intestino levam à disfunção da barreira intestinal, em decorrência da atrofia das vilosidades intestinais e pela hiperplasia de cripta (36).

MICROBIOTA E O DESEMPENHO DOS ANIMAIS

A microbiota não só desempenha um papel de proteção, mas também influencia em parâmetros da produção animal. O desenvolvimento e a subsequente estabilidade dos microrganismos gastrointestinais são essenciais para as funções normais dos suínos, garantindo um melhor estado de saúde, e consequentemente melhores índices produtivos (37). Em suínos, um desbalanceamento da microbiota pode afetar a absorção de nutrientes, prejudicar o ganho de peso dos animais, provocar um crescimento lento (34) e afetar a qualidade de carne (38). Tal fato ocorre porque os microrganismos que habitam o TGI contribuem para a síntese de alguns componentes como vitaminas, cofatores e substâncias bacteriostáticas e antifúngicas que reduzem a carga de patógenos (21).

No desmame, ao fornecer dietas a base de cereais aos leitões, drásticas mudanças na composição da flora ocorrem. O fornecimento de uma dieta característica de pós-desmame para leitões em direção à uma microbiota específica contendo *Prevotella* em abundância é associado ao aumento das taxas de desempenho dos animais (29). Além disso, autores destacam que grande parte da microbiota intestinal é afetado pelos glicanos presentes na dieta no período pré e pós-desmame (39).

Uma das formas de se alterar a composição da microbiota através da dieta, se dá pelo aumento de fibras, uma vez que a fermentação serve como estímulo para o crescimento

bacteriano. Alguns estudos demonstraram uma associação significativa entre a alta inclusão de fibra na dieta, com a redução do pH (consequente aumento de ácidos graxos de cadeia curta no lúmen do intestino grosso), e um aumento da quantidade de *Lactobacilli* spp., *Bifidobacterium* spp. e *Rumminococcus*, que inibem o crescimento de *Enterobacteriaceae* gram-negativa incluindo patógenos das famílias *Salmonella* spp., *Escherichia coli* e *Clostridium* spp. (19).

Os carboidratos da dieta, como o amido de trigo e a polpa de beterraba, promovem a fermentação microbiana e aumentam os níveis das espécies benéficas de *Lactobacillus* no intestino (14). Segundo Levesque *et al.* (2014) (40), a dieta composta que substituiu o trigo pela cevada, aumentou a uniformidade da microbiota da mucosa e melhorou o desenvolvimento dos leitões após o desmame. Além disso, o uso de grãos fermentáveis com alto β -glucano reduziu a persistência de *Salmonella* e a cevada sem casca minimizou a abundância de *Clostridia* cl I (41).

Por fim, no que se refere a qualidade de carne dos animais: indivíduos com melhor qualidade de carne contêm níveis ligeiramente mais elevados de *Lactobacillus*, *Oscillibacter*, *Roseburia* spp. e *Clostridium* spp. em comparação com animais de baixa qualidade de carne (42). Ademais, animais mais eficientes têm maiores níveis de *Lactobacillus* spp. na composição da microbiota. Portanto, a dieta é um fator que permite um alto grau de controle da composição dos microrganismos no TGI.

O USO DE ADITIVOS PARA MODULAÇÃO DA MICROBIOTA

Durante muitos anos, a indústria fez uso de antibióticos como promotores de crescimento, além do uso ainda relevante como terapia em momentos de doença. Esta era uma alternativa barata e até então eficaz de melhorar o crescimento dos animais. Porém, o uso indiscriminado contribuiu para o aumento da resistência de patógenos a muitos medicamentos (43). Mesmo em baixas quantidades, as doses podem contribuir com a colonização de organismos patogênicos que provocam danos ao hospedeiro, visto que antibióticos suprimem suas defesas inatas (44). Pesquisas recentes afirmam que uma das alternativas ao uso de antibióticos na produção suinícola são os probióticos (15).

Os probióticos são bactérias benéficas, capazes de fornecer diversos benefícios ao hospedeiro quando administradas corretamente (45). Eles auxiliam na manutenção e no equilíbrio do ambiente intestinal, e estimulam o sistema imune do hospedeiro protegendo contra agentes infecciosos. Em animais jovens, através da suplementação com probióticos, podemos manipular a microbiota e conferir melhor produtividade, já que eles contribuem para o crescimento das vilosidades intestinais e aumentam a superfície de absorção de nutrientes (46). Ainda, melhoram a digestibilidade da matéria seca, aumentam o aproveitamento da ração e reduzem a incidência de diarreia em leitões (47). No estudo de Wang *et al.* (2009) (48), eles relatam também a diminuição da amônia fecal de animais suplementados. Algumas das principais bactérias com ação probiótica são as dos gêneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Bacillus* e *Propionibacterium* (49).

Aditivos como os probióticos competem com agentes patogênicos por nutrientes e pela adesão aos receptores epiteliais intestinais, também diminuem o pH do sistema digestivo e liberam substâncias antimicrobianas e neutralizadoras de toxinas (46). Ademais, têm como objetivo estimular a atividade de algumas bactérias como *Lactobacilos* ou *Bifidobactérias*, que neutralizam o crescimento de patógenos (15). A cepa do probiótico selecionado deve estar de acordo com a finalidade requerida, e a dose deve ser oferecida conforme indicação do fabricante (47). A administração de probióticos resulta em

melhorias nos ganhos diários de peso, aumento da ingestão de ração e consequentemente da taxa de conversão alimentar (46).

Prebióticos são definidos como um substrato que é utilizado seletivamente por microrganismos hospedeiros, conferindo benefício a saúde (50). Entre as substâncias prebióticas estão: carboidratos não absorvíveis (oligossacarídeos e polissacarídeos), peptídeos, proteínas e lipídeos. Os mais comumente utilizados como aditivos na alimentação animal são frutooligossacarídeos (FOS), galactooligossacarídeos (GOS), inulina, isomalto-oligossacarídeos (IMO), xilo-oligossacarídeos (XOS), trans-galactooligosaccharides (TOS), entre outros (51). Em suínos, Smiricky-Tjardes *et al.* (2013) (52) observaram um aumento significativo de *Bifidobacterium* e *Lactobacillus* nas fezes no grupo alimentado com TOS em relação ao grupo controle.

Já os simbióticos são formados a partir da união de probióticos e prebióticos (53). Seu desenvolvimento ocorreu para superar as possíveis dificuldades de sobrevivência dos probióticos, o qual demonstra melhora na sobrevivência da bactéria probiótica durante a passagem para o trato intestinal superior (54). Assim, os simbióticos melhoram a sobrevivência de suplementos alimentares microbianos vivos e estimulam o crescimento de bactérias selecionadas. As cepas probióticas usadas em formulações simbióticas incluem *Lactobacilli*, *Bifidobacteria* spp, *S. boulardii*, *B. coagulans* etc. Enquanto que os principais prebióticos utilizados na formulação são oligossacarídeos como FOS, GOS, XOS, inulina, etc (55). Em suínos, Lee *et al.* (2009) (56) observou com o uso de simbióticos melhoras da digestão de nutrientes, redução da emissão de gases nocivos e prevenção de infecções bacterianas durante o período de desmame.

CONCLUSÃO

A microbiota do sistema digestório é essencial para as funções fisiológicas do suíno, se fazendo necessário mantê-la estável ao longo do crescimento. Quando ocorre uma disbiose, o animal fica sujeito a colonização de agentes patogênicos que causam doenças, comprometendo os índices de desempenho, produção e qualidade de carne. Algumas práticas utilizadas no manejo como o desmame precoce, o uso indiscriminado de antibióticos e uma dieta mal balanceada, perturbam inconscientemente o ecossistema microbiano do TGI, predispondo os leitões à diarreia, que ocasiona grandes perdas econômicas na suinocultura. Estratégias na nutrição surgem com a oportunidade de manipularmos favoravelmente a microbiota destes animais. Desta forma, o aumento de fibras e carboidratos altamente fermentáveis obtidos através de grãos, pode reduzir a incidência não somente de doenças do TGI, mas também de doenças sistêmicas, em razão da ação da microbiota sobre o sistema imunológico. Por isso, os nutricionistas devem voltar a sua atenção para a alimentação da microbiota, e não somente para a nutrição do suíno. A compreensão da composição da flora intestinal de suínos é muito limitada, e o uso de agentes como os probióticos que cooperam com o desenvolvimento e colonização da microbiota desde o início da vida do animal podem promover um ecossistema microbiano intestinal estável e saudável. Por fim, bactérias que se adaptam bem ao intestino do suíno podem ser usadas como marcadores potenciais da microbiota central, e direcionar maiores pesquisas e estudos.

REFERÊNCIAS

1. PATIL Y, GOONERATNE R, JU X. Interactions between host and gut microbiota in domestic pigs: a review. *Gut Microbes* 2019; 11: 310-334.
2. MALTECCA C, BERGAMASCHI M, TIEZZI F. The interaction between microbiome and pig efficiency: a review. *Journal of Animal Breeding And Genetics*, 2019; 137(1): 4-13.
3. XU J, GORDON J. Honor thy symbionts. *Proceedings of The National Academy of Sciences*, 2003; 100(18): 10452-10459.
4. WANG H, XU R, ZHANG H, SU Y, ZHU W. Swine gut microbiota and its interaction with host nutrient metabolism. *Animal Nutrition*, 2020; 6(4): 410-420.
5. BRASIL. Manual Integrado de Vigilância, Prevenção e Controle de Doenças Transmitidas por Alimentos [internet]. 2010 [acesso em 2021 Ago 11]. Disponível em: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_integrado_vigilancia_doencas_alimentos.pdf
6. MENIN A, RECK C, DE SOUZA D, KLEIN K, VAZ E. Agentes bacterianos enteropatogênicos em suínos de diferentes faixas etárias e perfil de resistência a antimicrobianos de cepas de *Escherichia coli* e *Salmonella* spp. *Ciência Rural*, 2008; 38(6): 1687-1691.
7. CARON LF, BEIRÃO BBC. Diarreia pós-desmame e a relação com a saúde intestinal do leitão [internet]. 2020 [acesso em 2021 Ago 11]. Disponível em: https://farmabase.com/wp-content/uploads/2020/12/Sanidade-e-Producao-Suina_digital.pdf#page=95
8. LOOFT T, JOHNSON TA, ALLEN HK, BAYLES DO, ALT DP, STEDTFELD RD, et al. In-feed antibiotic effects on the swine intestinal microbiome. *Proceedings of The National Academy of Sciences*, 2012; 109(5): 1691-1696.
9. MARKOWIAK P, ŚLIŚEWSKA K. The role of probiotics, prebiotics and symbiotics in animal nutrition. *Gut Pathogens*, 2018; 10(1):1-20.
10. PEREZ-MUÑOZ M, ARRIETA M.; RAMER-TAIT, A.; WALTER, J. A critical assessment of the “sterile womb” and “in utero colonization” hypotheses: Implications for research on the pioneer infant microbiome. *Microbiome*, 2017; 48(5).
11. MONTAGNE L, PLUSKE J, HAMPSON D. A review of interactions between dietary fiber and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2003; 108: 95–117.
12. SLIFIERZ M, FRIENDSHIP R, WEESE J. Longitudinal study of the early-life fecal and nasal microbiotas of the domestic pig. *BMC Microbiol.* 2015;15.
13. SWORDS W, WU C, CHAMPLIN F, BUDDINGTON R. Postnatal changes in selected bacterial groups of the pig colonic microflora. *Biol. Neon.* 1993; 63: 191–200.

14. KONSTANTINOV S, AWATI A, WILLIAMS B, MILLER B, JONES P, STOKES C, et al. Post-natal development of the porcine microbiota composition and activities. *Environ. Microbiol.* 2006; 8: 1191–1199.
15. NAITO S, HAYASHIDANI H, KANEKO K, OGAWA M, BENNO Y. Development of intestinal *Lactobacilli* in normal piglets. *J. Appl. Bacteriol.* 1995; 79: 230–236.
16. PETRI D, HILL JE, VAN KESSEL AG. Microbial succession in the gastrointestinal tract (GIT) of the preweaned pig. *Livest. Sci.* 2010; 133: 107–109.
17. KONSTANTINOV SR, AWATI A, SMIDT H, WILLIAMS BA, AKKERMANS AD, DE VOS WM. Specific response of a novel and abundant *Lactobacillus amylovorus*-like phylotype to dietary prebiotics in the guts of weaning piglets. *Appl. Environ. Microbiol.* 2004; 70: 3821–3830.
18. GUEVARRA RB, HONG SH, CHO JH, KIM BR, SHIN J, LEE JH, et al. The dynamics of the piglet gut microbiome during the weaning transition in association with health and nutrition. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 2018; 9: 54.
19. LESER TD, LINDECORONA RH, JENSEN TK, JENSEN BB, MØLLER K. Changes in bacterial community structure in the colon of pigs fed different experimental diets and after infection with *Brachyspira hyodysenteriae*. *Appl. Environ. Microbiol.* 2000; 66: 3290–3296.
20. HOLMAN DB, BRUNELLE BW, TRACHSEL J, ALLEN HK. Meta-analysis to define a core microbiota in the swine gut. *American Society for Microbiology*, 2017; 2: 4-17.
21. KNECHT D, CHOLEWINSKA P, JANKOWSKA-MAKOSA A, CZYZ K. Development of Swine's Digestive Tract Microbiota and Its Relation to Production Indices—A Review. *Animals*, 2020; 10: 527.
22. BRADE W, DISTL O. Die intestinale Mikrobiota bei Schweinen: Strukturen und Funktionen. *Ber. Landwirt.* 2016; 94: 1–16.
23. BATEUP J, DOBBINSON S, MUNRO K, MCCONNELL MA, TANNOCK GW. Molecular analysis of the composition of *Lactobacillus* populations inhabiting the stomach and caecum of pigs. *Microb. Ecol. Health Dis.* 1998; 10: 95–102.
24. MOREAU MC, GABORIAU-ROUTHIAU V. The absence of gut flora, the doses of antigen ingested and aging affect the long-term peripheral tolerance induced by ovalbumin feeding in mice. *Res Immunol.* 1996; 147(1):49-59.
25. NIEDERWERDER MC, JAING CJ, THISSEN JB, CINO-OZUNA AG, MCLOUGHLIN KS, ROWLAND RRR. Microbiome associations in pigs with the best and worst clinical outcomes following co-infection with porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) and porcine circovirus type 2 (PCV2). *Vet. Microb.* 2016; 188: 1–11.

26. VIGORS S, O'DOHERTY AK, KELLY CJ, O'SHEA, SWEENEY T. The effect of divergence in feed efficiency on the intestinal microbiota and the intestinal immune response in both unchallenged and lipopolysaccharide challenged ileal and colonic explants. *PLoS ONE*, 2016; 11.
27. INMAN CF, HAVERSON SR, KONSTANTINOV PH, JONES C, HARRIS H, SMIDT B. Rearing environment affects development of the immune system in neonates. *Clin. Exp. Immunol.* 2010; 60:431–439.
28. CHE L, CHEN B, YU J, HE P, ZHENG X, MAO J, et al. Long-term intake of pea fiber affects colonic barrier function, bacterial and transcriptional profile in pig model. *Nutr. Cancer*, 2014; 66: 388–399.
29. MACH N, BERRI M, ESTELLÉ J, LEVENEZ F, LEMONNIER G, DENIS C, et al. Early-life establishment of the swine gut microbiome and impact on host phenotypes. *Environ. Microbiol.*, 2015; 7: 554–569.
30. DONALDSON TM, NEWBERRY RC, ŠPINKA M, CLOUTIER S. Effects of early play experience on play behaviour of piglets after weaning. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2002; 79: 221–231.
31. HEO JM, OPAPEJU FO, PLUSKE JR, KIM JC, HAMPSON DJ, NYACHOTI CM. Gastrointestinal health and function in weaned pig: A review of feeding strategies to control post-weaning diarrhoea without using in-feed antimicrobial compounds. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2013; 97: 207–237.
32. INOUE R, TSUKAHARA T, NAKANISHI N, USHIDA, K. Development of the intestinal microbiota in the piglet. *J. Gen. Appl. Microbiol.* 2005; 51: 257–265.
33. FOUHSE JM, ZIJLSTRA RT, WILLING BP. The role of gut microbiota in the health and disease of pigs. *Animal Frontiers*, 2016; 6 (3).
34. MESONERO-ESCUREDO S, STRUTZBERG-MINDER K, CASANOVAS C, SEGALÉS J. Viral and bacterial investigations on the aetiology of recurrent pig neonatal diarrhoea cases in Spain. *Porc. Health Manag.* 2018; 4 (5).
35. LALLÈS JP, BOSI P, SMIDT H, STOKES CR. Nutritional management of gut health in pigs around weaning. *Proc. Nutr. Soc.* 2007; 66:260–268.
36. LALLÈS JP, GAËLLE B, FAVIER C, LE FLOC'H N, LURON I, MONTAGNE L. Gut function and dysfunction in young pigs: Physiology. *Anim. Res.* 2004; 53:301–316.
37. TSAI T, SALES MA, KIM H, ERF GF, VO N, CARBONERO F, et al. Isolated rearing at lactation increases gut microbial diversity and post-weaning performance in pigs. *Front. Microbiol.* 2018; 9: 2889.
38. YANG H, XIANG Y, ROBINSON K, WANG JJ, ZHANG GL, ZHAO JC, et al. Gut microbiota is a major contributor to adiposity in pigs. *Front. Microbiol.* 2018; 9: 3045.

39. FRESE SA, PARKER K, CALVERT CC, MILLS DA. Diet shapes the gut microbiome of pigs during nursing and weaning. *Microbiome*. 2015; 3: 28.
40. LEVESQUE CL, HOODA S, SWANSON KS, DE LANGE K. Alterations in ileal mucosa bacteria related to diet complexity and growth performance in young pigs. 2014; 9: 108472.
41. PIEPER R, BINDELLE J, MALIK G, MARSHALL J, ROSSNAGEL BG, LETERME P, et al. Influence of different carbohydrate composition in barley varieties on *Salmonella typhimurium* var. Copenhagen colonisation in a “Trojan” challenge model in pigs. *Arch. Anim. Nutr.* 2012; 66:163–179.
42. PARK SJ, KIM J, LEE JS, RHEE SK, KIM H. Characterization of the fecal microbiome in different swine groups by high-throughput sequencing. *Anaerobe* 2014; 28: 157–162.
43. JANCZYK P, PIEPER R, SOUFFRANT WB, BIMCZOK D, ROTHKÖTTER HJ, SMIDT H. Parenteral long-acting amoxicillin reduces intestinal bacterial community diversity in piglets even 5 weeks after the administration. *ISME J.* 1:180–183.
44. SEKIROV I, TAM NM, JOGOVA M, ROBERTSON ML, YULING Y, LUPP C, FINLAY BB. Antibiotic-induced perturbations of the intestinal microbiota alter host susceptibility to enteric infection. *Infect. Immun.* 2008; 76:4726–4736.
45. WHO/FAO. Joint FAO/WHO Working Group Report on Draft in Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food [internet]. 2002 [acesso em 2021 Ago 8]. Disponível online em: <http://ftp.fao.org/es/esn/food/wgreport2.pdf>
46. LIAO SF, NYACHOTI M. Using probiotics to improve swine gut health and nutrient utilisation. *Anim. Nutr.* 2017; 3: 331–343.
47. ROSS GR, GUSILS C, OLISZEWSKI R, DE HOLGADO SC, GONZÁLEZ SN. Effects of probiotic administration in swine. *J. Biosci. Bioeng.* 2010; 109: 545–549.
48. WANG Y, HOENIG JD, MALIN KJ, QAMAR S, PETROF EO, SUN J, et al. 16S rRNA gene-based analysis of fecal microbiota from preterm infants with and without necrotizing enterocolitis. *ISME J.* 2009; 3:944–954.
49. GAGGIA F, MATTARELLI P, BIAVATI B. Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. *Int. J. Food Microbiol.* 2010; 141: 15–28.
50. GIBSON GR, HUTKINS R, et al. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol.* 2017; 14(8):491502.
51. ŚLIŻEWSKA K, NOWAK A, BARCZYŃSKA R, et al. Prebiotyki - definicja, właściwości i zastosowanie w przemyśle. *ŻYWNOŚĆ Nauka Technolog Jakość.* 2013;1(86):5–20.

52. SMIRICKY-TJARDES MR, GRIESHOP CM, FLICKINGER EA, et al. Dietary galactooligosaccharides affect ileal and total-tract nutrient digestibility, ileal and fecal bacterial concentrations, and ileal fermentative characteristics of growing pigs. *J Anim Sci.* 2003; 81:2535–45.
53. DE VRESE M, SCHREZENMEIR J. Probiotics, prebiotics and synbiotics. In: Stahl U, Donalies UEB, Nevoigt E, editors. *Food biotechnology, advances in biochemical engineering/biotechnology.* 2008; 66.
54. PEÑA AS. Intestinal flora, probiotics, prebiotics, synbiotics and novel foods. *Rev Esp Enferm Dig.* 2007; 99(11):653
55. ZHANG MM, CHENG JQ, LU YR, YI ZH, YANG P, WU XT .Use of pre-, pro-and synbiotics in patients with acute pancreatitis: a metaanalysis. *World J Gastroenterol: WJG.* 2010; 16(31):3970.
56. LEE YK. Selection and maintenance of probiotic microorganisms. In: Lee YK, Salminen S, editors. *Handbook of probiotics and prebiotics.* 2009; 177–87.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-61>

Capítulo 61

MISTURA MINERAL OU CLORETO DE SÓDIO EM SUPLEMENTOS PARA BOVINOS DE CORTE NA TERMINAÇÃO EM PASTEJO

Dorismar David Alves¹; Jamille Tayenne Estevão Silva²; Adriano Mendes Vasconcelos³; Gabriel Carvalho Rezende Velasquez Santos⁴; Janiquele Soares Silva Batista²; Bianca Rodrigues Domingos⁵; Gabriel Santos Souza David⁶

¹Docente do Curso de Agronomia – DCA/ Unimontes; e-mail: dorismar.david@unimontes.br; ²Estudante de Pós-Graduação em Zootecnia – Unimontes; e-mail: mille_tayenne@hotmail.com; janiquele.avlis@hotmail.com; ³Estudante de Pós Graduação em Zootecnia – UESB; e-mail: adrianomendesvasconcelos@hotmail.com; ⁴Estudante do curso de Zootecnia – DCA/Unimontes; e-mail: gabriel.velasquez@hotmail.com; ⁵ Estudante do curso de Zootecnia – UFV; e-mail: biancarodrigues.domingos@gmail.com; ⁶ Estudante de Pós-Graduação em Zootecnia – UFV; e-mail: gabrielssdavid@yahoo.com.br

RESUMO: Aventa-se a hipótese de que a substituição da mistura mineral por cloreto de sódio nos suplementos de baixo consumo não influencie o desempenho dos animais e a rentabilidade do sistema de produção. Objetivou-se avaliar o desempenho, a rentabilidade e as características de carcaça de bovinos em terminação, alimentados com suplementos contendo cloreto de sódio ou mistura mineral na composição. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e os animais foram distribuídos aleatoriamente em seis tratamentos, que consistiram no oferecimento de distintos suplementos: SC = pasto + cloreto de sódio; MM = pasto + mistura mineral; USC = pasto + ureia associada ao cloreto de sódio; UMM = pasto + ureia associada à mistura mineral; SMSC = pasto + suplemento múltiplo contendo cloreto de sódio; SMMM = pasto + suplemento múltiplo contendo mistura mineral. Suplementos múltiplos contendo mistura mineral na formulação proporcionam maior ganho em peso total e ganho médio em peso corporal, comparativamente aos tratamentos suplementos múltiplos contendo sal comum, ureia associada à mistura mineral e sal comum. O desempenho ponderal dos animais alimentados com os diferentes tipos de suplementos não resulta em rentabilidade dos tratamentos utilizados, com valores de índice benefício-custo próximos e negativos. No período pós-suplementação (período chuvoso), observa-se manifestação do crescimento compensatório apenas dos animais do tratamento USC em relação aos animais dos tratamentos UMM e SMSC. Os distintos suplementos utilizados no período seco do ano não implicam em efeito residual sobre as características de carcaça dos bovinos, abatidos após o período chuvoso subsequente à suplementação na seca.

Palavras-chave: ganho em peso; misturas múltiplas; sal proteico.

INTRODUÇÃO

A pecuária bovina brasileira é um importante segmento da economia nacional, representando 8,5% do produto interno bruto em 2019, além de se destacar mundialmente, com a maior população de animais e possibilitando ao país ser o maior exportador de carne, de acordo com a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (1).

Em condições de pastagens em regiões tropicais, a escassez de chuvas durante uma época específica do ano, resulta em pastagens com valor nutritivo aquém do potencial produtivo dos bovinos, especialmente o valor proteico do pasto, que limita o crescimento dos microrganismos ruminais. Nessas circunstâncias, o fornecimento de nitrogênio suplementar, na forma de nitrogênio não proteico ou proteína verdadeira, em associação à mistura mineral ou em suplementos múltiplos, pode corrigir a deficiência de nitrogênio para a microbiota ruminal, favorecendo o desempenho ponderal dos animais.

Contudo, o objetivo da suplementação no período seco do ano deve ser bem delimitado no sistema de produção. A associação de mistura mineral com ureia tem sido utilizada como estratégia visando a manutenção do peso corporal dos animais. Se o objetivo da suplementação for ganho em peso diário de aproximadamente 250 g, de acordo com (2), há necessidade de se incluir energia e proteína verdadeira ao suplemento. Neste caso, mesmo com a inclusão da fonte desses nutrientes, a mistura ainda possui níveis elevados de mineral e ureia, como controladores de consumo, e são comumente denominados de suplementos múltiplos de baixo consumo, com ingestão diária entre 0,1 e 0,2% do peso corporal.

Aventa-se que no caso de estratégias com baixos níveis de suplementação, especialmente para animais que não estão na categoria de crescimento, como por exemplo, bovinos na fase inicial da engorda, desde que os altos desempenhos não sejam a meta estabelecida, a substituição da mistura mineral por cloreto de sódio nos suplementos não influencie o desempenho dos animais e a rentabilidade do sistema de produção. Em condições de Brasil, alguns trabalhos (3, 4), com raças zebuínas em confinamento, têm demonstrado que as recomendações nutricionais de minerais são superestimadas. O trabalho de (5), comparando mistura mineral comercial e sal seletivo, contendo apenas cloreto de sódio e fontes de fósforo, cobre e cobalto, apontou redução de até 756% na mineralização de bovinos de corte quando suplementados com sal seletivo.

Face às considerações feitas, objetivou-se avaliar o desempenho produtivo de bovinos em terminação sob pastejo, alimentados com suplementos contendo cloreto de sódio ou mistura mineral na sua composição.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Floresta, situada a 15° 49' 37'' latitude sul e 43° 26' 55'' de longitude oeste, com altitude média de 591 m, distante 16 km em direção ao oeste da sede do município de Janaúba, estado de Minas Gerais. A propriedade está inserida na área delimitada pelo Semiárido de Minas Gerais. Conforme a classificação de (6), o clima predominante nessa região é o do tipo Bsh (semiárido), com médias térmicas anuais superiores a 25°C e pluviosidade média anual inferior a 1000 mm, onde a evaporação excede a precipitação e a estação úmida é curta. Os procedimentos

experimentais foram aprovados com o parecer consubstanciado nº 78 de 2015, emitido pelo Comitê de Ética em Experimentação e Bem-Estar Animal da Universidade.

A área experimental constituiu-se de 12 piquetes de aproximadamente 2,5 ha cada, sendo seis com o capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) cv. Áridus e seis com capim-andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth) cv. Planaltina, ambos diferidos, provida de bebedouros e cochos.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, utilizando-se 24 animais, com média de peso corporal inicial de 437,78 kg, não-castrados, mestiços, sem grau de sangue definido, com características fenotípicas predominantemente da raça Nelore. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em seis tratamentos, com 4 repetições, e consistiram no oferecimento *ad libitum*, em condições de pastagem, de distintos suplementos, conforme composição constante na Tabela 1. A distribuição dos suplementos nos cochos era semanal, às 9:00 h, buscando-se evitar interferência da suplementação sobre o pastejo. O consumo dos suplementos foi obtido a cada sete dias, descontando-se a sobra de cada suplemento do total oferecido neste período.

Tabela 1 - Participação percentual dos ingredientes nos suplementos utilizados nos tratamentos experimentais

Ingrediente	Tratamento ¹					
	SC	MM	USC	UMM	SMSC	SMMM
Ureia pecuária	0	0	27	27	9	9
Sulfato de amônio	0	0	3	3	1	1
Cloreto de sódio	100	0	60	0	40	0
Mistura mineral ²	0	100	0	60	0	40
Milho fubá	0	0	10	10	50	50

¹Tratamento:

- SC (Sal Comum) = pasto + cloreto de sódio;
- MM (Mistura Mineral) = pasto + mistura mineral;
- USC (Ureia + Sal Comum) = pasto + ureia associada ao cloreto de sódio;
- UMM (Ureia + Mistura Mineral) = pasto + ureia associada à mistura mineral;
- SMSC (Suplemento Múltiplo com Sal Comum) = pasto + suplemento múltiplo contendo cloreto de sódio;
- SMMM (Suplemento Múltiplo com Mistura Mineral) = pasto + suplemento múltiplo contendo mistura mineral.

²Mistura mineral comercial com os seguintes níveis de garantia: cálcio (mínimo) 160,00 g/kg, cálcio (máximo) 200,00 g/kg, fósforo (mínimo) 60,00 g/kg, sódio (mínimo) 130,00 g/kg, magnésio (mínimo) 10,0 g/kg, enxofre (mínimo) 30,00 g/kg, zinco (mínimo) 3,700 mg/kg, cobre (mínimo) 1.550,00 mg/kg, ferro (mínimo) 2.500,00 mg/kg, flúor (máximo) 600,00 mg/kg, manganês (mínimo) 1.500,00 mg/kg, cobalto (mínimo) 60,00 mg/kg, Iodo (mínimo) 80,00 mg/kg e selênio (mínimo) 35,00 mg/kg.

Durante os períodos de adaptação e experimental propriamente dito, as pastagens foram submetidas ao sistema de pastejo contínuo, com taxa de lotação média de 0,78 UA/ha. Procedeu-se à rotação de tratamentos entre piquetes, semanalmente, a fim de eliminar possíveis variações devidas a essa fonte, sendo que durante o período de 21 de junho de 2019 a 02 de agosto de 2019 os animais permaneceram nos piquetes do capim-buffel cv. Áridus e a partir dessa data até o final do período de suplementação dos animais

(13 de setembro de 2019), os animais permaneceram nos piquetes de capim-andropogon cv. Planaltina

O ganho em peso total dos animais durante o período de suplementação (56 dias), em quilogramas, foi obtido com base na diferença entre os pesos corporal inicial e final, avaliados após jejum durante 18 horas de alimentos. O ganho médio diário (GMD), expresso em kg dia^{-1} , durante o período de suplementação, foi resultante da divisão do ganho em peso total pelo número de dias desse período.

Durante o período experimental propriamente dito, ao início e ao final dos períodos de utilização dos piquetes de capim-buffel cv. Áridus e capim-andropogon cv. Planaltina, procedeu-se às coletas do pasto para determinação da disponibilidade de matéria seca e composição químico-bromatológica do pastejo simulado.

Para avaliar a qualidade da forragem colhida pelos animais nas áreas experimentais e durante todos os períodos supracitados, o método da simulação manual do pastejo foi realizado, conforme recomendações de (7) e (8), observando-se os hábitos de pastejo (parte da planta pastejada, tamanho do bocado e altura de pastejo) dos animais experimentais e, posteriormente, realizava-se o pastejo simulado, através do arranque manual da forragem, procurando-se sempre coletar material o mais semelhante possível àquele consumido pelos animais.

A disponibilidade média de matéria seca de forragem por hectare foi estimada a partir quantidade de forragem disponível dentro da área delimitada por um quadrado metálico de 1 x 1 m, cortada rente ao solo, sendo feitas várias amostragens por piquete, pesadas individualmente e retiradas subamostras para formar amostras compostas, por piquete e por período.

As amostras coletadas para determinação da disponibilidade de matéria seca do pasto e do pastejo simulado foram submetidas à pré-secagem em estufa com circulação forçada a 55°C por 72 horas, seguida de moagem em moinho de facas com peneira de 1,0 mm e acondicionamento em recipientes de polietileno. Posteriormente, analisadas quanto aos teores de matéria seca total (MS), cinzas, nitrogênio total, extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro insolúvel FDNi e lignina, conforme técnicas descritas por (9).

Por intermédio do programa estatístico SISVAR, versão 5.6 (10), os valores médios das variáveis determinadas em cada tratamento foram comparados pelo teste “t” de Student, em nível de 5% de significância

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 constam os resultados das análises químicas dos pastos da área experimental e dos suplementos.

Tabela 2 - Valores médios da composição química dos suplementos constituintes dos tratamentos e dos pastos, expressos em porcentagem da matéria seca

Item ³	Pasto ¹		Suplemento ²					
	CB	CA	SC	M M	USC	UMM	SMSC	SMMM
Proteína bruta	5,19	4,26	0	0	76,5	76,5	29,7	29,7
FDN ³	85,72	86,39	0	0	1,3	1,3	6,5	6,5
FDNi ⁴	46,48	42,47	0	0	---	---	---	---
FDA ⁵	53,15	55,78	0	0	0,26	0,31	1,89	2,01

Lignina 13,59 13,76 0 0 0,12 0,15 0,62 0,58

¹ Pasto: CB = capim-buffel; CA = capim-andropogon

² Tratamento:

- SC (Sal Comum) = pasto + cloreto de sódio;
- MM (Mistura Mineral) = pasto + mistura mineral;
- USC (Ureia + Sal Comum) = pasto + ureia associada ao cloreto de sódio;
- UMM (Ureia + Mistura Mineral) = pasto + ureia associada à mistura mineral

O diferimento dos capins buffel e andropogon por, aproximadamente, 180 dias resultou em alta quantidade de forragem durante o período experimental, com valores médios de 5.856 kg ha⁻¹ e 11.466 kg ha⁻¹, respectivamente. Disponibilidade de matéria seca abaixo de 2000 kg/ha, de acordo com (11), compromete a seletividade dos animais, limitando o consumo de pasto. Embora o pasto apresentasse quantidade elevada de matéria seca para os animais no período seco do ano, o diferimento dessas duas gramíneas, por um período de 180 dias, resultou em valores de proteína bruta e de constituintes da parede celular que comprometem o valor nutricional da planta.

Na Tabela 3 constam os valores médios dos consumos de suplementos e os parâmetros de desempenho ponderal dos animais. Percebe-se que a mistura mineral é mais efetiva em restringir o consumo do suplemento, comparativamente ao sal comum (cloreto de sódio), à exceção no comparativo entre os suplementos SMSC (Suplemento Múltiplo com Sal Comum) e SMMM (Suplemento Múltiplo com Mistura Mineral). Esse fato denota que, em suplementos múltiplos, a regulação do consumo da mistura a partir do cloreto de sódio ou mistura mineral precisa ser melhor investigada.

Tabela 3 - Consumo de suplemento (CSupl), pesos corporais inicial (PCI) e final (PCF) e parâmetros de desempenho ponderal dos animais em função dos tratamentos, com respectivos valores de erro padrão da média (EP)

Variável	Tratamento ¹						EP
	SC	MM	USC	UMM	SMSC	SMMM M	
CSupl (g dia ⁻¹ animal ⁻¹)	0,13	0,07	0,12	0,08	0,19	0,37	---
CSupl (g kg ⁻¹ PC)	0,03	0,02	0,03	0,02	0,04	0,08	---
PCI (kg)	441,00	446,25	424,75	440,50	428,67	445,50	---
PCF (kg)	440,67	451,25	428,50	442,00	429,00	458,50	---
GPT (kg)	0b	5,00ab	3,75ab	1,5b	0,33b	13,00a	4,66
GMD (kg dia ⁻¹)	0b	0,09ab	0,07ab	0,03b	0,01b	0,23a	0,08

¹ Tratamento:

- SC (Sal Comum) = pasto + cloreto de sódio;
- MM (Mistura Mineral) = pasto + mistura mineral;
- USC (Ureia + Sal Comum) = pasto + ureia associada ao cloreto de sódio;
- UMM (Ureia + Mistura Mineral) = pasto + ureia associada à mistura mineral;
- SMSC (Suplemento Múltiplo com Sal Comum) = pasto + suplemento múltiplo contendo cloreto de sódio;
- SMMM (Suplemento Múltiplo com Mistura Mineral) = pasto + suplemento múltiplo contendo mistura mineral.

Os consumos dos suplementos sal comum e mistura mineral, exclusivos ou em associação à ureia, são compatíveis com o teor de cloreto de sódio contido nas suas formulações. Já os tratamentos SMSC e SMMM apresentaram consumos aquém dos

valores reportados na literatura, de aproximadamente 0,2% do peso corporal (2), corroborando a hipótese de que os capins buffel e andropogon, com idade elevada de diferimento, para utilização no período seco, compromete demasiadamente o valor nutricional da forrageira, resultando no consumo de suplementos múltiplos em quantidades abaixo da meta estipulada. Desse modo, em regiões semiáridas, com longo período de estiagem ao longo do ano, deve-se planejar para o final do período seco a utilização de pastagens com plantas forrageiras que apresentem características morfológicas e químicas que minimizem a perda do valor nutricional no transcorrer do ano, assegurando consumo adequado dos suplementos múltiplos de autocontrole de ingestão pelos animais.

Os tratamentos influenciaram ($P < 0,05$) as características ponderais avaliadas (Tabela 3), observando-se os menores valores de ganho em peso e ganho médio diário para os tratamentos SC, UMM e SMSC e maiores valores para o tratamento SMMM, com valores intermediários para os demais tratamentos.

De maneira geral, os resultados quanto às características ponderais dos animais nos distintos tratamentos assinalam que, com elevada disponibilidade de matéria seca de pasto, na fase de terminação dos animais e considerando o período experimental (56 dias), não há perda de peso dos animais, mesmo utilizando exclusivamente sal comum ou mistura mineral, bem como associando esses dois suplementos à ureia, assim como fazendo uso de suplemento múltiplo contendo sal comum na sua composição (tratamento SMSC), obtendo-se desempenhos similares. Considerando esses tratamentos, verifica-se valores médios de ganho em peso total de 2,12 kg de peso corporal ao longo de 56 dias de experimento e ganho médio diário de peso corporal de 3,5 gramas, assegurando praticamente a manutenção do peso dos animais ao longo do período avaliativo. Já os tratamentos MM, USC e SMMM resultaram em valores médios de ganho em peso total de 7,25 kg de peso corporal e ganho médio diário de peso corporal de 129 gramas.

Por outro lado, (12) observaram expressiva perda de peso em animais na fase de recria, recebendo mistura mineral e pastagem de capim-marandu, no período seco do ano, fato divergente do resultado encontrado nos resultados do presente trabalho, tendo em vista que tanto a mistura mineral quanto o sal comum não permitiram a perda de peso dos animais. Essa divergência de resultados pode estar relacionada às diferentes fases em que os animais se encontravam nos experimentos (recria e terminação), denotando que na recria a perda de peso em decorrência da queda do valor nutricional do pasto pode ser mais evidente.

Avaliando a suplementação mineral-nitrogenada para terminação de novilhos Nelore em pastagem diferida de capim-marandu, utilizando suplemento contendo 8,9% de ureia na sua composição, (14) observaram ganho médio diário de 0,76 kg, valor consideravelmente acima dos valores de 0,01 e 0,23 kg dia⁻¹ observados nos tratamentos SMSC e SMMM, que também apresentam 9% de ureia na sua composição. Em parte, esse maior desempenho observado nos animais do trabalho de (14) se explica pela maior concentração de milho no suplemento experimental desses autores, mas assinala também a importância da espécie diferida no resultado da estratégia de suplementação, tendo em vista que as espécies forrageiras apresentam diferenças quanto à digestibilidade da FDN. Nesse sentido, de acordo com (15), a ingestão de matéria seca e, conseqüentemente o desempenho animal, está positivamente relacionada com a digestibilidade da FDN.

CONCLUSÕES

Os suplementos múltiplos contendo mistura mineral (SMMM) na formulação proporcionam maior ganho em peso total e ganho médio em peso corporal em bovinos suplementados em pastos de capim-buffel cv. Áridus e capim-adropogon cv. Planaltina, comparativamente aos tratamentos suplementos múltiplos contendo sal comum (SMSC), ureia associada à mistura mineral (UMM) e sal comum (SC), com valores intermediários para os tratamentos mistura mineral (MM) e ureia associada ao sal comum (USC).

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil (Código Financiamento 001), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e à Unimontes.

À Fazenda Floresta, por disponibilizar a área experimental, mão de obra e logística para a execução do experimento.

REFERÊNCIAS

1. Abiec. Beef report 2020 - perfil da pecuária no Brasil. ABIEC, 2020. Disponível em: https://www.cicarne.com.br/wp-content/uploads/2020/05/SUM%C3%81RIO-BEEF-REPORT-2020_NET.pdf. Acesso em: 21 jan. 2021
2. Euclides VPB. Estratégias de suplementação em pasto: uma visão crítica. In: PEREIRA, O. G. et al. (Eds.). Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem, 2002, Viçosa-MG. Viçosa, 2002. p. 437-469.
3. Zanetti D, Godoi LA, Estrada MM, Engle TE, Pacheco MVC, Pereira JMV, et al.. et al. Influence of a mineral supplement containing calcium, phosphorus and micronutrients on intake, digestibility, performance and mineral status of young Nellore bulls in a feedlot. *Animal Production Science*.2020; 60: 277-287.
4. Lima LO, Souza VC, Messana JD, Castagnino PS, Lima ARC, Berchielli TT. Phosphorus supplementation does not affect the intake, digestibility, and meat quality of Nellore young bulls fed with high-grain diets. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. 2021; 43: e 50347.
5. Malafaia P, Peixoto JCS, Moreira AL, Costa DPB, Correa WS. Ganho de peso e custos em bovinos de corte submetidos a dois tipos de suplementos minerais. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 2004; 4: 160-164.
6. KÖEPPEN, W. *Climatologia*. Buenos Aires: Gráfica Panamericana, 1948. 478 p.

7. Cook CW. Collecting forage samples representative of ingested material of grazing animals for nutritional studies. *Journal of Animal Science*. 1964; 23: 265-270.
8. Johnson AD. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. *Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops Bulletin*, v. 52, p. 96-102, 1978.
9. Detmann E, Souza MA, Valadares Filho SC, Queiroz AC, Berchielli TT, Saliba EOS, et al. Métodos para análise de alimentos. Suprema, Visconde do Rio Branco, MG, Brasil, 2012. 214 p.
10. Ferreira DF. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
11. MINSON, D. J. Forage in ruminant nutrition. New York: Academic Press, 1990. 483 p.
12. Quadros DG, Souza HN, Andrade AP, Bezerra ARG, Almeida RG, Sá AM, et al. Avaliação bioeconômica de estratégias de suplementação de novilhos zebuínos mantidos em pastagens diferidas de capim-marandu no período seco. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. 2016; 17: 461-473.
13. Ítavo LCV, Dias AM, Ítavo CCBF, Franco GL, Moraes MG, Souza ARDL, et al. Mineral-nitrogen supplementation to finishing Nellore steers in deferred pasture. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim*. 2017; 18: 576-586.
14. Berchielli TT, Pires AV, Oliveira SG. *Nutrição de ruminantes*. 2. ed. FUN EP - Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão. Jaboticabal. 2011. 616 p.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-62>

Capítulo 62

PRINCIPAIS DESAFIOS QUE AFETAM A SAÚDE INTESTINAL DAS AVES

Lídia Caroline Ferreira Cruz¹; Stéfane Alves Sampaio²; Thiago Ferreira Costa³; Samantha Leandro de Sousa Andrade Alexandrino⁴; Christiane Silva Souza⁵; Kelly Fernanda Borges⁶; Cibele Silva Minafra⁷

¹Estudante no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - PPGZ – IFG. E-mail: lidiaccruz@outlook.com, ²Estudante no curso de Bacharelado em Zootecnia – IFG. E-mail: stefanesamp@gmail.com, ³Estudante no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - PPGZ – UFG. E-mail: thi_costa12@hotmail.com, ⁴Estudante no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - PPGZ – IFG. E-mail: sam87and@gmail.com, ⁵Bolsista PNPd/Capes, Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ. E-mail: christianessouza@gmail.com, ⁶Estudante do curso de Bacharelado em Zootecnia – IFG. E-mail: kellyfernandaborges2512@gmail.com, ⁷Docente/pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - PPGZ – IFG. E-mail: cibele.minafra@ifgoiano.edu.br

RESUMO: O trato gastrointestinal das aves é colonizado por microrganismos benéficos e maléficos, vivendo de maneira comensal. As bactérias benéficas influenciam positivamente a integridade intestinal, funcionalidade da barreira de proteção, resposta imunológica, digestão e absorção dos nutrientes. As bactérias maléficas causadoras de enterites nas aves são: *Clostridium colinum* (enterite ulcerativa), *Clostridium perfringens* (enterite necrótica), *Campylobacter jejuni* e *Campylobacter coli* (enterite hemorrágica), *Escherichia coli*, *Salmonella entérica* (*Salmonella pullorum* - pulorose e *Salmonella gallinarum* - tifo aviário). Os protozoários causadores de enterites são: *Eimeria acervulina*, *Eimeria maxima*, *Eimeria tenella* (causam a coccidiose), *Cryptosporidium meleagridis*, *Cryptosporidium baileyi* e *Cryptosporidium galli*. Os vírus que acometem aves são: Paramoxivírus aviário tipo I (doença de Newcastle), rotavírus, astrovírus e reovírus. Porém, as lesões intestinais provocadas pelo microbioma maléfico podem ser amenizadas com o uso de prebióticos e probióticos na dieta das aves. Os prebióticos e probióticos fortalecem o sistema imunológico da ave, previne contra doenças entéricas infecciosas e melhora a digestão e absorção intestinal. Algumas bactérias que pertencem a microbiota intestinal das aves são utilizadas como probióticos, as espécies mais utilizadas pertencem ao gênero *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*. Esta revisão analisa as informações científicas disponíveis sobre os principais microrganismos que afetam a saúde intestinal das aves e o uso de prebióticos e probióticos como aditivos preventivos na literatura vigente.

Palavras-chave: avicultura; coccidiose; enterite necrótica; prebióticos; probióticos

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores países exportadores e produtores de carne de frango, ocupando o 3º lugar em produção mundial e o 1º lugar nas exportações de carne de frango (1). A criação de frangos de corte apresenta grande influência para a economia brasileira, sendo um dos maiores setores dentro da produção agropecuária, devido exportar para diversos países, que frequentemente impõem várias exigências a fim de melhorar a qualidade do produto final (16).

Um bom desempenho zootécnico está relacionado com a saúde intestinal das aves, sendo assim, mesmo que as rações fornecidas sejam de boa qualidade e os ambientes estejam adequados, sem a saúde intestinal não será possível alcançar bons resultados (30). A saúde intestinal representa o equilíbrio dinâmico entre o conteúdo luminal e a mucosa intestinal, no qual as características funcionais e estruturais da mucosa encontrem-se mantidas ou preservadas (24).

A microbiota desempenha função fundamental na manutenção da saúde intestinal, devido apresentar uma capacidade em modular as funções fisiológicas do hospedeiro, sendo indispensável para manter a homeostase intestinal, principalmente por meio da exclusão dos microrganismos prejudiciais. Ao impossibilitar a colonização destes microrganismos, diminui-se o gasto de nutrientes e energia empregados a fim de manter o sistema imunológico ativo contra estes patógenos. Sendo assim, quando se tem uma microbiota intestinal saudável acarreta em economia nutricional para o hospedeiro, que transpõe em melhorias no desempenho produtivo das aves (15).

O objetivo principal é revisar as informações científicas disponíveis sobre os microrganismos comensais do trato gastrointestinal das aves, suas principais características e acometimento do epitélio intestinal. Bem como a utilização de prebióticos e probióticos sob a saúde intestinal das aves e seu sistema imunológico.

MICRORGANISMOS ENTÉRICOS CAUSADORES DE ENTERITES

O segmento intestinal da ave é habitualmente colonizado por microrganismos comensais, simbióticos e patogênicos e esse microbioma pode chegar a ser duas vezes maior que as células germinais e somáticas do animal. Os microrganismos fornecem um ambiente propício para a multiplicação de diversos agentes benéficos, além de auxiliar na digestão dos nutrientes, atuam na sinergia com o sistema imunológico a fim de limitar a multiplicação de bactérias patogênicas. O desequilíbrio desse microbioma intestinal pode ocorrer por condições de jejum prolongado alimentar e/ou hídrico, estresse ou infecções virais (36).

A nutrição do animal está diretamente relacionada a sua saúde, uma vez que a ingestão de uma dieta de má qualidade leva ao desequilíbrio do microbioma intestinal. O estado de saúde do animal quando se diz ao trato gastrointestinal (TGI) pode ser assegurado quando existe uma dieta balanceada para cada fase de sua vida, sem excessos e sem escassez (31). A microbiota benéfica influencia positivamente a integridade intestinal, incluindo a funcionalidade de sua barreira de proteção e resposta imunológica. As enfermidades surgidas devido a toda desordem do funcionamento normal do intestino levam ao surgimento de doenças entéricas (15).

1. BACTÉRIAS

1.1. *Clostridium* spp.

A presença dos *Clostridium* no TGI não é suficiente para prejudicar o animal. Porém, em casos de deficiência nutricional e diminuição do sistema imunológico da ave, essas bactérias podem promover uma toxicidade entérica. As espécies do *Clostridium* produzem bacteriocina que afeta as bactérias benéficas (21).

São bactérias gram-positivas e anaeróbicas, a espécie *Clostridium colinum* causa enterite ulcerativa e a espécie *Clostridium perfringens* causa enterite necrótica nas aves. As lesões de enterite necrótica acometem na sua maioria o jejuno e íleo, as características histopatológicas da doença são lesões com severa necrose coagulativa aguda na mucosa, normalmente com hemorragia severa. A enterite necrótica afeta normalmente aves entre a segunda e a sexta semana de vida (5); (25); (37).

A enterite necrótica nas aves apresenta de forma aguda, clínica e na forma subclínica. Na forma aguda, o animal apresenta sinais de depressão, ficam amontoadas, com penas eriçadas, diarreia, anorexia, e morte súbita levando a perdas significativas. Na forma subclínica da doença, os animais apresentam lesões na mucosa intestinal, diminuindo assim a digestão e absorção de nutrientes, conseqüentemente perda de peso (5); (11).

A enterite ulcerativa é uma doença infectocontagiosa que acomete frangos de corte, galinhas poedeiras e codornas japonesas, caracterizada por um início súbito e aumento rápido da mortalidade. As aves apresentam perda de peso, diarreia aquosa e esbranquiçada e com presença de sangue, depressão e penas eriçadas. Em lesões macroscópicas é possível observar hemorragia na serosa do duodeno, úlceras amareladas com um alo pálido no intestino delgado e grosso, presença de sangue no intestino e podem apresentar esplenomegalia com áreas necróticas (17).

1.2. *Campylobacter* spp.

É uma bactéria gram-negativa, microaerófila, as espécies *Campylobacter jejuni* e *Campylobacter coli* fazem parte da microbiota fisiológica da ave (28). Podem causar lesões na mucosa intestinal levando um quadro de enterite hemorrágica, tais fatores que influenciam essas afecções são o estresse e imunossupressão, pode ser transmitida para o homem principalmente por ingestão de carne contaminada. É uma bactéria termofílica e quando o animal tem uma carga bacteriana significativa ele apresenta diarreia, perda de peso, inflamação intestinal e hepatite. A transmissão de *Campylobacter* pode ser vertical (da mãe para filho), quanto horizontal, no meio ambiente por contato oral com as fezes. Essa bactéria pode ultrapassar o epitélio intestinal colonizar o sistema circulatório e outros órgãos, como o baço e fígado (35).

1.3. *Escherichia coli*

É uma bactéria gram-negativa comensal, anaeróbica facultativa e oportunista, pertence ao microbioma intestinal das aves, é protagonista de diversas afecções em animais imunossuprimidos, como por exemplo a celulite, salpingite e granulomas no fígado, mesentério e duodeno. A *Escherichia coli* está presente no intestino delgado e no ceco das aves em seus primeiros dias de vida (39); (28); (7).

1.4. *Salmonella* spp.

A *Salmonella* é uma bactéria gram-negativa, aeróbica ou anaeróbica facultativa. A espécie *Salmonella enterica* possui dois sorovares que causam enfermidades nas aves. O sorovar *Salmonella pullorum* causa pulorose e o tifo aviário é causado pelo sorovar *Salmonella gallinarum*. A Salmonelose é uma das principais causas de perdas na avicultura, podendo estar presente nos ovos, porém a quantidade de ovos contaminados depende da prevalência da doença entre os animais (6).

A Pulorose é uma doença com alta mortalidade, aves jovens são mais suscetíveis. Pode ocorrer transmissão horizontal e transmissão vertical da doença, as aves apresentam quadro de apatia, anorexia, asas caídas, diarreia esbranquiçada, perda de peso, diminuição na taxa produção de ovos e eclodibilidade e morte. O tifo aviário comumente acomete as aves adultas, podendo ser transmitida de forma horizontal direta e indireta, pelo contato entre as aves ou por meio de vetores, respectivamente. As aves acometidas pelo tifo aviário apresentam um quadro clínico de apatia, anorexia, anemia, perda de peso e queda na produção de ovos (14).

2. PROTOZOÁRIOS

2.1. *Eimeria* spp.

As espécies que infectam aves são *Eimeria acervulina*, *Eimeria maxima*, *Eimeria tenella*, sendo essas três de maior importância para a avicultura de corte, *Eimeria mitis*, *Eimeria brunetti*, *Eimeria necatrix* e *Eimeria praecox* (29). É um parasita intracelular obrigatório, causador da coccidiose em aves, induzem a resposta imune humoral e mediada, destroem as vilosidades e a mucosa intestinal (2). Os danos causados pelo parasita *Eimeria* predispõe a enterite necrótica (38), possibilitando o fornecimento de aminoácidos para o crescimento do *Clostridium perfringens* através dos fluidos teciduais do epitélio danificado (7). (22) identificaram lesão na estrutura da mucosa intestinal provocada pela *Eimeria* e *Clostridium*.

A *Eimeria acervulina* acomete severamente o duodeno e decresce até a parede mediana do intestino delgado, invadindo apenas os enterócitos. A *Eimeria tenella* causa lesões principalmente no ceco, lesionando inicialmente as células da mucosa e depois as células da submucosa do ceco. A *Eimeria máxima* acomete principalmente os enterócitos da região média do intestino delgado. As infecções causadas pelas espécies de *Eimeria* causam uma modificação nas estruturas dos vilos intestinais provocando o encurtamento da altura dos mesmos, diminuindo a capacidade de absorção. Pode ocorrer destruição dos enterócitos, impedindo a renovação das vilosidades levando a perda de fluidos, hemorragia e susceptibilidade a outras doenças. Os animais infectados e que manifestam sinais clínicos da coccidiose apresentam diarreia com presença de sangue ou muco, desidratação, penas arrepiadas, anemia, despigmentação da pele e prostração (32).

2.2. *Cryptosporidium* spp.

O gênero *Cryptosporidium* são coccídios. A espécie *Cryptosporidium meleagridis* habita e provoca lesões no intestino delgado, *Cryptosporidium baileyi* provoca lesões no ceco e no cólon e o *Cryptosporidium galli* infecta o proventrículo. Estes protozoários completam seu ciclo biológico na superfície de células epiteliais dos tratos gastrintestinal (13).

3. VÍRUS

A maior parte das infecções virais entéricas ocorrem nas primeiras três semanas de vida. Os sinais clínicos e lesões induzidas por diferentes vírus são semelhantes, sendo difícil identificar o agente causador por meio de diagnóstico clínico. O vírus entérico não persiste muito tempo no organismo, em geral, são a causa da maior parte dos desafios primários de aves jovens e o dano causado pela enterite induzida por vírus potencializa a proliferação de outros agentes infecciosos, principalmente bactérias, por lesionar os enterócitos e promover a presença de alimento não digerido no TGI.

O Paramoxivírus aviário tipo I, agente da doença de Newcastle, apresenta diferentes formas clínicas que variam de acordo com a virulência, o patótipo e o tropismo do vírus. Na forma viscerotrópica, as lesões se caracterizam pela presença de úlceras e hemorragia na mucosa do Proventrículo e segmento intestinal. Na maioria dos casos, observa-se a diarreia verde brilhante ou sanguinolenta (20). O gênero Rotavírus pertence à família *Reoviridae*, é RNA, não envelopado, são classificados em sorogrupos, podendo apresentar caráter zoonótico. A localização das lesões varia de acordo com o tipo de vírus. O vírus do grupo A se replica no duodeno e do grupo D no jejuno e íleo. A rotavirose aviária geralmente apresenta alta morbidade e baixa mortalidade (26).

A contaminação pela espécie AvRV do rotavírus causa anorexia, diarreia, desidratação, o animal apresenta cloaca e pés sujos com excretas aderidas e a cama do galpão tem aspecto mais úmido. O AvRV é resistente ao pH ácido do TGI e as enzimas proteolíticas, conseguindo atingir os enterócitos no intestino delgado, onde se replica. Após sua replicação nos enterócitos maduros, o vírus inicia sua replicação no citoplasma do mesmo causando rompimento celular e liberando vírions, infectando novos enterócitos maduros. A destruição dos enterócitos do epitélio intestinal provoca uma diarreia devido à má absorção de água e nutrientes, diminuem a secreção de dissacarídeos e por consequência sua não absorção, reduzindo a disponibilidade de energia para a ave (18).

O gênero *Ortoreovirus* é um vírus RNA que pertence à família *Reoviridae*. Quando ocorre algum desequilíbrio da microbiota intestinal, o REO AV se replica na mucosa intestinal da ave por meio de viremia e migra para corrente sanguínea através das placas de Peyer no TGI. A partir daí eles migram para a bainha tendinosa da articulação tibiotársica provocando um processo inflamatório causando artrite e tenossinovite. Após a viremia o REO AV acomete quase todos os órgãos em 24 a 48 horas após sua infecção (34). O gênero *Astrovirus* possui RNA de fita simples, não possui envelope e são classificados na família *Astroviridae*. O genótipo AAstV2 do sorotipo ANV1 possui a cepa *Avian Nephritis virus* que causa túbulonefrose, nefrite intersticial e enterite (42); (27). (19) descreveu que há somente três espécies de *Astrovirus* infectando as aves de produção no Brasil, ANV, CAstV e TAstV-1, e detectou pela primeira vez a ocorrência de TAstV-1 em frangos no Brasil e a segunda detecção no mundo.

PROBIÓTICOS E PREBIÓTICOS

Os prebióticos e probióticos fortalecem o sistema imunológico da ave e previne contra doenças infecciosas. Os prebióticos são ingredientes alimentares que estimula a ação de bactérias benéficas, os probióticos geralmente utilizados em aves são os oligossacarídeos (frutooligosacarídeos, inulina, mananoligosacarídeos e xilooligosacarídeos). Eles competem pelos receptores de açúcar, impedindo a adesão de patógenos, como a *Salmonella* e a *Escherichia coli* (3). Os Mananoligosacarídeos (MOS)

modulam o sistema imunológico, a resposta imune inata e principalmente a resposta imunológica do tecido linfóide, melhorando a titulação dos anticorpos (Ac) imunoglobulina M (IgM) e imunoglobulina G (IgG), além de eliminar agentes patogênicos do TGI (12).

Os MOS melhoram o desenvolvimento intestinal devido sua influência na multiplicação de uma microbiota benéfica (9). Aumentam a população de *Bifidobacterium* no ceco e reduzem a quantidade de *Escherichia coli* (10). Esses oligossacarídeos são capazes de ligar a lectina específica de manose de patógenos gram negativos como a *Escherichia coli*, e assim a excretar do intestino (40).

O aumento da produção dos Ac IgA (intestinal), IgG (sérica) e imunoglobulina M (IgM) podem influenciados por probióticos adicionados na dieta da ave, a levedura *Saccharomyces cerevisiae* como probiótico aprimora a função das células T (8). Algumas bactérias são utilizadas como aditivos na dieta da ave para melhorar seu desempenho e estado de saúde, os principais microrganismos utilizados como probióticos são os do gênero *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Streptococcus* e *Bacillus* (33).

A resposta imune da mucosa intestinal a microbiota requer uma capacidade sensorial para identificar microrganismos comensais dos microrganismos patogênicos através do estímulo de secreções de citocinas determinadas por células epiteliais. A microbiota benéfica auxilia na regulação do sistema imunológico, estimula a produção de mucina e a proliferação de células epiteliais. As bactérias patogênicas para começar seu processo infeccioso precisam se aderir à superfície epitelial, essa adesão ocorre através das glicoproteínas (lectinas). Entretanto, os MOS possuem a propriedade de aderir ao glicocálix impedindo a ligação dos patógenos ao epitélio intestinal. Os MOS também influenciam na diminuição da população de *Escherichia coli* no TGI de codornas japonesas (23); (33).

Além das células de defesa, os probióticos facilitam a ação fagocítica inespecífica dos macrófagos alveolares. Os probióticos contêm microrganismos vivos que auxiliam na digestão e absorção dos nutrientes e nas aves auxiliam também no sistema imune. Os probióticos adicionados na dieta do animal auxiliam na proteção do epitélio intestinal e impedem que os patógenos utilizem aminoácidos, minerais e carboidratos para produção de toxinas. Estimulam também o processo de mitose, aumentando o número de células, por consequência aumenta o tamanho dos vilos e profundidade das criptas. Portanto, leva a uma melhor digestibilidade e absorção dos nutrientes, sem ocasionar riscos à saúde humana (41).

O uso de prebióticos e probióticos pode estimular a resposta imune inespecífica e a resposta imune específica, aumentando o número e a atividade fagocítica do hospedeiro. Essa ação pode ocorrer devido a ativação dos macrófagos por aumento nos níveis de citocina através da atividade das células distribuidoras naturais e dos níveis de imunoglobulinas, sem o desencadeamento de uma resposta inflamatória prejudicial. Além das células de defesa, os probióticos facilitam a ação fagocítica inespecífica dos macrófagos alveolares (4).

Durante a passagem do alimento no intestino, há uma competição por nutrientes específicos pelas bactérias intestinais e pelas bactérias dos probióticos adicionados na dieta, as bactérias dos probióticos se nutrem por alimentos parcialmente degradados por enzimas digestivas. Os probióticos adicionados na dieta do animal auxiliam na proteção do epitélio intestinal e impedem que os patógenos utilizem aminoácidos, minerais e carboidratos para produção de toxinas (3).

CONCLUSÕES

A disbiose, o rompimento da barreira intestinal e o processo inflamatório comprometem a absorção e digestão dos nutrientes presentes na dieta das aves. O microbioma intestinal pode ser alterado pela dieta, ingestão de antibióticos e infecção por agentes patogênicos. A microbiota intestinal da ave é dinâmica e complexa, a funcionalidade do TGI como um todo depende da sua saúde e de fatores externos (ausência de estresse e bem-estar). Compreender a fisiologia intestinal em amplitude requer tempo e dedicação a novos estudos sobre todo seu funcionamento e principalmente da dinâmica e influência do sistema imunológico em relação ao microbioma.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia Goiano (IFG) - Campus Rio Verde/GO e ao laboratório de Bioquímica e Metabolismo Animal.

REFERÊNCIAS

1. ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório anual 2021 [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Ago 11]. Disponível em: Disponível em: <http://abpa-br.org/relatorios/>
2. Adedokun SA, Olojede OC 2019. Optimizing gastrointestinal integrity in poultry: the role of nutrients and feed additives. *Frontiers in Veterinary Science*. 2019;5:348.
3. Adhikari PA, Kim WK. Overview of prebiotics and probiotics: focus on performance, gut health and immunity. *Ann. Anim. Sci.* 2017;17:949-966.
4. Ajuwon KM. Toward a better understanding of mechanisms of probiotics and prebiotics action in poultry species. *J. Appl. Poult. Res.* 2015;25:277-283.
5. Albornoz LAL, Nakano V e Campos MJA. *Clostridium perfringens* e a enterite necrótica em frangos: principais fatores de virulência, genéticos e moleculares. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 2014;51:178-193.
6. Arnold ME, Martelli F, McLaren I, Davies RH. Estimation of the Rate of Egg Contamination from *Salmonella*-Infected Chickens. *Zoonoses and Public Health*. 2014;61:18-27.
7. Apajalahti J, Vienola K. Interação entre microbiota intestinal de frango e digestão de proteínas. *Animal Feed Science and Technology*. 2016;61(1):18-27.
8. Bai SP, Wu AM, Ding XM, Lei Y, Bai J, Zhang KY, et al. Effects of probiotic-supplemented diets on growth performance and intestinal immune characteristics of broiler chickens. *Poult. Sci.* 2013;92:663-670.
9. Baurhoo B, Ferket PR, Zhao X. Effects of diets containing different concentrations of mannanoligosaccharide or antibiotics on growth performance, intestinal

- development, cecal and litter microbial populations, and carcass parameters of broilers. *Poult. Sci.* 2009;88:2262-2272.
10. Baurhoo B, Letellier A, Zhao X, Ruiz-Feria CA. Cecal populations of lactobacilli and bifidobacteria and escherichia coli populations after in vivo escherichia coli challenge in birds fed diets with purified lignin or mannanoligosaccharides. *Poult. Sci.* 2007;86:2509-2516.
 11. Bortoluzzi C, Vieira BS, Hofacre C, Applegate TJ. Effect of different challenge models to induce necrotic enteritis on the growth performance and intestinal microbiota of broiler chickens. *Poultry Science.* 2019;98:2800-2812.
 12. Bozkurt M, Kucukyilmaz K, Catli AU, Cinar M, Bintas E, Coven F. Performance, egg quality, and immune response of laying hens fed diets supplemented with mannan-oligosaccharide or an essential oil mixture under moderate and hot environmental conditions. *Poult. Sci.* 2012;9:1379-1386.
 13. Bouzid M, Hunter PR, Chalmers RM, Tyler KM. *Cryptosporidium* pathogenicity and virulence. *Clin Microbiol Rev.* 2013;26(1):115-34.
 14. Cardoso ALSP, Tessari ENC. Salmoneloses aviárias: revisão [Internet]. *Revista Eletrônica Nutritime*; 2015 [acesso em 10 Ago 2021]. Disponível em: http://nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/ARTIGO304a.pdf
 15. Carrasco JMD, Casanova NA, Miyakawa MEF. Microbiota, gut health and chicken productivity: what is the connection?. *Microorganisms.* 2019;7(10):374.
 16. Coelho AEG, Domingues JAG, Silva EJ. Exportação brasileira do frango de corte. *Revista Processando o Saber.* 2021;13:124-137.
 17. Cooper KK, Songer JG, Uzal. Diagnosing clostridial enteric disease in poultry. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation.* 2013; 25:314-327.
 18. Dhama K, Saminathan M, Karthik K, Tiwari R, Shabbir MZ, Kumar N, et al. Avian rotavirus enteritis - an updated review. *The Veterinary quarterly.* 2015;35:142-58.
 19. Espinosa LRL. Detecção e genotipagem de astrovírus em amostras fecais de aves de produção procedentes de diferentes criações comerciais brasileiras. [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2016.
 20. Ferreira HL, Taylor TL, Dimitrov KM, Sabra M, Afonso CL, Suarez DL. Virulent Newcastle disease viruses from chicken origin are more pathogenic and transmissible to chickens than viruses normally maintained in wild birds. *Vet Microbiol.* 2019;235:25-34.
 21. Georges SO, Bernardo LG, André MCDPB, Campos MRH, Borges LJ. Ecofisiologia microbiana e micro-organismos contaminantes de língua suína e de frango do tipo frescal. *Digital Library Journal.* 2019;36.

22. Golder HM, Geier MS, Forder REA, Hynd PI, Hughes RJ. Effects of necrotic enteritis challenge on intestinal micro-architecture and mucin profile. *British Poultry Science*. 2011;52:500-506.
23. Hazrati S, Rezaeipour V, Asadzadeh S. Effects of phytogetic feed additives, probiotic and mannan-oligosaccharides on performance, blood metabolites, meat quality, intestinal morphology, and microbial population of Japanese quail. *Br Poult Sci*. 2020;61:132-139.
24. Ito NMK, Miyaji CI, Okabayashi SM. Saúde intestinal em frangos de corte [Internet]. 2007 [acecco em 2021 Ago 05]. Disponível em: http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Portuguese/novembro2007-saudeintestinalemfrangosdecorte.pdf
25. Lacey JA, Johanesen PA, Lyras D e Moore RJ. Genomic diversity of necrotic enteritis-associated strains of *Clostridium perfringens*: a review. *Avian Pathology*. 2016;45(3):302-307.
26. Martella V, Bányai K, Matthijnsens J, Buonavoglia C, Ciarlet M. Zoonotic aspects of rotaviruses. *Veterinary Microbiology*. 2010;140: 246-255.
27. Mettifogo E, Nuñez LFN, Chacón JL, Parra SHS, Ferreira CSA, Jerez JA, et al. Emergence of Enteric Viruses in Production Chickens Is a Concern for Avian Health. *The Scientific World Journal* 2014:1-8.
28. Oakley BB, Lillehoj HS, Kogut MH, Kim WK, Maurer JJ, Pedroso A, et al. O microbioma gastrointestinal de frango. *FEMS Microbiology Letters*. 2014;360:100-112.
29. Oden LA, Lee JT, Pohl SK, Klein AE, Anderson AS, Dougherty SD, et al.. Influence of diet on oocyst output and intestinal lesion development in replacement broiler breeders following live oocyst coccidiosis vaccination. *Journal of Applied Poultry Research*. 2012;21:445-459.
30. Oliveira EB, Deminicis RGS, Lima MR, Costa FGP, Nascimento DS, Ribeiro TS. Impact of intestinal health at poultry. *Open Access Journal of Science*. 2017;1(5):136-137.
31. Oviedo-Rondón EO. Visão holística da saúde intestinal em aves de capoeira. *Ciência e Tecnologia de Ração Animal*. 2019;250:1-8.
32. Penha GA, Suzuki EY, Ueda FS, Bocardo M, Peres REP. Coccidiose aviária [Internet]. *Rev. Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*; 2008; [acesso em 9 Ago 2021]. Disponível em: http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/SYeao0yvEk4rvMI_2013-6-14-14-38-51.pdf

33. Reis TL, Vieites FM. Antibiótico, prebiótico, probiótico e simbiótico em rações de frangos de corte e galinhas poedeiras. *Ciência Animal*. 2019;29(3):133-147.
34. Rios RL, Marin SY, Gomes AM, Resende JS, Bonfim MRQ, Gomes AD, et al. The occurrence of Orthoreovirus, Rotavirus and chicken anemia virus in chickens of the poultry industry in Minas Gerais. Brazil. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*. 2012;64:1613-1620.
35. Sahin O, Kassem II, Shen Z, Lin J, Rajashekara G, Zhang Q. *Campylobacter* in Poultry: Ecology and Potential Interventions. *Avian Diseases*. 2015;59:185-200.
36. Sender R, Fuchs S, Milo R. Revised Estimates For The Number Of Human And Bacteria Cells In The Body. *Plos Biology*. 2016;14: e1002533.
37. Souza LT. *Clostridium perfringens*: Uma revisão [dissertação]. Minas Gerais: Universidade Federal de Minas Gerais; 2017.
38. Shojadoost B, Vince AR, Prescott JF. A indução experimental bem-sucedida de enterite necrótica em frangos por *Clostridium perfringens*: uma revisão crítica. *Pesquisa Veterinária*. 2012;43(1):74.
39. Tanikawa T, Shoji N, Sonohara N, Saito S, Shimura Y, Fukushima J, et al. Transição do envelhecimento da estrutura da comunidade bacteriana no ceca do pintinho. *Poultry Science*. 2011;90(5):1004-1008.
40. Thomas WE, Nilsson LM, Forero M, Sokurenko EV, Vogel V. Sheardependent 'stick-and-roll' adhesion of type 1 fimbriated *Escherichia coli*. *Mol. Microbiol*. 2004;53(5):1545-1557.
41. Valentim JK, Rodrigues RFM, Bittencourt TM, Lima HJD, Resende GA 2018. Implicações sobre o uso de promotores de crescimento na dieta de frangos de corte [Internet]. *Revista Nutritime*; 2018; [acesso em 10 Jul 2021]. Disponível em: http://nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/Artigo_470.pdf.
42. Wit JJ, Dam GBT, Laar JMAMV, Biermann Y, Verstegen I, Edens F, et al. Detection and characterization of a new astrovirus in chicken and turkeys with enteric and locomotion disorders. *Avian Pathology*. 2011;40(5): 453-461.

doi <https://doi.org/10.53934/9786599539633-63>

Capítulo 63

RAÇA E SEXO: EFEITOS NO DESEMPENHO DE BOVINOS DE CORTE EM CONFINAMENTO

Eduarda Caroline Kichel Cuff¹; Anna Claudia Cardoso Paimel¹; Jenifer Santos de Matos²; Rodrigo Schaurich Mativi Righi²; Carla Heloisa Avelino Cabral³; Carlos Eduardo Avelino Cabral³

¹Estudante do Curso de Zootecnia – ICAT – UFR; E-mail: eduarda.kuff@hotmail.com,

²Mestranda em Zootecnia – ICAT – UFR; ³Docente/pesquisador do Curso de Zootecnia – ICAT – UFR. E-mail: carla.cabral@ufr.edu.br.

RESUMO: Com o avanço das pesquisas voltadas a tecnologia da carne e buscando melhorar o ganho de peso dos animais, tem-se utilizado sistemas de criação alternativos. Dentre esses, está o confinamento, usado principalmente na fase de terminação de bovinos de corte. Nesse contexto, objetivou-se avaliar a influência da composição racial e sexo sobre o desempenho de bovinos em confinamento. O trabalho foi realizado na Fazenda Cristo Rei, localizada no município de Campinápolis-MT, de fevereiro de 2018 a abril de 2019. O sistema de produção era confinamento com lotes de 100 animais com idade média inicial de 30 meses. Os tratamentos consistiram em: Experimento 1 – Classe sexual (fêmeas e machos não castrados) da raça Nelore. Experimento 2: Composição racial – Nelore e cruzados (Angus x Nelore) de machos não castrados. Fêmeas submetidas as mesmas dietas que machos sobre confinamento apresentaram ganhos inferiores, peso da carcaça, ganho médio diário e ganho diário na carcaça em relação aos machos. O peso corporal final foi maior para os animais cruzados (541 kg Nelore versus 563 cruzados), geralmente atribuiu-se que os melhores desempenhos de animais cruzados estão associados à melhor conversão alimentar. Porém, neste estudo, não houve diferença para a conversão alimentar e as demais variáveis avaliadas. A classe sexual é uma característica que pode suprir as diversas necessidades do sistema de confinamento de bovinos. Já para composição racial, considera-se que animais da raça Nelore de rebanhos com melhoramento genético adequado e abatidos jovens, possuem o mesmo desempenho na produção que animais cruzados.

Palavras-chave: composição racial; confinamento; classe sexual

INTRODUÇÃO

O Brasil vem tornando-se nos últimos anos o maior mercado exportador de carne bovina, trazendo incentivo aos pecuaristas para investir em qualidade e rentabilidade do sistema de produção. O estado do Mato Grosso ocupa a segunda posição no ranking de exportações para países parceiros, evidenciando o grande potencial produtivo do estado mato-grossense.

Neste contexto é importante buscar alternativas para o melhor aproveitamento da área, redução no tempo de engorda (2) e aproveitar o período de estacionalidade forrageira, característico da região Centro-Oeste do país, para a produção de carne (3). Logo, o sistema de criação que se enquadra como alternativa é o confinamento, geralmente utilizado para

terminação de bovinos, fase que antecede o abate dos animais, envolvendo o acabamento e a qualidade da carcaça que será comercializada (3).

Contudo, para o sucesso do confinamento é necessário atenção na escolha dos animais, principalmente considerando raça e classe sexual, visto que possuem influência no ganho de peso, no tempo de confinamento e no rendimento de carcaça (2;4). Por exemplo, raças zebuínas não possuem a precocidade desejada para encurtar a fase de terminação, mas o cruzamento entre taurinos e zebuínos pode ser uma estratégia que complemente esses fatores supracitados (2,5). Já para escolha da classe sexual, deve ser considerado que machos castrados possuem taxa de crescimento entre 10 e 20% maiores quando comparado com machos inteiros e fêmeas (6).

Dessa forma, é importante analisar minuciosamente os detalhes mencionados para ser mais assertivo na escolha dos animais para o confinamento, visando entregar carcaças de maior qualidade para os frigoríficos em menor tempo, e por consequência aumentar o lucro final do produtor. Objetivou-se com esse estudo avaliar a influência da composição racial e sexo sobre o desempenho de bovinos em confinamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda Cristo Rei, localizada no município de Campinápolis no estado do Mato Grosso no período de 07 de fevereiro de 2018 a 10 de abril de 2019. O sistema de produção era confinamento com lotes de 100 animais com idade média inicial de 30 meses. A dieta ofertada aos animais apresentava as seguintes proporções: 80% de milho, 15% torta de algodão e 5% de núcleo. Os machos e fêmeas foram mantidos em sistema de confinamento até atingirem aproximadamente 21 e 15 arrobas, respectivamente. Os tratamentos consistiram em: Experimento 1: Classe sexual (fêmeas e machos não castrados) da raça Nelore. Experimento 2: Composição racial Nelore e cruzados (Angus x Nelore) de machos não castrados. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado.

No experimento 1 as parcelas corresponderam a quatro lotes de 76 fêmeas e sete lotes de 90 machos da raça Nelore com peso médio inicial de 375 e 415 kg, respectivamente. No experimento 2 as parcelas corresponderam a sete lotes de 90 machos não castrados da raça Nelore e 5 lotes de 101 machos não castrados cruzados (Angus x Nelore) com peso médio inicial de 391 e 399 kg, respectivamente

Avaliou-se as variáveis peso inicial (PI), peso final (PF), peso da carcaça, ganho médio diário (GMD), ganho diário na carcaça, rendimento do ganho, consumo diário, consumo em percentual do peso corporal, período de confinamento, rendimento de carcaça e conversão alimentar entre machos e fêmeas da raça Nelore, e de machos não castrados da raça Nelore e cruzados (Angus x Nelore) mantidos em confinamento.

Os animais foram pesados no início (PI) e fim (PF) do experimento em jejum de 14 horas. O GMD foi calculado pela diferença entre o PF e PI dividida pelo número de dias de alimentação. O peso da carcaça (kg) foi obtido pela pesagem da carcaça quente. O ganho diário na carcaça foi calculado pela relação entre o peso da carcaça e o número de dias de confinamento.

O rendimento do ganho foi estimado como segue:

$$\frac{\text{CARC} - (\text{PI} \times 0,5)}{\text{PF} - \text{PI}} \times 100$$

Em que: CARC = peso da carcaça; PI = peso inicial; 0,5 = rendimento inicial de 50%; PF = peso final.

O consumo foi estimado pela relação entre a quantidade de alimento fornecido diariamente aos lotes e o número de animais por lote. O consumo em percentual do peso corporal foi estimado pelas médias do consumo e peso corporal de cada lote. Para o rendimento de carcaça foi considerada a relação entre o PF e o peso da carcaça quente. A conversão alimentar foi obtida ao dividir a quantidade de alimento que o animal ingeriu em função de cada quilograma obtido.

A eficiência biológica (EB) foi calculada como segue:

$$EB = \frac{\text{CONS} \times \text{DCONF}}{\text{@F} - \text{@I}}$$

Em que: CONS = consumo diário médio de matéria seca; DCONF = dias de confinamento; @F = arroba final; @I = arroba inicial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1

Fêmeas submetidas as mesmas dietas que machos sobre regime de confinamento apresentaram ganhos inferiores de peso final, peso da carcaça, ganho médio diário e ganho diário na carcaça, conforme evidenciados na Tabela 1. O resultado é corriqueiro em estudos que avaliam essa distinção de desempenho entre fêmeas e machos sobre o confinamento (1) uma vez que é compreendido pela ação hormonal de machos não castrados.

Tabela 1. Peso Inicial (PI), Peso Final (PF), Peso da carcaça (CARC), Ganho Médio Diário (GMD) e ganho diário na Carcaça (GCD) em machos e fêmeas mantidos em confinamento.

Tratamento	PI kg	PF kg	CARC kg	GMD kg an ⁻¹	GCD kg an ⁻¹
Macho	417 a	571 a	316 a	1,66 a	1,15 a
Fêmea	375 a	431 b	223 b	1,35 b	0,86 b
CV(%)	15,12	13,28	15,82	15,23	18,87

Fonte: Mattos, 2019.

Observando o GMD e o GCD das fêmeas comparativamente com os machos, possuem o menor valor (Tabela 1). Quando são utilizadas fêmeas no sistema de confinamento, o período de permanência deve ser maior. Porém, isso só se torna verdadeiro se o peso ideal de abate para ambos os sexos for idêntico, pois o peso inicial entre os lotes foi igual, conforme indicado na Tabela 1.

O menor peso de carcaça para as fêmeas pode ser compreendido ao considerar aspectos da fisiologia do crescimento como, por exemplo, a influência do fator hormonal no desenvolvimento dos animais, que, no caso das fêmeas faz com que a deposição de gordura ocorra de forma mais precoce que nos machos, reduzindo a velocidade de crescimento destas (7), culminando em pesos inferiores como os resultados obtidos neste trabalho.

Dependendo da dieta, a diferença de maturação entre machos e fêmeas está entre 20 e 30 dias (3;9), o que permite a produção de carne de qualidade em diferentes períodos do ano com estratégias alimentares associando machos e fêmeas no confinamento, conforme observado na diferença do período de confinamento na Tabela 2.

Houve diferença na quantidade ingerida por dia entre machos e fêmeas (Tabela 2). No entanto, o baixo consumo característico em fêmeas só passa a constituir um risco ao sucesso do confinamento se estiver associado a uma lenta taxa de crescimento, pois quando estes fatores se encontram atrelados, o desempenho dos animais será abaixo dos níveis tidos como aceitáveis para garantir retorno econômico satisfatório.

Análogo a isso, devem ser esclarecidas as implicações provenientes dos resultados de rendimento de carcaça e conversão alimentar. A conversão alimentar foi igual e está de acordo com o obtido ao comparar machos e fêmeas terminados em confinamento.

Tabela 2. Rendimento do ganho (RENDG), consumo diário (CONS), consumo em percentual (CONS %), período de confinamento (CONF), rendimento de carcaça (RENDC), eficiência biológica (EB) e conversão alimentar (CA) de machos e fêmeas mantidos em confinamento.

Tratamento	RENDG %	CONS kg dia ⁻¹	CONS %	CONF Dias	RENDC %	EB Kg MS@ ₁	CA kg kg ⁻¹
Macho	0,642 a	11,26 a	2,28 a	95 a	55,1 a	148,42 a	6,86 a
Fêmea	0,694 a	8,84 b	2,19 a	40 b	51,7 b	156,29 a	6,65 a
CV (%)	9,48	12,93	6,72	25,43	2,34	14,49	14,46

Fonte: Mattos, 2019.

Para rendimento de carcaça, também houve diferença, sendo que os machos obtiveram o melhor rendimento comparando-se com as fêmeas, contrário do que foi evidenciado no estudo que avaliava desempenho e características de carcaça de bovinos em distintas classes sexuais sobre o sistema de confinamento (10). O rendimento de carcaça é um indicador de rentabilidade do sistema, sendo determinado pela deposição de gordura e ganho de peso do animal ao longo do período confinado.

No que diz respeito a eficiência biológica não houve diferença estatística ao considerar a variável sexo. A avaliação deste parâmetro é imprescindível, já que o mesmo está intimamente associado a rentabilidade do confinamento, por corresponder a um dos componentes do custo da carcaça produzida (11)

Experimento 2

O peso final (PF) foi maior para animais cruzados (Tabela 3), isso está relacionado com a melhor conversão alimentar (CA) que animais cruzados possuem (12), no entanto, nesse trabalho não houve diferença para CA e para o restante das variáveis analisadas (Tabela 3 e 4).

Tabela 3. Peso Inicial (PI), Peso Final (PF), Peso da carcaça (CARC), Ganho Médio Diário (GMD) e Ganho diário na Carcaça (GCD) de animais Nelore e cruzados (Angus x Nelore) mantidos em confinamento.

Tratamento	PI kg	PF kg	CARC kg	GMD kg an ⁻¹	GCD kg an ⁻¹
Nelore	391 a	541 b	296 a	1,63 a	1,10 a
Cruzado	399 a	563 a	309 a	1,76 a	1,17 a
CV(%)	4,19	3,72	2,89	15,63	16,05

Fonte: Mattos, 2019.

Tabela 4. Rendimento do ganho (RENDG), consumo diário (CONS), consumo em percentual (CONS %), período de confinamento (CONF), rendimento de carcaça (RENDG), eficiência biológica (EB) e conversão alimentar (CA) de bovinos Nelore e cruzados (Nelore x Angus)

Tratamento	RENDG %	CONS kg dia ⁻¹	CONS %	CONF Dias	RENDG %	EB Kg MS@ ⁻¹	CA kg kg ⁻¹
Nelore	66,4 a	10,73 a	2,25 a	94 a	54,7 a	150,32 a	6,67 a
Cruzado	67,4 a	10,86 a	2,30 a	95 a	55 a	164,56 a	6,23 a
CV(%)	3,33	9,87	10,07	22,37	1,50	17,96	14,50

Fonte: Mattos, 2019.

Além disso, animais da raça Alberdeen Angus terminados em confinamento apresentam heterose baixa para conversão alimentar e ganho de peso, indicando que animais oriundos do cruzamento apresentam baixo desempenho quando comparado a animais puros (13). É corriqueiro que grupos genéticos apresentam diferentes taxas e eficiência de deposição dos constituintes químicos corporais (14) quando possuem a mesma idade, peso e grau de acabamento. Outro fator que determinante é a influência do grau de maturidade no desempenho animal de grupos distintos geneticamente (15).

Quando comparado esse estudo entre outros grupos genéticos, há uma diferença para animais mestiços (Zebuínos x Taurinos), é considerado que possuem os melhores rendimentos de carcaça (16). Contudo, o alto grau de heterose dos cruzamentos entre taurinos e zebuínos, facilita a associação entre adaptação ao clima típicos dos animais zebras e o desempenho satisfatório das raças taurinas (17).

Todavia, os resultados esperados deveriam comprovar o fato de que no rendimento de carcaça, a raça Nelore possui os melhores índices (18), já que os resultados gerados são linearmente positivos em razão do aumento dos genes Nelore nos genótipos oriundos do cruzamento com a raça Hereford.

CONCLUSÕES

A classe sexual é uma característica que pode suprir diferentes lacunas no sistema de produção de bovinos confinados, sendo que as fêmeas podem ser utilizadas para acelerar o giro de capital pois, pode-se abater um maior número de animais utilizando a mesma estrutura de confinamento. Com relação à composição racial entende-se que os animais da raça Nelore que advém de rebanho com melhoramento genético adequado e abatidos jovens tem o mesmo desempenho produtivo que animais cruzados Nelore e Angus.

REFERÊNCIAS

1. Coutinho Filho, J. L. V; Peres, R. M; Justo, C. L. Produção de carne de bovinos contemporâneos, machos e fêmeas, terminados em confinamento. *Revist. Bras. de Zoot.*, 2006:35:2043-2049.
2. Mattos, J. S. Efeito da composição racial e sexo sobre o desempenho de bovinos em sistema de confinamento. Rondonópolis: Universidade Federal de Mato Grosso; 2019.
3. Cardoso, E.G. Engorda de bovinos em confinamento (Aspectos gerais). Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS 1996.

4. Marcondes, M. I., Valadares Filho, S. D. C., Paulino, P. V. R., Detmann, E., Paulino, M. F., Diniz, L. L., & Santos, T. R. Consumo e desempenho de animais alimentados individualmente ou em grupo e características de carcaça de animais Nelore de três classes sexuais. *Revist. Bras. de Zoot.*, 2008;37:2243-2250.
5. Leme, P. R; Boin, C; Margarido, R. C.C; Tedeschi, L.O; Hsusknecht, J.C.O. V; Alleoni, G. F; Luchiari Filho, A. Desempenho em Confinamento e Características de Carcaça de Bovinos Machos de Diferentes Cruzamentos Abatidos em Três Faixas de Peso. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2000.
6. Padua, J.T; Magnabosco, C. U; Sainz, R.D; Miyagi, E. S; Prado, C. S; Restle, J.; Resende, L. S; Genótipo e Condição Sexual no Desempenho e nas Características de Carcaça de Bovinos de Corte Superjovens. *Revis. Bras. de Zoot.*, 2004;33:6:2330-2342.
7. Boggs, D. L.; Merkel, R. A. Live animal carcass evaluation and selection manual. Dubuque: Kendall, 1993.
8. Zinn, D.W.; Durham, R.M.; Hedrick, H.B. Feedlot and carcass grade characteristics of steers and heifers as influenced by days on feed. *Journal of Animal Science*, 1970;31:302-306.
9. Junqueira, J.O.B Velloso, L.; Felício, P.E. Desempenho, Rendimentos de Carcaça e Cortes de Animais, Machos e Fêmeas, Mestiços Marchigiana x Nelore, Terminados em Confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia.*, 1998;27:6:1199-1205.
10. Fernandes, A.R.M; Sampaio, A.A.M. Henrique, W; Oliveira, E. A; Tulio, R. R; Perecin, V D. Características da carcaça e da carne de bovinos sob diferentes dietas, em confinamento. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 2008;60:1:139-147.
11. Arruda, Z. J. de; Corrêa, E.S. Avaliação técnico-econômica de sistemas de produção de gado de corte: o sistema físico de produção do CNPGC. Campo Grande; 1992.
12. Castillo Estrada, L.H. Composição corporal e exigências de proteína, energia e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K), características da carcaça e desempenho do Nelore e mestiços em confinamento. 1996.
13. Perotto, D.; Molleta, J.L.; Lesskiu, C. Desempenho em confinamento de machos bovinos inteiros Canchim, Aberdeen Angus e cruzamentos recíprocos. *Ciência Rural*, 2002;32:4:669-674.
14. National Research Council - NRC. Nutrient requirements of beef cattle. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996:7:242.
15. Leme, P. R; Boin, C; Margarido, R. C.C; Tedeschi, L.O; Hausknecht, J.C.O. V; Alleoni, G. F; Luchiari Filho, A. Desempenho em Confinamento e Características de Carcaça de Bovinos Machos de Diferentes Cruzamentos Abatidos em Três Faixas de Peso. *Revis. Bras. de Zootec.* 2000;29(6):2347-2353.
16. Galvão, J.G.C. Estudo da eficiência nutritiva, características e composição física da

- carcaça de bovinos de três grupos raciais, abatidos em três estágios de maturidade. Viçosa: UFV, 1991.
17. Muniz, C. A. S. D; Queiroz, S. A; Avaliação de Características de Crescimento Pós-Desmama de Animais Nelore Puros e Cruzados no Estado do Mato Grosso do Sul. Revista brasileira de Zootecnia, 1999:28:4:713-720.
 18. Restle, J. et al. Características de carcaça e da carne de novilhos de diferentes genótipos de Hereford x Nelore. Revis. Bras. de Zootec., 1999:28:6:1245-1251.

[doi:https://doi.org/10.53934/9786599539633-64](https://doi.org/10.53934/9786599539633-64)

Capítulo 64

RELAÇÃO DO BEM-ESTAR E A SANIDADE NA AVICULTURA

Tatiana Marques Bittencourt¹; Guilherme Resende de Almeida²; Jean Kaique Valentim³; Alexander Alexandre de Almeida⁴; Debora Duarte Moraleco⁵; Heder José D'Avila Lima⁶; Diego Pierotti Procopio⁷

¹Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal- PPGCA – UFMT; E-mail: tatimarquesb@hotmail.com, ²Doutorando do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal- PPGCA – UFMT. ³Doutorando do Programa de Pós Graduação em Zootecnia- PPGZ– UFGD, ⁴Mestrando do Programa de Pós Graduação em Zootecnia- PPGZ- UFVJM, ⁵Mestranda do programa de Pós Graduação em Zootecnia – PPGZ – UFVJM, ⁶Docente do Departamento de Zootecnia e Extensão Rural – PPGCA – UFMT, ⁷Docente do Departamento de Zootecnia e Extensão Rural – PPGCA – UFMT.

RESUMO: A cadeia avícola compreende várias fases, desde sua origem, ainda nas granjas, até a chegada ao comércio e à casa dos consumidores. Visto que o bem-estar animal é uma preocupação e um tema falado nos últimos tempos. Consumidores estão cada vez mais exigentes, preocupam com a segurança alimentar e exigem que os animais de produção sejam criados em sistemas que prevaleçam o bem-estar, mesmo sabendo que estes produtos irão ter um preço mais alto. Objetivou-se abordar neste trabalho os conceitos estabelecidos de bem-estar animal e a sua relação com a sanidade na avicultura. Esses animais de produção, ovos e/ou carne, têm necessidades específicas e são capazes de adaptarem ao meio em que vivem para a sobrevivência. Para criar um sistema que gera conforto para às aves, é necessário compreender que existe uma relação entre bem-estar, estresse e o comportamento animal. Quando estes são criados de forma inadequada com as instalações impróprias, sem o mínimo de sanidade, manejos realizados de maneira errada, podem acarretar problemas produtivos e reprodutivos, prejudicando todo desempenho do animal.

Palavras-chave: Consumidor, estresse, produção avícola, segurança alimentar

INTRODUÇÃO

A avicultura de postura tem se consolidado com o passar dos anos, sendo considerada uma das melhores fontes de proteína animal. Fatores como a sanidade, nutrição balanceada, melhoramento genético, profissionais capacitados, bem-estar animal contribuem para o crescimento significativo do setor. No Brasil, a produção de ovos no ano de 2020 atingiu a marca de 49,05 milhões de unidades, sendo a maior parte da produção destinada ao mercado interno. Os estados que se destacaram na exportação de ovos em 2020, foram o Rio Grande do Sul (31,93%), Mato Grosso (29,32%), Minas Gerais (19,62%) e São Paulo (14,42%). O número de aves alojadas chegou a 118 milhões de cabeça em 2020 no país. E o consumo per capita (unidades) dos brasileiros no ano foi de 230 ovos de galinhas, houve um aumento de 9% comparado com o ano anterior (1). E com

esse aumento, consumidores e produtores estão cada vez mais exigentes quanto à característica do produto, o ovo, sendo que a qualidade de produção está relacionada com a higiene, sanidade, saúde e bem-estar das aves.

Já na avicultura de corte, não diferente do seguimento de postura, tem seu crescimento acelerado com o passar dos anos, o alojamento de matriz de corte chegou a 51.526.181 de cabeças no ano de 2020, a produção brasileira de carne de frango de corte chegou a 13,245 milhões de toneladas. Sendo destinadas 68% dessa produção para o mercado interno e 32% para a exportação. O consumo estimado de carne de frango foi de 42,84 (quilos/ habitantes), segundo dados da (1).

O que vem auxiliando essas exportações são medidas e programas de sanidade principalmente: Plano Nacional de prevenção à Influenza Aviária e Doença de Newcastle que tem como objetivo fortalecer a estrutura de defesa sanitária e dar garantias aos consumidores sobre a qualidade dos produtos avícolas. A produção de ovos com qualidade e segurança é uma responsabilidade a ser compartilhada por toda a cadeia produtiva, iniciando-se ao nível do produtor nas granjas até na mesa do consumidor (2).

Dada a complexidade de fatores que podem influenciar no desempenho e produtividade das aves, é importante reconhecer as avaliações do bem-estar. Diante disso o objetivo da revisão é relacionar a sanidade e o bem-estar de aves poedeiras.

BEM-ESTAR DAS AVES

O tema bem-estar animal vem sendo de grande importância e polêmico no cenário atual. Para criar um sistema que gera conforto para às aves, é necessário compreender que existe uma relação entre bem-estar, estresse e o comportamento animal, e por isto é importante conceituar o termo bem-estar animal.

Segundo (3) bem-estar está relacionado com conforto físico e mental do animal, sendo que conforto mental é um estado, que sem dúvida está relacionado com a condição física do animal, mas não apenas. Desse modo, é difícil saber o grau de satisfação do animal com seu ambiente.

De acordo com o (4) bem-estar de um animal, seja em qualquer situação, desde as instalações ao manejo, devem ser considerados em termos de "cinco liberdades". São elas: livre de sede, fome e desnutrição (pelo pronto acesso à água fresca e dieta balanceada); Livre de desconforto (ajustando um ambiente adequado, uma área confortável); Livre de dor, lesões ou doença (por prevenção ou diagnóstico rápido e tratamento); Liberdade para expressar comportamento normal (adequando esses animais em espaço suficiente, instalações adequadas); e ausência de medo e angústia (garantindo condições que evitem sofrimento mental).

Portanto, esses conceitos são uma abordagem ampla e devem-se levadas em consideração algumas medidas que possibilitem a interação entre o comportamento, medidas fisiológicas, desempenho dos animais e sanidade permitindo uma avaliação mais completa e precisa do bem-estar das aves.

O sistema de produção de galinhas de postura, em gaiola, tornou-se uma das maiores polêmicas acerca do bem-estar. O reduzido espaço oferecido e a ausência de enriquecimento ambiental restringem as atividades consideradas importantes para a ave. Sendo que, análises de parâmetros produtivos e da qualidade dos ovos são exemplos de algumas medidas adotadas para a determinação dos efeitos do ambiente de criação sobre o desempenho e o bem-estar das aves (5). No Brasil, ainda não foi desenvolvido um padrão

de qualidade interna de ovos de consumo, sendo que somente o peso e características da casca têm sido considerados (6).

Preocupada em proteger o bem-estar das poedeiras, a União Europeia impôs padrões mínimos para a criação destas em 1999 (7). Desde 2003, está vetada a instalação de gaiolas convencionais e as já existentes sofreram modificações para promover um espaço mínimo de 550 cm² /ave. A partir de 2012, a criação das aves em gaiolas convencionais está proibida nos países europeus e somente gaiolas enriquecidas ou sistemas alternativos são permitidos na avicultura (5).

No Brasil já existem produtores que estão com o projeto “galinhas livres”, criadas em sistemas alternativos, garantindo um produto diferenciado e de melhor qualidade. Com isso o seu produto tem um maior valor agregado no mercado em comparação com os demais.

Em um estudo, avaliando efeitos do sistema de criação no piso e em gaiola de galinhas poedeiras, foi possível observar melhores resultados de desempenho e principalmente a qualidade do ovo (peso do ovo, gema e albúmen, e gravidade específica) para as galinhas que foram criadas soltas (8).

Em seu trabalho, (5), com o objetivo de avaliar os efeitos de dois sistemas de criação (gaiolas e cama) no desempenho produtivo e na qualidade de ovos de aves poedeiras, não observaram diferenças significativas no desempenho produtivo. Os autores concluíram que o sistema de criação em cama, quando devidamente projetado, pode ser compatível ao de criação em gaiolas quanto ao desempenho produtivo e à qualidade de ovos produzidos. Além disso, quando em condições menos favoráveis ao conforto térmico, esse sistema de criação pode propiciar melhores resultados de qualidade da casca, com menores perdas de ovos.

(9), avaliaram os efeitos de dois sistemas de criação (gaiola enriquecida e sistema alternativo) na qualidade de ovos de aves poedeiras, e observaram que não houve diferenças na qualidade dos ovos entre os sistemas de criação, exceto no pH da gema e da clara. Concluíram que o sistema de criação em gaiola enriquecida e no sistema alternativo não apresentou grandes diferenças quanto a qualidade dos ovos combinadas com as condições ambientais.

Além da qualidade do ovo é importante mensurar a questão do comportamento, (10) avaliaram o comportamento e o bem-estar de aves em um sistema de criação em cama e ninho, em comparação a um sistema de criação convencional (bateria de gaiolas), e estudar a influência das condições ambientais (estresse e conforto) no comportamento das aves. E observaram que no sistema de criação em cama, a ocorrência dos comportamentos naturais de conforto, possivelmente em razão das melhores condições de bem-estar em comparação ao sistema de criação em gaiolas, no qual esses comportamentos não ocorreram. E foi possível averiguar a nítida preferência pela postura em ninho nas duas linhagens avaliadas (Hy-Line Brown e Hy-Line W 36), tanto para a condição de conforto quanto para a condição de estresse térmico, não se constatando, portanto, influência das condições ambientais no uso do ninho pelas aves.

(11), preocupados com o bem-estar das aves avaliaram a influência de fatores ambientais nas características qualitativas da cama aviária e ninhos, assim como na qualidade do ar de galinhas poedeiras criadas no sistema free-range. E verificaram que o sistema de criação (piso + acesso ao piquete) estudado apresentou resultados satisfatórios em relação às condições de bem-estar animal, boas condições de conforto e sem estresse térmico, e que ainda os resultados da qualidade da cama, ninhos e amônia volatilizada apresentaram valores inferiores aos recomendados na literatura.

Além do conforto térmico, a qualidade do ovo, liberdade para expressar o seu comportamento natural é necessário preocupar com o ambiente de criação, desde ao evitar o estresse por calor ou até mesmo pela questão de produção de gases, quando em excesso pode causar problemas na saúde principalmente para as aves e para os funcionários. Esse também é um ponto para a biosseguridade na avicultura.

SANIDADE NA AVICULTURA

A palavra sanidade significa saúde, saudável. Por isso é um tópico muito importante na avicultura, principalmente para as galinhas de postura que devem garantir a produção de ovos de alto valor nutricional a qual não pode representar risco à saúde do consumidor. E está relacionado com diversos manejos comuns no sistema de produção: controle sanitário (dados do lote, vacinação, tratamentos), qualidade da água, desinfecção das instalações e equipamentos, manejo da cama, vazio sanitário e entre outros.

A Portaria Ministerial nº 193 de 19 de setembro de 1994, consolidou e estruturou o Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA), do Ministério Da Agricultura Pecuária e do Abastecimento (MAPA), considerando a importância da produção avícola no contexto nacional e internacional, e a necessidade de normatização das ações de acompanhamento sanitário, relacionadas ao setor avícola, observando o processo de globalização mundial em curso, e quanto, a necessidade de estabelecimento de programas de cooperação entre as instituições públicas e privadas (12).

A Legislação de Sanidade Avícola, Instrução Normativa (MAPA) nº 56/ 2007 e suas alterações, têm como objeto estabelecer os procedimentos para registro, fiscalização e controle de estabelecimentos avícolas de reprodução e comerciais; registros dos estabelecimentos avícolas; fiscalização (área, galpão, vacinação); estabelecimentos (escritórios, vestuários, depósitos, salas (incubação, pinteiro, classificação de ovos)) entre todas as áreas; controle de entrada e saída de veículos; controle de doenças (medicamentos veterinários), agentes patogênicos; controle de exportação; entre outros requisitos (12).

Ainda existe a Instrução Normativa nº 17/ 2006 que aprova, no âmbito do Programa Nacional de Sanidade Avícola, o Plano Nacional de Prevenção da Influenza Aviária e de Controle e Prevenção da Doença de Newcastle. A Instrução Normativa nº 10/ 2013, defini o programa de gestão de risco diferenciado, baseado em vigilância epidemiológica e adoção de vacinas, para os estabelecimentos avícolas considerados de maior susceptibilidade à introdução e disseminação de agentes patogênicos no plantel avícola nacional e para estabelecimentos avícolas que exerçam atividades que necessitam de maior rigor sanitário. E a Instrução Normativa nº 08/ 2017, altera os incisos I II e IV do art. 1º; o parágrafo único do art. 4º; o art. 7º; o art. 8º; o art. 9º; o art. 10; o art. 12; art. 13; os incisos I II e o Parágrafo único do art. 19; o caput e os incisos II e III do art. 20; o caput do art. 23; o art. 30; os incisos I II e III do art. 31; os incisos I e IV do art. 36; o Capítulo VI; e o inciso I do art. 38 da IN nº 10 /2013 (12). E ainda existem as legislações dentro de cada estado, de acordo com a necessidade regional.

E diante de toda preocupação com sanidade e bem-estar das aves a Organização Mundial de Saúde Animal (OIE) e o PNSA desenvolveram programas sanitários para controle de doença de Newcastle, Salmoneloses e Micoplasmoses. A influenza aviária é considerada exótica no nosso Brasil.

O país tem sido beneficiado nas exportações por não estar na rota de aves migratórias provenientes da Europa, Ásia e África. Assim, pode-se pensar que a sanidade

animal é um patrimônio do país, tão ou mais importante que as reservas de minérios e petróleo (13).

Assim, um programa de biossegurança eficiente, somado a um avanço genético, deu ao Brasil status na avicultura pela alta produtividade, com qualidade e custos competitivos. Biossegurança pode ser definida como todas as normas existentes com o objetivo de eliminar ou diminuir riscos em potencial que possam prejudicar uma unidade de produção. As exigências relacionadas com a “Biossegurança de um Estabelecimento Avícola” estão presentes na PORTARIA Nº 542, de 16 de novembro de 1998 e na INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 4, de 30 de dezembro de 1998 (14).

Programas de biossegurança eficazes são essenciais para o controle e prevenção da disseminação de doenças economicamente importantes para a avicultura de postura comercial (2). Novos acordos estão sendo ajustados entre o setor de ovos e governo no sentido de harmonizar os conceitos e práticas biosseguras na produção de ovos no país de forma sustentável. A Instrução Normativa nº36/2012-MAPA (14) enfatiza o conceito de segurança alimentar a ser considerado desde a produção primária, ou seja, a partir da granja de postura comercial. A proposição de medidas de adequação (higiênico-sanitárias, de manejo e construtivas) constantes na referida norma, vem ao encontro das boas práticas a serem implantadas por serem custo-eficazes e em função da implicação direta com a biossegurança (granja e produto final) e saúde das aves. Desse modo, essa concordância entre órgão oficial e cadeia produtiva balizou as alterações sugeridas á IN 56/2009 (15).

SANIDADE X BEM-ESTAR DE POEDEIRAS

O (16) determinou a utilização de diferentes pontos que podem auxiliar a determinar o bem-estar animal. Entre eles a produtividade, saúde e doença, fisiologia e comportamento. A produtividade, se a ave está com boa taxa de postura, é um sinal que as aves estão confortáveis, atendendo as normas de bem-estar. Saúde e doença, se a ave está doente, seu bem-estar fica comprometido. A aparência externa e as condições do empenamento das aves têm um impacto considerável na interpretação de sua saúde e bem-estar, por isso avaliações de empenamento têm sido utilizadas como forma de avaliação dos efeitos dos manejos, alojamento e dieta.

Quanto a fisiologia, sendo esta responsável pelo funcionamento do organismo do animal. Embora o corpo normalmente tente manter um estado de equilíbrio (homeostase), ele possui mecanismos que permitem a quebra deste equilíbrio como resposta a estímulos variados. Fatores anormais (estresse calórico, ruído, elevada densidade de animais) levam à liberação de hormônios que podem identificar o nível de estresse do animal. Quando sob condições de estresse, as aves podem responder com alteração fisiológica e comportamental. E o comportamento, a observação do comportamento do animal pode fornecer respostas mais confiáveis quanto ao seu bem-estar, uma vez que o comportamento está intimamente relacionado ao meio em que a ave vive.

Um dos desafios do bem-estar de poedeiras é aliar seu principal objetivo, que é a produção livre de gaiolas, com o manejo sanitário eficiente, que não cause contaminações em seu principal produto, o ovo. No sistema Cage-Free ou Free-Range, as aves realizam a postura do ovo diretamente em ninhos, que podem estar contaminados com a própria excreta do animal, o que gera prejuízos ao produtor e riscos à saúde humana.

Diante de todas as preocupações com a avicultura, junto com o PNSA, foi implementada a Instrução Normativa nº 78, responsável pela aprovação das Normas Técnicas para Controle e Certificação de Núcleos e Estabelecimentos Avícolas como livres

de *Salmonella Gallinarum* e de *Salmonella Pullorum* e livres ou controlados para *Salmonella* Enteritidis e para *Salmonella* Typhimurium (15). É necessário ter o cuidado com a saúde das aves, em especial as poedeiras, visto que processos de seleção, lavagem, acondicionamentos e outros podem prejudicar a qualidade dos ovos. E a partir daí, acabam sendo medidas preventivas para evitar o risco de infecção da Salmonelose na população humana, o controle desta doença é de grande interesse para a economia dos países em que ocorrem esses surtos (17).

A infecção por *Salmonella* spp. causa sintomas como febre, dores abdominais, vômito e diarreia em humanos, manifestam de 12 a 36 horas após o consumo de alimentos contaminados, com duração de 1 a 4 dias. Em recém-nascidos, crianças e indivíduos com imunodeficiência, *Salmonella* pode provocar bacteremia e meningite, sendo nesses casos, necessária o tratamento com a antibioticoterapia (18). Já nas aves, demonstram prostração, não se alimentam, permanecem deitadas, apresentam diarreia escura, queda de postura, dispneia e anemia grave até a morte (19).

(20) avaliou a presença de *Salmonella* spp. em ovos brancos de quatro estabelecimentos da cidade de Jaboticabal, 1,47% (5 das 340 amostras) das amostras examinadas apresentaram contaminação por *Salmonella* spp.

(21) avaliou-se a frequência de *Salmonella Pullorum e Salmonella Gallinarum* em 150 galinhas poedeiras Hy Line (110 aves) e Dekalb brown (40 aves) e de 150 frangos de corte (linhagem Cobb), e concluiu que das 150 amostras sorológicas provenientes de galinhas poedeiras nenhuma apresentou sorologia positiva ao teste. De 150 amostras sorológicas colhidas de frangos de corte apenas 2 foram soropositivas resultando em umas frequências de 1,33% relativo aos frangos e 0,66% de frequência em relação ao total de animais analisados.

Um dos problemas de manejo na produção em sistemas alternativo, em piso é quanto à postura de ovos no chão ou em ninhos, aumenta as chances de contato com o material fecal e o risco de contaminação no ovo, principalmente aqueles que apresentarem rachaduras, colocando em risco a segurança dos alimentos.

Em um estudo avaliando a prevalência de *Salmonella* sp. em amostras de fezes frescas e suabes de cloaca de galinhas alojadas em diferentes sistemas de produção, bactérias foram isoladas em pelo menos uma amostra e deste total os sorovares Enteritidis e Typhimurium estavam presentes em 22 propriedades avaliadas. O microrganismo não foi detectado nas amostras oriundas de sistemas que não usa gaiolas convencionais. Os autores concluíram que a transmissão de *Salmonella* sp. é mais evidente nas criações onde não se utilizam gaiolas (22).

À medida que vai observando esses parâmetros, principalmente quanto a saúde das aves é possível manter uma criação saudável de galinhas poedeiras e bom retorno produtivo. O que fortalece a avicultura é a biossegurança, quando realizada de forma sólida e eficiente, colaborando no controle de patologias, tanto na avicultura industrial quanto na avicultura de subsistência.

Existem algumas doenças imunossupressoras (Anemia infecciosa das aves, Doença de Gumboro e Reovirose aviária) que deprimem o sistema imune das galinhas poedeiras, fazendo com que fiquem suscetíveis a várias outras enfermidades, prejudicando a produção, aumentando índice de mortalidade (23) e a partir daí as aves não expressam nenhum tipo de comportamento normal, podendo levar até os prejuízos financeiros.

Em um estudo, com o objetivo de avaliar a soro prevalência dos agentes causadores de Encefalomielite Aviária, Anemia Infecciosa, Doença de Gumboro e Reovírus em propriedades rurais em Minas Gerais pela análise sorológica por Elisa e relacionar a

possíveis sinais clínicos presentes nas propriedades. O autor concluiu que nos lotes avaliados houve altos índices para as doenças e correlação entre a soro prevalência das doenças imunodepressoras avaliadas. O que foi justificado pelas condições precárias de sanidade, imunização das aves e falta de estabelecimento de um projeto de produção, nutrição e biossegurança adequado (24).

Outro fator que pode prejudicar as aves, é a coccidiose (eimeriose), que pode ocorrer em diferentes graus, irá depender da sanidade do hospedeiro e da patogenicidade do parasito, tendo como efeito a infecção no intestino das aves (25).

A coccidiose é uma doença de grande impacto econômico dentro da avicultura, pois essa enfermidade provoca queda na produção, perda de rendimento, o animal fica apático e pálido, anêmico, diarreia escura ou até mesmo com presença de sangue e aumento da mortalidade de aves. Para evitar a coccidiose, a desinfecção das instalações apresenta-se como melhor método de prevenção. Além do manejo sanitário adequado como uso correto de anticoccidianos na alimentação, a eliminação de aves afetadas, a limpeza e desinfecção, o vazio sanitário seguro, o controle de fluxo de pessoas, dentre outras técnicas. O tratamento deve ser usado nas as aves que não apresentaram sinais clínicos de uma infecção por *Eimeria*. Manter a sanidade entérica, evitar estresse térmico e hídrico além do tratamento medicamentoso são pontos importantes dentro do sistema de produção (26).

(27) estudaram um suplemento adicionado na ração com um produto de fermentação *Saccharomyces cerevisiae* que pode ser útil no apoio ao sistema imunológico de galinhas poedeiras e reduzir as consequências do estresse, durante o início da postura (saúde e produtividade das aves), sendo elas desafiadas com *Eimeria máxima*. *E observaram que* a suplementação pode reduzir o dano intestinal (incidência e gravidade das lesões) causado por uma infecção por *E. maxima* e que o desafio de *Eimeria maxima*, reduziu significativamente o desempenho da produção e o consumo de ração, indicando piora da saúde das aves.

Além de remédios e suplementos tradicionais, existem os remédios naturais (plantas medicinais) como a erva- de Santa-Maria (*Chenopodium ambrosioides*), utilizada para auxiliar no combate a infecção parasitaria principalmente. (28), avaliaram *in vitro* e *in vivo* a eficácia da planta medicinal, como meios alternativos para o controle de endoparasitos de codornas japonesas. Os principais gêneros de endoparasitos encontrados foram *Ascaridia* e *Eimeria*. Considerando os ensaios *in vitro* e *in vivo* observaram uma eficácia anti-helmíntica da planta erva de Santa Maria, tanto na forma homeopática, quando na fitoterápica, altamente satisfatória contra o nematóide *Ascaridia* sp., com índices de 100,00%, acordando com padrões de eficácia da World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology, World Health Organization e Ministério da Agricultura do Brasil. Para o protozoário *Eimeria* sp., o índice de eficácia da planta, em qualquer forma, esteve abaixo do recomendado pelas mesmas organizações.

Apesar de todos os empecilhos na avicultura de postura, desde os desafios sanitários até mesmo com relação ao bem-estar, o setor permanece crescendo de maneira eficiente, com produtividade de qualidade, avanços técnico-científico para trazer soluções para a avicultura industrial e até mesmo de subsistência.

CONCLUSÕES

Diante desses fatos é importante melhorar e aperfeiçoar os sistemas de criação de aves e independentemente do grau de tecnologia aplicado. Cuidados com a sanidade das aves e a ambiência é primordial para manter a saúde, bem-estar e produção.

REFERÊNCIAS

- 1 - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-epecuaria/9216-pesquisa-trimestral-da-producao-de-ovos-de-galinha.html?=&t=resultados>> Acesso em: 29 de outubro de 2018.
- 2 - MAZZUCO, H., JAENISCH, F. R. F., & DOS SANTOS FILHO, J. I. Boas Práticas e Biosseguridade em Avicultura de Postura Comercial. In Embrapa Suínos e Aves- Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO APA-PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE OVOS, 11., 2013, Ribeirão Preto, SP. Anais... Ribeirão Preto: APA, 2013. 1 CD-ROM..
- 3 - RAMOS, J.B. Bem-estar animal: a ciência de respeito aos animais. Informativo IEA, n.68, ano XII, p. 4-5, 2006.
- 4 - FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL. Report on Priorities for Animal. Welfare Research and Development, 1993.
- 5 - ALVES, S.P. SILVA, I.J.O.; PIEDADE, S.M.S. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, n. 5, p. 1388-1394, 2007.
- 6 - SOUZA, D.O.; Qualidade interna e externa de ovos de granja marrom e caipira de acordo com a condição e o tempo de armazenamento. In: Congresso De Pesquisa e Pós graduação do Câmpus Rio Verde do IFGoiano, 1., 2012. Rio Verde. Anais... Rio Verde: IFGOIANO, 2012.
- 7 - APPLEBY, M.C. The European Union ban on conventional cages for laying hens: history and prospects. Journal of Applied Animal Welfare Science, v. 6, n. 2, p. 103-121, 2003.
- 8 - NETTO, D. A., LIMA, H. J. D. A., ALVES, J. R., MORAIS, B. C. D., ROSA, M. S., & BITTENCOURT, T. M. Production of laying hens in different rearing systems under hot weather. Acta Scientiarum. Animal Sciences, 40, 2018.
- 9 - CAMERINI, N. L., DE OLIVEIRA, D. L., SILVA, R. C., NASCIMENTO, J. W. B., & FURTADO, D. A. Efeito do sistema de criação e do ambiente sobre a qualidade de ovos de poedeiras comerciais. Revista Engenharia Na Agricultura-Reveng, 21(4), 334-339, 2013.
- 10- SILVA, I. D., BARBOSA FILHO, J. A. D., SILVA, M. D., & PIEDADE, S. D. S. Influência do sistema de criação nos parâmetros comportamentais de duas linhagens

- de poedeiras submetidas a duas condições ambientais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(4), 1439-1446, 2006.
- 11 - CARVALHO, Larissa Carrion et al. Bem-estar na produção de galinhas poedeiras. *Revisão de literatura. R. cient. eletr. Med. Vet.*, p. 1-14, 2017.
 - 12 - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DO BRASIL. Manual de Legislação: programas nacionais de saúde animal do Brasil, 2009.
 - 13 - ANUÁRIO 2007, O desafio da avicultura nacional em 2007. *Avicultura Industrial*, Porto Feliz, p. 112-114, 2007.
 - 14 - BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Portaria No. 210, de 10 de novembro de 1998. Regulamento técnico da inspeção tecnológica e higiênico-sanitária de carne de aves. Divisão de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA), Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Brasília, 1998.
 - 15- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Programa Nacional de Sanidade Avícola. Normas técnicas para controle e certificação de núcleos e estabelecimentos avícolas como livres de *Salmonella gallinarum* e de *Salmonella pullorum* e livres ou controlados para *Salmonella enteritidis* e para *Salmonella typhimurium*. Instrução normativa nº 78, Diário Oficial da União de 3 de novembro de 2003. Brasília, 2003.
 - 16 - COMITE CIENTÍFICO VETERINÁRIO PARA SAÚDE E BEM-ESTAR ANIMAL. The welfare of cattle kept for beef production. European Commission: SANCO, 2001. 150 p. Disponível em: <<http://www.uni-kassel.de/fb11/tierreg/text/beef-welfare.pdf>>. Acesso em: 30 de outubro de 2018.
 - 17 - SHINOHARA, N.K.S; BARROS, V.B.B; JIMENEZ, S.M.C; MACHADO, E.C.L; DUTRA, R.A.F; FILHO, J.L. *Salmonella* spp., importante agente patogênico veiculado em alimentos. *Ciência Saúde Coletiva*. v.13 n.5, 2008.
 - 18 - BARANCELLI, G.V. et al. *Salmonella* em ovos: relação entre produção e consumo seguro. *Segurança Alimentar e Nutricional*, Campinas, v.19, n.2, p.73-82. 2012.
 - 19- BERCHIERI JÚNIOR, Angelo; FREITAS NETO, Oliveiro Caetano de. *Salmoneloses*. In: Berchieri Júnior, Angelo et. al. *Doenças em aves*. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2009. p. 435-454 . cap. 4.1.
 - 20- CAMPELLO, P. L. *Salmonella* spp. Em ovos brancos para consumo humano. 130 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista “Julho De Mesquita Filho”, São Paulo - SP, 2012.

- 21- LIMA, L.L. C.M. Monitoramento de Salmonelose em aves de produção, utilizando o método de soroaglutinação rápida em placas. Areia, UFPB. 28p, 2017.
- 22 - VAN-HOOREBEKE, S.; VAN-IMMERSEEL, F.; SCHULZ, J.; HARTUNG, J.; HARISBERGER, M.; BARCO, L.; RICCI, A.; THEODOROPOULOS, G.; XYLOURI, E.; DE VYLDER, J.; DUCATELLE, R.; HAESEBROUCK, F.; PASMANS, F.; KRUIF, A.; DEWULF, J. Determination of the within and between flock prevalence and identification of risks factors for Salmonella infections in laying hen flocks housed in conventional and alternative systems. Preventive Veterinary Medicine. v.94, p.94-100. 2010
- 23 - REVOLLEDO, Liliana. Patologia aviária. Barueri: Manole Ltda, 2009. 510 p.
- 24 - ALMEIDA, P. D. C. Soroprevalência dos vírus causadores das principais doenças imunodepressoras e da encefalomielite aviária em galinhas caipiras na região de Uberlândia-MG, 2018.
- 25- PINHEIRO, B.; DA SILVA, A.; CAVALCATE, M.; MENDONÇA, I. e CONDE
- 26 - RAMA, J. D. Eimeria acervulina e Eimeria tenella: estudo de casos na avicultura de corte industrial, 2016
- 27 - LENSING M, VAN DER KLIS JD, YOON I, MOORE DT. Efficacy of Saccharomyces cerevisiae fermentation product on intestinal health and productivity of coccidian-challenged laying hens. Poult Sci.; 91(7):1590-7, 2012.
- 28 - VITA, G. F., FERREIRA, I., DA COSTA PEREIRA, M. A. V., SANAVRIA, A., AURNHEIMER, R. D. C. M., BARBOSA, C. G., & VASCONCELLOS, H. V. Eficácia de Chenopodium ambrosioides (erva-de-santa-maria) no controle de endoparasitos de Coturnix japonica (codorna japonesa). Pesquisa Veterinária Brasileira, 35(5), 424-430, 2015

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-65>

Capítulo 65

***Schinus terebinthifolius* Raddi, UM ANTIOXIDANTE NATURAL COMO FONTE ANTIVIRAL E SEU USO COMO ADITIVO FITOGÊNICO EM RAÇÕES DE ANIMAIS**

**Istefany Florido Mendes Lopes¹; Thais Borges Carmona²; Daniela Barros de
Oliveira³**

¹Estudante do Curso de Zootecnia.- CCTA – UENF. E-mail: istefanyflorid2@gmail.com

²Estudante do Curso de Medicina Veterinária.- CCTA – UENF. E-mail:
thaispacarmona@gmail.com

³Docente/pesquisador do Laboratório de Tecnologia de Alimentos. – CCTA – UENF. E-
mail: dbarrosoliveira@uenf.br

RESUMO: Os aditivos fitogênicos são produtos oriundos de plantas que são adicionados ao alimento com a finalidade de conservar, intensificar ou modificar as suas propriedades biológicas, químicas, físico-químicas e sensoriais, sem alterar o valor nutricional das dietas. Eles têm a capacidade de melhorar o desempenho e substituir os antimicrobianos como promotores de crescimento. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é realizar levantamento bibliográfico de caráter científico, a respeito da análise fitoquímica dos extratos dos frutos da espécie *Schinus terebinthifolius* Raddi e compreender como este alimento funcional antioxidante pode atuar como uma fonte antiviral, além do seu uso como aditivo fitogênico na nutrição animal. O artigo desenvolvido seguiu os preceitos de estudo exploratório por meio das pesquisas bibliográficas que concentraram em entender como a ação antioxidante e antiviral da pimenta rosa, devido aos flavonoides e ácidos fenólicos presentes, agem como doadores de elétrons, reagindo com espécies reativas de oxigênio (EROs), convertendo-os em produtos mais estáveis e neutralizando sua atividade nociva, o que pode atuar fortalecendo o sistema imunológico dos animais. Desta forma essa espécie vegetal, possuem propriedades capazes de atuarem como melhoradores de desempenho na produção animal, podendo reduzir problemas econômicos, sanitários e fornecer produtos seguros e de qualidade ao consumidor.

Palavras-chave: aditivo fitogênico; alimento; antioxidante;

INTRODUÇÃO

Os aditivos fitogênicos são compostos bioativos naturais, derivados de plantas medicinais e abrangem uma ampla variedade de ervas e produtos derivados tais como os óleos essenciais e extratos que têm efeito benéficos sobre a saúde dos animais (1).

Em geral, a inserção dos aditivos fitogênicos na alimentação animal demonstra que diversos componentes de diferentes espécies vegetais possuem uma ampla diversidade de efeitos benéficos aos animais como: melhor aproveitamento de nutrientes e energia provenientes da dieta (2) e redução de microrganismos patogênicos no trato digestivo (3),

maior atividade antioxidante (4) (5). No entanto, para que esses produtos possam ser utilizados na nutrição animal, eles devem possuir eficiência comprovada de seus efeitos medicinais e nutricionais, serem seguros aos animais, aos consumidores e ao meio ambiente (6).

Nesta perspectiva, a *Schinus terebinthifolius* Raddi é uma espécie nativa brasileira, não tóxica a animais e humanos (7). Conhecida popularmente como pimenta rosa, essa espécie é pertencente à família Anacardiaceae (8) e apresenta na sua composição metabólitos secundários como ácidos fenólicos e flavonoides que são associados às suas atividades antioxidante (9) e antiviral (10).

De acordo com Camini, (2018) (11) as substâncias antioxidantes detectáveis na pimenta rosa agem no sequestro das espécies reativas de oxigênio (EROs) que estão intimamente ligadas a infecções virais. As EROs estão envolvidas nos processos de regulação metabólica e fisiológica, visto que os vírus necessitam dos mecanismos de biossíntese das células hospedeiras. Portanto, podem facilitar ou até mesmo promover a replicação desses microrganismos.

Desta forma, o objetivo desta pesquisa é realizar um levantamento bibliográfico e científico a respeito da análise fitoquímica dos extratos dos frutos da espécie *Schinus terebinthifolius* Raddi e compreender como este alimento funcional antioxidante pode atuar como uma fonte antiviral, além do seu uso como aditivo fitogênico na nutrição animal, podendo trazer benefícios a saúde dos animais e consumidores secundário.

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM *Schinus terebinthifolius* Raddi E BENEFÍCIOS A SAÚDE ANIMAL

Embora os antioxidantes sintéticos sejam eficazes, o uso dessas substâncias são um potencial de risco à saúde animal (12). Desta maneira, a indústria de alimentos vem substituindo por antioxidantes naturais considerados mais seguros à saúde.

Os compostos antioxidantes são substâncias químicas que reduzem ou evitam o início ou propagação das reações em cadeia de oxidação (13) (14). De acordo com Lopes, (2021) (15) a atividade antioxidante da pimenta rosa se dá pela presença de compostos fenólicos, principalmente ácidos fenólicos e flavonoides. Neste sentido, a atividade antioxidante desses compostos ocorre devido ao mecanismo de óxido-redução, as quais podem desempenhar um importante papel na absorção e neutralização de radicais livres (16).

Dentre os ácidos fenólicos detectáveis em extratos dos frutos de *S. terebinthifolius*, destaca-se o ácido gálico e ácido elágico (17) (18), cuja estrutura química está sendo representada na figura 1.

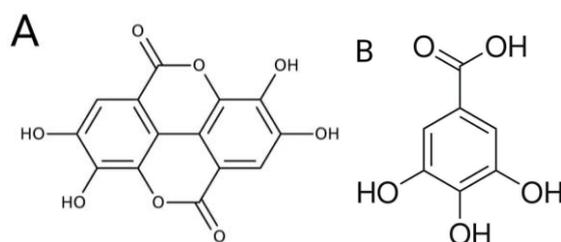


Figura 1 - Estrutura química dos compostos fenólicos: ácido elágico (a), ácido gálico (b).

Fonte: ChemDraw

A partir de extratos metanólico frutos de *S. terebinthifolius*, Glória et al. (2017) (17) detectaram o flavonoide naringenina, enquanto Bernardes (2014) (19), também por meio de extrato metanólico, isolaram os flavonoides apigenina e quercetina. A estrutura química desses polifenóis está sendo representada nas figuras 2, 3 e 4.

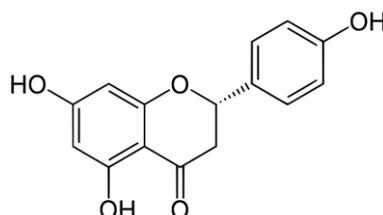


Figura 2 - Estrutura química do flavonoide naringenina caracterizado em *Schinus terebinthifolius* Raddi.

Fonte: ChemDraw

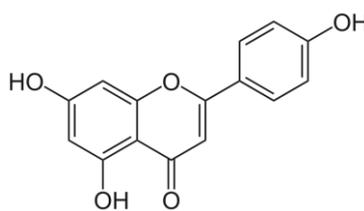


Figura 3 - Estrutura química do flavonoide apigenina caracterizado em *Schinus terebinthifolius* Raddi.

Fonte: ChemDraw

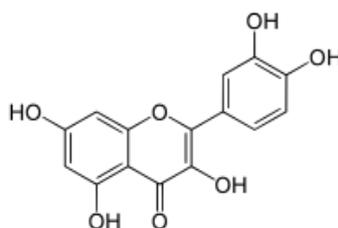


Figura 4 - Estrutura química do flavonoide quercetina caracterizado em *Schinus terebinthifolius* Raddi.

Fonte: ChemDraw

Nesta perspectiva, as substâncias químicas detectadas conferem a propriedade antioxidante da *S. terebinthifolius*. Em vista disso, essa espécie é capaz de atuar como agentes redutores, como inibidores de ERO e como quelantes ou sequestrantes de oxigênio (20).

Ademais, esses compostos antioxidantes possuem papel importante no processo digestivo. Mellor, (2000) (21) destaca que extratos vegetais com essa atividade, estimulam a produção de saliva e dos sucos gástrico produzidos pelas glândulas gástricas, situadas no

estômago, favorecem a secreção enzimática e conseqüentemente melhoram a digestibilidade dos nutrientes. E conforme Coneglian (2011) (12), a utilização desses aditivos naturais traz benefícios ao produto final, uma vez que os antioxidantes agem diretamente no processo de retardamento da degradação dos lipídios, permitindo que a qualidade e o valor nutricional dos alimentos não sofram alteração. Segundo Lopes, (2020) (22), o ácido gálico identificado nos frutos de *S. terebinthifolius* possui ésteres n-alquílicos que previnem mudanças no sabor e impossibilitando a deterioração do alimento por causa da oxidação, portanto, podem atuar como conservante.

Logo, o conhecimento sobre esses compostos fenólicos pode revelar seu potencial benefício à saúde e também contribuir para seu uso como fonte de conservantes naturais e antioxidantes (23).

ESTRESSE OXIDATIVO E INFECÇÕES VIRAIS

As espécies reativas de oxigênio (EROs) são fundamentais durante o processo de multiplicação viral e metabolismo celular, durante uma infecção viral (24).

Os vírus são parasitas intracelulares obrigatórios e são dependentes do mecanismo de síntese das células hospedeiras para realizar sua multiplicação. Segundo Peterhans (1997) (25) as baixas concentrações de EROs causam a proliferação celular e grande parte desses patógenos virais multiplica melhor em células que estão em período de divisão. Todavia, com o desenvolvimento progressivo da infecção, mais EROs são produzidos a fim de controlar a multiplicação viral. Esse aumento de forma intensiva das EROs ocasiona um desequilíbrio na formação dos compostos oxidantes, o chamado “estresse oxidativo” que trazem danos celulares como apoptose, inflamação, vasculite, necrose, entre outros (26).

No entanto, a intensidade da produção de ERO durante a infecção viral varia de acordo com a célula infectada e de qual vírus se trata. (24). Uma vez alterado o status redox das células hospedeiras, o genoma viral sofrerá mutações, favorecendo a seleção de populações virais mais virulentas, que contribui para um grande aumento na patogenicidade do vírus (27) (28). Desta forma, o controle dos níveis de ERO e conseqüentemente do estresse oxidativo é fundamental durante o processo de infecção viral. Assim, a presença dos compostos fenólicos de caráter antioxidante nos frutos da pimenta rosa torna essa planta uma importante alternativa antiviral, uma vez que essas substâncias neutralizam radicais livres, auxiliando no controle do estresse oxidativo.

ATIVIDADE ANTIVIRAL EM *Schinus terebinthifolius* Raddi

Os flavonoides representam uma classe de compostos com ampla atividade biológica/farmacológica, esses compostos bioativos agem diretamente em uma célula, tecido ou organismo vivo e são essas substâncias químicas que conferem a propriedade antiviral da *S. terebinthifolius* (15).

De acordo com Zandi (2012) (29), há estudos que flavonoides isolados, extratos ou frações enriquecidas possuem atividade antiviral. Devido a se comportarem como agentes antioxidantes, esses compostos são capazes de inibirem a atividade de enzimas, e impedir a penetração e ligação do vírus às células uma vez que possuem a capacidade de destruir membranas celulares, ocasionando o mecanismo de autodefesa do hospedeiro (30). Ademais, muitos estudos já relataram efeito dos flavonoides sobre processo de replicação viral, atuando na inativação direta desse mecanismo, causando o efeito anti replicativo (31).

Dentre os flavonoides detectáveis na pimenta rosa que possuem antiviral destaca-se a quercetina, em estudos realizados com o vírus CDV (Canine distemper vírus) causador da cinomose canina, este composto polifenólico reduziu 78% de título viral (32). Já Carvalho (2013) (9) em seus ensaios testou a adição de quercetina sobre diferentes etapas do ciclo replicativo do parvovírus canino. Na etapa de penetração a redução foi de 90% do título viral. No entanto, nas etapas de adsorção e pós- infecção, não houve redução significativa. Mas ainda sim, há benefícios, pois a quercetina interfere na ligação do vírus à célula hospedeira e dificulta a infecção, aumentando a capacidade de seus efeitos antivirais. Brum (2006) (32) realizou ensaios da atividade antiviral da quercetina frente ao Herpesvírus 1 (BOHV 1) e Herpesvírus bovino 5 (BOHV 5). A taxa de redução no tratamento pós-infecção para ambos os vírus foi de até 99,99% na avaliação *in vitro*. Além disso, segundo Behling (2004) (33) esse flavonoide pode interferir com a infectividade e replicação de rotavírus, em cultivos celulares. Neste caso, quercetina possui atividade antidiarréica, por se tratar de uma infecção do trato digestivo, essa ação contribui para atividade gastroprotetora (34). Nesta perspectiva, os flavonoides, apigenina e naringenina também são apresentados como compostos polifenólicos de boa atividade virucida (35) (36).

Contudo, os ácidos fenólicos encontrados na pimenta rosa, também possuem atividade antiviral descrita na literatura. Em estudos realizados por Cueto (2011) (37), descreve boa atividade virucida do ácido gálico contra o contra o calicivírus felino, adenovírus canino 2 e vírus da diarreia viral bovina. E o ácido elágico (Figura 1) também demonstrou atividade antiviral descrita por Brum, (2006) (32) por meio de bloqueio celular e inibição da secreção de antígenos.

Dessa forma, fica evidente a grande presença de compostos fenólicos de atividades antivirais, que são encontrados em diferentes partes da espécie *S. terebinthifolius*, principalmente nos frutos.

CONCLUSÃO

Tendo em vista as revisões bibliográficas realizadas acerca do assunto abordado, conclui-se que o ácido gálico e ácido elágico (ácidos fenólicos) e quercetina, apigenina e naringenina (flavonoides) são principais compostos responsáveis pelas propriedades antioxidantes e antivirais da espécie *Schinus terebinthifolius* Raddi. Além disso, as pesquisas ressaltam que através do controle do estresse oxidativo realizado pelos agentes antioxidantes, essa ação diminui a patogenicidade dos vírus e esses compostos também são capazes de inibirem a atividade de enzimas, e impedir a penetração e ligação do vírus às células hospedeiras.

Desta maneira, a incrementação da *S. terebinthifolius* como aditivo fitogênico em alimentos destinados a animais pode substituir ingredientes tradicionais de dieta, visto que há inúmeros benefícios em sua utilização como manter uma nutrição eficientes pela boa digestibilidade dos nutrientes proporcionada pelos compostos antioxidantes presentes, além se tornar uma via para otimizar o sistema produtivo animal e vegetal em algumas regiões pois se trata de uma espécie vegetal de boa condição edafoclimática. E suas propriedades farmacológicas contribuem para a manutenção de animais saudáveis através da alimentação.

REFERÊNCIAS

- 1- Peric L, Zikic D, Lukic M. Application of alternative growth promoters in broiler production. J B Animal Husbandry. 2009.
- 2- Maenner K, Vahjen W, Simon O. Studies on the effects of essential-oilbased feed additives on performance, ileal nutrient digestibility, and selected bacterial groups in the gastrointestinal tract of piglets. J Animal Scienc. 2011.
- 3- Cho H, Kim J, Kim IH. Effects of phytogetic feed additive on growth performance, digestibility, blood metabolites, intestinal microbiota, meat color and relative organ weight after oral challenge with *Clostridium perfringens* in broilers. Livestock Scienc. 2014.
- 4- Shergis L, Zhang L, Zhou W, Xue C. *Panax ginseng* in randomized controlled trials: a systematic review. J Phytotherapy Research. 2013.
- 5- Karadas F, Pirgozliev V, Rose P, Dimitrov D, Oduguwa O, Bravo D. Dietary essential oils improve the hepatic anti-oxidative status of broiler chickens. B Poultry Science. 2014.
- 6- Windisch W, Schedle K, Plitzner C, Kroismayr A. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. J Animal Scienc. 2008.
- 7- Barbosa A, Demuner J, Clemente D, De Paula V, Ismail F. Seasonal variation in the composition of volatile oils from *Schinus terebinthifolius* Raddi. R Química Nova. 2007.
- 8- Sousa C, Oliveira D. *Schinus terebinthifolius* Um Antioxidante Natural Como Alimento Funcional e Sua Ação Como Antiviral [Internet]. Campos dos Goytacazes: XIII Confect - VI Conpg. 2021 [Acesso em 03 Julh 2021] Disponível em: <https://proceedings.science/confect-conpg-2021/papers/schinus-terebinthifolius-um-antioxidante-natural-como-alimento-funcional-e-sua-acao-como-antiviral>.
- 9- Carvalho M, Melo A, Aragão C, Raffin N, Moura T. *Schinus terebinthifolius* Raddi: chemical composition, biological properties and toxicity. R B Plant Med. 2013.
- 10- Bulla M, Hernandez L, Baesso M, Nogueira A, Bento A, Bortoluzz B, et al. Evaluation of photoprotective potential and percutaneous penetration by photoacoustic spectroscopy of the *Schinus terebinthifolius* Raddi Extract. Photochem Photobiol. 2015.
- 11- Camini F. Antiviral activity of silymarin against Mayaro virus and protective effect in virus-induced oxidative stress. J Antiviral Research. 2018.
- 12- Coneglian M. Utilização de antioxidantes nas rações. Pubvet. 2011.
- 13- Degáspari C. Propriedades Antioxidantes e antimicrobianas dos frutos da aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) [Tese de Doutorado] Curitiba: UFPR; 2004.

- 14- Ali S, Kasoju N, Luthra A, Singh A, Sharanabasava H, Sahu A, et al. Indian medicinal herbs as sources of antioxidants. *J Food Research Internat.* 2008.
- 15- Lopes I, Oliveira D, Travassos CE. Rações enriquecidas com *Schinus terebinthifolius*, um antioxidante natural como fonte antiviral [internet]. Campos dos Goytacazes: XIII Confict - VI Conpg. 2021. [Acesso em 03 Julh 2021]. Disponível em: <https://proceedings.science/confict-conpg-2021/papers/racoes-enriquecidas-com-schinus-terebinthifolius-um-antioxidante-natural-como-fonte-antiviral>
- 16- Zheng W, Wang SY. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *J Agric Food Chem.* 2001.
- 17- Glória L, Arantes B, Pereira F, Vieira S, Martins X, Carvalho J, et al. Phenolic compounds present *schinus terebinthifolius* raddi influence the lowering of blood pressure in rats. *Molecules.* 2017.
- 18- Macedo N. Pimenta Rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi) compostos presentes nos frutos e suas atividades antioxidante e antiinflamatória [Dissertação]. São Cristovão: UFS; 2018.
- 19- Bernardes N. *Schinus terebinthifolius* Raddi: Atividade Antioxidante e Potencial Biológico [Tese de Doutorado]. Campos dos Goytacazes: UENF; 2014.
- 20- Kähkönen P, Hopia I, Vuorela J, Rauha P, Pihlaja K, Kujala S, et al. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *J Agri Food Chem.* 1999.
- 21- Mellor S. Herbs and spices promote health and growth. *Pig Progress.* 2000.
- 22- Lopes I, Oliveira D, Travassos CE. Rações enriquecidas com *Schinus terebinthifolius*, um antioxidante natural como fonte antiviral [internet]. Campos dos Goytacazes: XIII Confict - VI Conpg. 2020. [Acesso em 05 Julh 2021]. Disponível em: <https://proceedings.science/confict-conpg-2020/papers/racoes-enriquecidas-com-schinus-terebinthifolius--um-antioxidante-natural-como-fonte-antiviral>
- 23- Uliana M, Fronza M, Silva A, Vargas T, De Andrade U, Scherer R. Composition and biological activity of Brazilian rose pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi) leaves, *Ind. Crops Prod.* 2016.
- 24- Camini F. Implications of oxidative stress on viral pathogenesis. *Archives Virol* 2017a.
- 25- Peterhans E. Newly Emerging Viral Diseases: Nutrition and Newly Emerging Viral Diseases. *J nutrition* 1997.
- 26- Pillai A. Oxidative stress response in the pathogenesis of dengue virus virulence, disease prognosis and therapeutics : an update. *Archives Virol.* 2019.
- 27- Schwarz B. Oxidative stress during viral infection: a review. *Free Radic Biol Med.* 1996.

- 28- Almeida T. Avaliação do estresse oxidativo e defesas antioxidantes na infecção pelo Zika virus (Flaviviridae) [Tese de Doutorado]. Ouro Preto: UFOP; 2020.
- 29- Zandi K, Teoh T, Sam S, Wong F, Mustafa R, Abubakar S. Novel antiviral activity of baicalein against dengue virus. *BMC Complement Altern Med.* 2012.
- 30- Cushnie T, Lamb J. Antimicrobial activity of flavonoids. *Int J Antimicrob Agents.* 2006.
- 31- Vison A. Flavonoids in foods as *in vitro* and *in vivo* antioxidants. *Flavonoids in the Living System.* M B Plenum Press. 1998.
- 32- Brum P. Atividade antiviral dos compostos fenólicos (ácido ferúlico e transcinâmico) e dos flavonoides (quercetina e kaempferol) sobre o herpesvírus bovino 1, herpesvírus bovino 5 e vírus da cinomose canina [Tese de Doutorado]. Viçosa: UFV; 2006.
- 33- Behling B. Flavonoide Quercetina: Aspectos gerais e ações biológicas. *Alim. Nutr.* 2004.
- 34- Sannomya, M. Flavonoids and ulcerogenic activity from leaves extracts. *J Ethnopharm.* 2005.
- 35- Cataneo, A. Efeito antiviral do flavonoide naringenina sobre células humanas infectadas com Zika Vírus [Tese de Doutorado]. Curitiba: Instituto Carlos Chagas; 2020.
- 36- Visintini F, Campos R, Martino V, Cavallaro L, Muschietti L. Antipoliiovirus Activity of the Organic Extract of *Eupatorium buniifolium*: Isolation of Euparin as an Active Compound. *Alternat Med.* 2013.
- 37- Cueto A, Sydney H, Pilau M, Rudi W, Kubiça T, Lovato L. Atividade antiviral do extrato de própolis contra o calicivírus felino, adenovírus canino 2 e vírus da diarreia viral bovina. *Ciênc. Rural,* 2011.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-66>

Capítulo 66

SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO DE PRECISÃO PARA SUÍNOS

**Maria Sara Cabrera Mendéz¹; Graziela Alves da Cunha Valini¹; Alícia Zem Fraga¹;
Larissa Gonçalves Barbosa²; Ismael França¹; Ines Andretta³; Luciano Hauschild⁴**

¹Estudante de Pós-graduação– PPG Ciência Animal – Unesp/Jaboticabal; E-mail: msaramendez@gmail.com. ²Bolsista de Iniciação Científica – Laboratório de Estudos em Suinocultura – Unesp/Jaboticabal. ³Docente/Pesquisadora do Departamento de Zootecnia – UFRGS. E-mail: ines.andretta@ufrgs.br. ⁴Docente/Pesquisador do Departamento de Zootecnia – Unesp/Jaboticabal. E-mail: luciano.hauschild@unesp.br.

RESUMO: Despesas com alimentação representam cerca de 80% do custo total em sistemas de produção de suínos. As dietas nesses sistemas são convencionadas para atender exigências nutricionais médias da população e maximizar respostas produtivas. Esse tipo de estimativa nutricional pode gerar fornecimentos nutricionais excessivos, aumentando a excreção de nutrientes e os custos. Nesse sentido, essa revisão de literatura tem como objetivos apresentar e discutir as principais diferenças entre os sistemas convencionais e de alimentação de precisão para suínos, além dos possíveis benefícios da adoção da precisão em sistemas produtivos. A alimentação de precisão geralmente se utiliza de alimentadores automáticos e modelos matemáticos para estimar individual e diariamente as exigências nutricionais dos suínos. Dessa forma, a individualidade dos animais é considerada, contribuindo para uma maior eficiência no uso dos nutrientes. Apesar de ser um conceito novo na suinocultura industrial, estudos prévios demonstraram que a utilização da alimentação de precisão é capaz de reduzir em 10% os custos com alimentação e em 30% a excreção de nitrogênio. Dessa forma, o uso dessa tecnologia apresenta grande potencial para reduzir custos e contribuir para a sustentabilidade dos sistemas produtivos da suinocultura.

Palavras-chave: alimentação convencional; exigências nutricionais; nutrição de suínos; revisão de literatura; suinocultura de precisão

INTRODUÇÃO

No ano de 2020 foram produzidas cerca de 4,4 milhões de toneladas de carne suína no Brasil (1). O alto volume produzido coloca o país em quarto lugar dentre os maiores produtores mundiais de carne suína. Para atender essa produção estima-se que no mesmo ano tenham sido produzidas cerca de 18,8 milhões de toneladas de ração para suínos (2). Nos sistemas de produção, a nutrição muitas vezes se apresenta como um desafio, pois é um dos pilares quando se visa alcançar bons índices produtivos. Nesse cenário, estima-se que os custos com a alimentação animal componham cerca de 80% do total (3). Devido à grande representatividade, a manutenção da eficiência e da rentabilidade destes sistemas produtivos, sem dúvida, passa pelo manejo alimentar dos animais.

A formulação de dietas na indústria de suínos visa, de maneira geral, atender as exigências nutricionais dos animais de maneira a maximizar suas respostas produtivas ou

o retorno financeiro da atividade (4). Usualmente, utiliza-se na suinocultura brasileira o sistema de alimentação por fases. Nestes sistemas, dietas são convencionadas com base em exigências médias da população de acordo para uma determinada fase de produção. Contudo, quando se considera a alimentação por fases, a variabilidade entre indivíduos muitas vezes é desconsiderada. Esse fato pode acarretar em um aporte de nutrientes inadequado (5).

Estudos prévios demonstram que é possível melhorar a eficiência produtiva com o ajuste do fornecimento nutricional o mais próximo possível das demandas individuais de cada animal (6;7). Dessa forma, o uso de dietas que acompanhem a dinâmica e as oscilações nutricionais dos animais ao longo do ciclo produtivo é fundamental. Nesse contexto, o atendimento das exigências nutricionais dos animais de forma adequada é fundamental para garantir sustentabilidade da produção de suínos. Isso está relacionado ao fato que o uso racional de alimentos permite reduzir os custos de produção e, conseqüentemente, a excreção de nutrientes (8).

A alimentação de precisão para suínos é um conceito novo, cujos benefícios de sua adoção foram discutidos em trabalhos anteriores. Esses benefícios podem englobar desde a redução na excreção de nutrientes com potencial poluente (como o nitrogênio) até a redução dos custos com a alimentação – sem comprometer o desempenho produtivo dos animais (9;10). A partir do uso de alimentadores eletrônicos automáticos, o fornecimento da dieta é individualizado e controlado, gerando dados individuais de consumo e também de comportamento alimentar. Existem evidências de que o comportamento alimentar de suínos pode estar associado ao desempenho produtivo desses animais (11). Dessa forma, o uso da alimentação de precisão pode reduzir os custos e fornecer dados de comportamento interessantes para compreensão da resposta de indivíduos em diferentes condições de produção.

A automatização dos processos da agricultura, em especial na produção animal, é essencial para que se possa originar produtos mais uniformes, baratos, ambientalmente viáveis e que contemplem o bem-estar dos animais (12). Alguns autores em suas revisões de literatura, discutiram o potencial de uso da alimentação de precisão para suínos no que tange variáveis de interesse zootécnico, redução de custos e redução da excreção de nutrientes (13;14;16;8). Além destas contribuições, a utilização da nutrição de precisão pode contribuir para melhorias na condição de bem-estar e comportamento animal (16). Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivos apresentar e discutir as principais diferenças entre os sistemas convencionais e de alimentação de precisão para suínos, bem como discutir os potenciais benefícios da utilização da alimentação de precisão para a suinocultura.

ESTIMANDO EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS PARA SUÍNOS EM SISTEMAS CONVENCIONAIS

Nas condições comerciais de produção, programas nutricionais são estabelecidos buscando alcançar um balanço razoável entre os nutrientes fornecidos ao animal via dieta e uma estimativa as exigências nutricionais (5). Nesse sentido, as exigências de um nutriente em um contexto de produção podem ser entendidas como a quantidade necessária para que se atinja um objetivo específico de produção. Os objetivos produtivos podem ser o ganho de peso, a melhoria dos índices reprodutivos, a melhoria da conversão alimentar, dentre outros (17).

Os métodos mais utilizados atualmente para estimar demandas nutricionais de animais não-ruminantes – como os suínos – são os métodos empírico e fatorial. No método

empírico, as exigências nutricionais são definidas como a quantidade mínima de um nutriente necessária para maximizar ou minimizar respostas (como ganho de peso) em uma determinada população durante um período de tempo (5). Já o método fatorial se baseia em um indivíduo médio representativo da população, considerando as exigências para sua manutenção e produção (17). Quando se utiliza o método fatorial para estimar exigências nutricionais, deve-se selecionar o melhor indivíduo representativo da população. O NRC (18) apresenta estimativas de exigências nutricionais para suínos com base em métodos fatoriais. Já as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (19), apresentam recomendações nutricionais para suínos com base em experimentos dose-resposta, método empírico, ou a combinação dos mesmos.

Tanto nas estimativas com base no método empírico, quanto nas estimativas baseadas no método fatorial, a variabilidade individual não é considerada. Uma vez que as estimativas estão baseadas em uma população média, ou um animal representativo, é possível que haja aporte excessivo de nutrientes para indivíduos de uma população. Nesse contexto, esse excesso de nutrientes garante que todos os animais expressem suas máximas respostas (como ganho de peso ou deposição proteica) quando se busca alimentar populações heterogêneas (20).

SISTEMAS CONVENCIONAIS DE ALIMENTAÇÃO PARA SUÍNOS

Em sistemas de criação, entende-se que os custos com a nutrição animal representam uma parcela significativa do total. Do montante referente ao ciclo produtivo, estima-se que 60% dos custos nutricionais de suínos sejam gerados pelas fases de crescimento e terminação (21). Quando o objetivo é melhorar rentabilidade e eficiência nos sistemas produtivos, é importante considerar estratégias alimentares que favoreçam o desenvolvimento dos animais, especialmente nestas fases, mas que também se alinhem aos custos.

A intensificação da suinocultura nas últimas décadas trouxe uma busca por parte da indústria em formular dietas que maximizassem as respostas produtivas dos animais, contudo sem considerar possíveis aportes nutricionais excessivos (4). Antes da intensificação, o uso de uma dieta única ao longo de todo o ciclo produtivo era comum. Em sistemas alimentares como este, as exigências nutricionais dos suínos mais jovens podem não ter atendidas, assim como podem ser fornecidos nutrientes em excesso para animais adultos (22).

A partir da década de 90, deu-se início ao desenvolvimento de dietas mais específicas para as fases de produção dos suínos, sendo o termo “alimentação por fases” designado para descrever o fornecimento de dietas por menores períodos dentro do ciclo produtivo, buscando prover nutrientes o mais próximo possível das demandas nutricionais dos suínos em produção (4). Muitos autores da época encontraram resultados positivos e promissores utilizando a alimentação por fases, podendo ser observados benefícios como a redução na excreção de nitrogênio e fósforo (23;22;24). A excreção de nutrientes com potencial poluente ao solo ainda é uma questão relevante e atual para a suinocultura mundial.

Em sistemas convencionais de alimentação – alimentação por fases – as estimativas nutricionais dos animais são obtidas a partir dos métodos empírico ou fatorial. Estes métodos estimam as exigências a partir da média da população, ou através de um indivíduo médio do grupo (25). As recomendações nutricionais para suínos em suas determinadas fases fisiológicas (gestação, lactação) ou crescimento podem ser encontradas em manuais como o NRC (18) ou as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (19). Apesar de serem

excelentes referências, esses manuais não contemplam as variações dinâmicas das exigências nutricionais ao longo do ciclo de desenvolvimento, e também entre indivíduos que compõem uma população (26). Nesse sentido, uma busca por respostas em um determinado grupo desconsidera a individualidade dos animais, bem como e as suas dinâmicas de crescimento e de exigências nutricionais.

De acordo com (27), sistemas de alimentação que buscam maximizar respostas populacionais – como os sistemas de alimentação por fase – podem estar associados a altos custos com nutrição, além de elevados níveis de nutrientes excretados. A explicação para estes fatos é que nos sistemas de alimentação por fases os animais podem receber mais nutrientes do que necessitam, ocasionando um suprimento nutricional inapropriado (5). Nesse sentido, o desenvolvimento de programas alimentares mais eficientes deve considerar a individualidade dentro dos sistemas de produção. Essa ferramenta desempenha um importante papel para a manutenção da sustentabilidade da cadeia, reduzindo os custos e a excreção de nutrientes fornecidos em excesso e com potencial poluente.

SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO DE PRECISÃO PARA SUÍNOS

O objetivo da alimentação de precisão é desenvolver um sistema que estime e forneça, no momento certo, uma ração em quantidade e composição adaptadas as exigências de cada animal (8). Em sistemas convencionais de alimentação, o monitoramento dos dados individuais de consumo diário de ração, ou a duração das refeições, é um desafio. Isso ocorre porque os animais estão alojados em grupos. Nesse contexto, sistemas de alimentação de precisão possibilitam que os suínos tenham seus dados avaliados de maneira individualizada, levando em consideração suas características distintas. Dessa forma é possível tratar os animais como indivíduos mesmo quando compõem um rebanho (28).

A alimentação de precisão ainda é um conceito recente, e tem como principal objetivo aliar os conhecimentos da nutrição animal à engenharia, possibilitando uma alimentação individual a partir de exigências nutricionais estimadas em tempo real (27). Nestes sistemas, as fontes de variabilidade são consideradas, podendo ser intra-indivíduo ou inter-indivíduo (28). Pode-se elencar como fontes de variabilidade intra-indivíduo, ou intrínseca, fatores como genética, peso e idade. Quanto à variabilidade inter-indivíduo, ou extrínseca, podem ser citados fatores externos, como o ambiente. Fatores extrínsecos, ou inter-indivíduo, podem afetar de maneira adversa os animais, gerando reações e causando maior variabilidade entre os indivíduos (29). Sistemas de alimentação de precisão, ao considerar as variabilidades, estabelecem exigências individuais e em tempo real. Esse fato, por sua vez, considera o potencial de crescimento dos animais, podendo ser específicas a um determinado objetivo produtivo ou a condições de criação.

ALIMENTADORES AUTOMÁTICOS NA ALIMENTAÇÃO DE PRECISÃO

O *Automated Intelligent Precision Feeder* (AIPF) é um sistema de alimentação desenvolvido por uma extensa equipe composta por pesquisadores da Universidade de Lleida, na Espanha, em colaboração com outros institutos de pesquisa. Dentre eles está o Agriculture and Agri-Food Canada, a Universidade Federal de Santa Maria, a Unesp e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

O AIPF é um alimentador de precisão e uma proposta para alimentar suínos em grandes grupos a partir da estimativa de exigências nutricionais em tempo real, considerando as dinâmicas individuais do crescimento de cada animal e a sua quantidade ideal de nutrientes (10). Formado por um componente estrutural e outro lógico, o AIPF visa otimizar a produção de suínos a partir das perspectivas animal, ambiental e econômica (5). Em sua estrutura, o AIPF é composto por comedouro automático que controla o fornecimento de ração, um mecanismo para mensurar o peso e o consumo em tempo real, e um identificador de animais.

A identificação dos animais é realizada no momento da ida ao comedouro a partir de um *transponder* instalado na orelha. *Transponders* são circuitos ressonantes constituídos por uma antena, um microchip e um capacitor (30). Após a identificação no momento de acesso ao comedouro, dados relativos aos animais são coletados e analisados em tempo real. A partir disso, um subsistema é responsável por fornecer a ração em qualidade e quantidade determinadas. O fornecimento ocorre a partir de algoritmos que formulam uma ração individual para cada indivíduo e para cada dia (31).

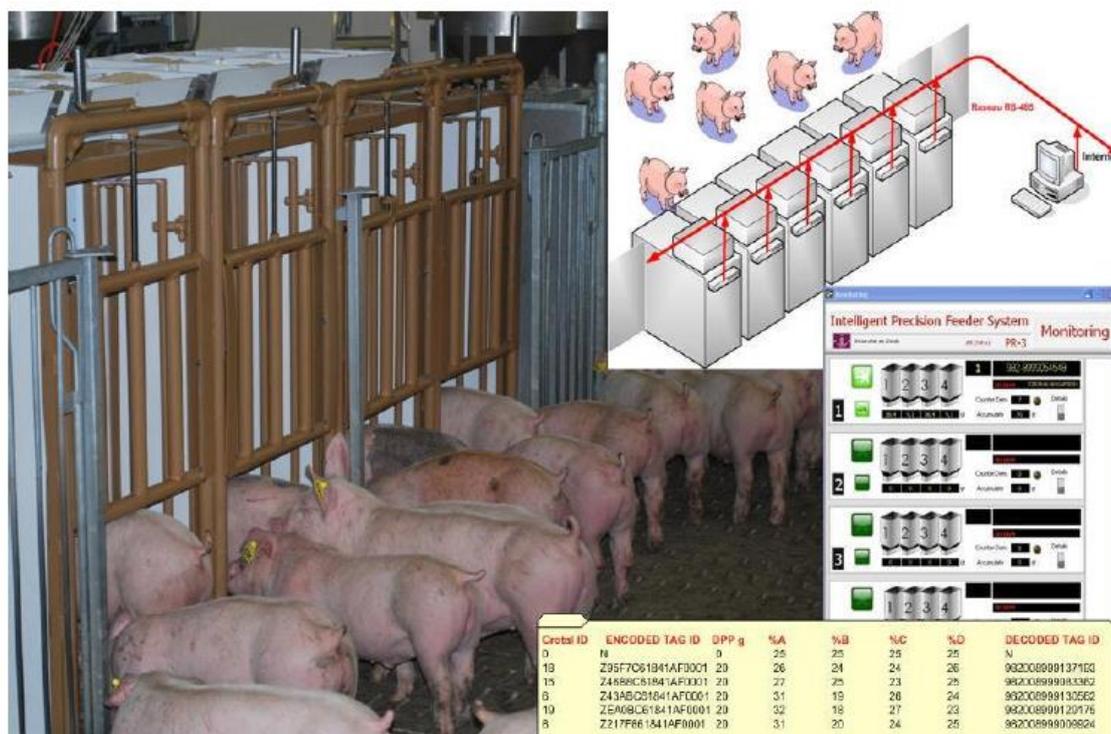


Figura 01 – Alimentador automático (AIPF) para alimentação de precisão com dietas calculadas individualmente.

Fonte: Pomar *et al.* (2009).

O componente lógico (sistema) é apresentado junto ao alimentador automático na Figura 01. A partir de modelos matemáticos, as exigências nutricionais de cada animal são calculadas diariamente. O modelo permite calibração em tempo real, com intervalos de um dia, a partir de dados fornecidos pelo sistema (5). De acordo com (32), a calibração é um dos aspectos mais difíceis nos modelos, pois é complexo descrever o animal, o ambiente e a ração. Nas primeiras alimentações nos comedouros, são utilizadas informações

populacionais para referência (como um sistema de alimentações por fase, por exemplo). À medida que os animais se alimentam, dados são coletados pelo sistema e os parâmetros do modelo são ajustados individualmente em tempo real.

RESULTADOS DO USO DA ALIMENTAÇÃO DE PRECISÃO PARA SUÍNOS

As dietas formuladas para suínos apresentam como ingredientes principais a soja e o milho. O milho possui acentuada deficiência dos aminoácidos lisina e triptofano. A soja, por sua vez, apresenta deficiência do aminoácido metionina, dentre outros. Nesse sentido, em condições nutricionais práticas para o uso destes ingredientes, lisina, metionina, triptofano e treonina são aminoácidos que requerem atenção ao se formular dietas para suínos (33). Adicionalmente, sabe-se que a lisina é o principal aminoácido limitante para suínos com dietas formuladas a base de farelo de soja e (34). Esse fato culmina em uma grande exploração e número de experimentos para determinar quantidades de lisina ideais às diferentes fases do ciclo produtivo dos suínos. Contudo, deve-se considerar que a exigência de um determinado nutriente é influenciada por diversos fatores. Dentre eles está o sexo, a genética, a concentração de energia da dieta, a biodisponibilidade dos ingredientes, a frequência alimentar, o método estatístico utilizado para a estimativa, dentre outros (35). Portanto, estimar exigências nutricionais na nutrição animal é uma tarefa complexa.

Existem várias oportunidades de melhoria no ajuste entre oferta (dieta) e demanda de nutrientes (exigências nutricionais dos animais). Alguns sistemas de precisão focam no conhecimento mais aprofundado do conteúdo nutricional dos ingredientes, como os sistemas de infravermelho próximo instalados nas linhas das fábricas de ração. Sistemas como esse permitem atualizações frequentes das matrizes nutricionais dos ingredientes utilizados na formulação das dietas, evitando subestimação ou superestimação da composição de ingredientes importantes. Consequentemente, há mais certeza de que os animais realmente receberão a quantidade prevista de nutrientes.

Outros sistemas de precisão são desenvolvidos para reduzir o número de fases nos programas de alimentação, chegando a formulas atualizadas diariamente ou mesmo em cada turno do dia (alimentação sequencial). O ajuste diário das formulas permite que as dietas estejam mais próximas das exigências reais dos animais. Contudo, estes sistemas seriam impraticáveis em termos de logística ou armazenamento. Para contornar o problema, duas rações (ou pré-misturas) são formuladas para atender as exigências do início e do final de um determinado período e estas formulas são misturadas diariamente em proporções diferentes, causando uma alteração gradual na sua composição nutricional. Este tipo de ajuste pode ser feito a campo em sistemas de mistura seca ou líquida, mas geralmente permanecem fornecendo a mesma ração para todo o grupo de animais de um determinado rebanho.

No contexto da alimentação de precisão, estudos prévios demonstraram que o uso de dietas diariamente ajustadas para cada indivíduo da população reduziu em 26% o consumo de lisina digestível, 30% a excreção de nitrogênio e 10% dos custos em relação ao grupo alimentado pelo sistema convencional de fases, sem comprometer o desempenho dos animais (10;15). Outro estudo conduzido (36) avaliou as respostas de suínos submetidos a condições de estresse térmico por calor e as suas respostas produtivas em sistemas alimentares de precisão e convencional. Em concordância (10), a avaliação demonstrou que os suínos no sistema de alimentação de precisão reduziram em 19% o

consumo de lisina digestível e em 24% a excreção de nitrogênio em comparação ao programa convencional, sem comprometer seu desempenho zootécnico e composição corporal. Entende-se que a excreção de nitrogênio – ou outros nutrientes – é afetada, majoritariamente, pelas quantidades ingeridas desses nutrientes, além da disponibilidade metabólica dos mesmos, bem como o balanço entre fornecimento e exigências do animal (37). Nos estudos citados foi possível observar que suínos alimentados em sistemas de precisão, com dietas calculadas diária e individualmente, recebem menores quantidades do aminoácido lisina em comparação aos animais alimentados em sistemas convencionais, sem comprometer seu desempenho produtivo. No balanço entre fornecimento e exigência, tem-se as exigências atendidas pois não há perdas produtivas, e um menor fornecimento de alimento, fornecendo quantidades mais exatas de lisina para suprir as demandas individuais do aminoácido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim como as demais cadeias produtivas da carne, a suinocultura está continuamente lidando com os desafios referentes à sustentabilidade. Para contribuir com a crescente demanda por proteína animal, a eficiência alimentar dos animais deve ser otimizada (38). A partir da otimização da eficiência no uso dos nutrientes por parte dos animais é possível melhorar a eficiência dos sistemas produtivos como um todo. Nesse sentido, o uso da alimentação de precisão em sistemas de criação de suínos apresenta potencial para reduzir custos com nutrição, melhorar a eficiência no uso dos nutrientes, e também reduzir a emissão de possível poluentes ao ambiente. Apesar de um conceito novo, “fazendas de precisão” vêm ganhando cada vez mais espaço no cenário agrícola. Estima-se que em 2050 a população mundial contabilize cerca de 9 bilhões de pessoas, consumindo entre 50-60% mais alimentos (39). em comparação à situação atual. Nesse sentido, as previsões de demanda por alimentos demonstram a importância da otimização de recursos e aumento da eficiência em todos os sistemas produtores.

Os resultados do uso da alimentação de precisão para suínos são promissores, e passam pelos principais objetivos quando se busca maior eficiência dos sistemas de criação: redução de custos com nutrição, redução da excreção de nutrientes e possibilidade de monitoramento a partir do uso de alimentadores automáticos AIPF. A otimização dos sistemas, inclusive, desempenha um importante papel na manutenção da competitividade da cadeia. A alimentação de precisão para suínos ainda é um conceito recente no Brasil e está em desenvolvimento. Contudo, apresenta alto potencial para contribuir com a manutenção da cadeia produtiva, e espera-se que esteja disponível aos suinocultores em breve para assegurar a viabilidade e a sustentabilidade dos sistemas produtivos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

REFERÊNCIAS

1. ABPA. Relatório Anual Associação Brasileira de Proteína Animal 2020. São Paulo: Associação Brasileira de Proteína Animal; 2021.
2. SINDIRAÇÕES. Boletim Informativo do Setor Março/2021. São Paulo: Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal; 2021.
3. EMBRAPA. ICPSuíno/Embrapa. Custos da produção de suínos junho 2021. Concórdia: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; 2021.
4. Han IK, Lee JH, Kim JH, Kim YG, Kim JD, Paik IK. Application of phase feeding in swine production. *Journal of Applied Animal Research*. 2000 Mar 1;17(1):27-56.
5. Hauschild L, Pomar C, Lovatto PA. Systematic comparison of the empirical and factorial methods used to estimate the nutrient requirements of growing pigs. *Animal*. 2010 May;4(5):714-23.
6. Ferket PR, Van Heugten E, Van Kempen TA, Angel R. Nutritional strategies to reduce environmental emissions from nonruminants. *Journal of Animal Science*. 2002 Jan 1;80(E-suppl_2): E168-82.
7. Pomar C, Pomar J, Dubeau F, Joannopoulos E, Dussault JP. The impact of daily multiphase feeding on animal performance, body composition, nitrogen and phosphorus excretions, and feed costs in growing–finishing pigs. *Animal*. 2014 May;8(5):704-13.
8. Gaillard C, Brossard L, Dourmad JY. Improvement of feed and nutrient efficiency in pig production through precision feeding. *Animal Feed Science and Technology*. 2020 Jul 9:114611.
9. Pomar C, Dubeau F, Létourneau-Montminy MP, Boucher C, Julien PO. Reducing phosphorus concentration in pig diets by adding an environmental objective to the traditional feed formulation algorithm. *Livestock Science*. 2007 Aug 1;111(1-2):16-27.
10. Andretta I, Pomar C, Rivest J, Pomar J, Lovatto PA, Radünz Neto J. The impact of feeding growing–finishing pigs with daily tailored diets using precision feeding techniques on animal performance, nutrient utilization, and body and carcass composition. *Journal of Animal science*. 2014 Sep 1;92(9):3925-36.
11. Andretta I, Pomar C, Kipper M, Hauschild L, Rivest J. Feeding behavior of growing–finishing pigs reared under precision feeding strategies. *Journal of Animal Science*. 2016 Jul 1;94(7):3042-50.
12. Banhazi TM, Babinszky L, Halas V, Tschärke M. Precision Livestock Farming: Precision feeding technologies and sustainable livestock production. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*. 2012 Dec 14;5(4):54-61.
13. Patience JF. Precision in swine feeding programs: An integrated approach. *Animal feed science and technology*. 1996 Jun 1;59(1-3):137-45.
14. Monteiro AN, Bertol TM, Kessler AD. Applying precision feeding to improve the nitrogen efficiency of swine production: a review of possible practices and obstacles. *Ciência Rural*. 2017 Jun 22;47.
15. Pomar C, Remus A. Precision pig feeding: a breakthrough toward sustainability. *Animal Frontiers*. 2019 Apr;9(2):52-9.
16. Benjamin M, Yik S. Precision livestock farming in swine welfare: a review for swine practitioners. *Animals*. 2019 Apr;9(4):133.
17. Ribeiro Junior V, Rocha GC, de Oliveira CJ, Brand HG. Formulação de rações para suínos. Viçosa: Aprenda Fácil Editora; 2018.

18. National Research Council, Southern LL, Adeola O, de Lange CF. Nutrient requirements of swine. National Academies Press; 2012.
19. Rostagno HS, Albino LF, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RD, Lopes DC, Ferreira AS, Barreto SD, Euclides RF. Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais. 2011;2:186.
20. HAUSCHILD, L. Modelagem individual e em tempo real das exigências nutricionais de suínos em crescimento [Tese de Doutorado]. Santa Maria: Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria; 2010
21. ABCS. Manual brasileiro de boas práticas agropecuárias na produção de suínos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves: Associação Brasileira de Criadores de Suínos, 2014. (1). v. 1. *E-book*.
22. Paik IK, Blair R, Jacob J. Strategies to reduce environmental pollution from animal manure: principles and nutritional management-a review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 1996 Dec 1;9(6):615-36.
23. Honeyman MS. Sustainability issues of US swine production. *Journal of animal science*. 1996 Jun 1;74(6):1410-7.
24. Mosenthin R, Jansman AJ, Eklund M. Standardization of methods for the determination of ileal amino acid digestibilities in growing pigs. *Livestock science*. 2007 May 15;109(1-3):276-81.
25. FRAGA, B. N. Impacto econômico do sistema *intelligent precision feeder* na produção e distribuição de rações para suínos em crescimento [Dissertação de Mestrado]. Santa Maria: Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria; 2011.
26. Pomar C, Kyriazakis I, Emmans GC, Knap PW. Modeling stochasticity: dealing with populations rather than individual pigs. *Journal of Animal Science*. 2003 Feb 1;81(14_suppl_2):E178-86.
27. Pomar C, Hauschild L, Zhang GH, Pomar J, Lovatto PA. Applying precision feeding techniques in growing-finishing pig operations. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2009;38:226-37.
28. Wathes CM, Kristensen HH, Aerts JM, Berckmans D. Is precision livestock farming an engineer's daydream or nightmare, an animal's friend or foe, and a farmer's panacea or pitfall?. *Computers and electronics in agriculture*. 2008 Nov 1;64(1):2-10.
29. Wellock IJ, Emmans GC, Kyriazakis I. Describing and predicting potential growth in the pig. *Animal Science*. 2004 Jun;78(3):379-88.
30. Eradus WJ, Jansen MB. Animal identification and monitoring. *Computers and Electronics in Agriculture*. novembro de 1999;24(1-2):91-8.
31. Brossard L, Dourmad J, Van Milgen J, Quiniou N. Analyse par modelisation de la variation des performances d'un groupe de porcs en croissance en fonction de l'aport de lysine et du nombre de phases dans le programme d'alimentation. *Journées de la Recherche Porcine en France*. 2007 Feb 6;39:95.
32. Parsons DJ, Green DM, Schofield CP, Whittemore CT. Real-time control of pig growth through an integrated management system. *Biosystems engineering*. 2007 Feb 1;96(2):257-66.
33. Fraser CM. Manual Merck de veterinária. 7ª EDIÇÃO. São Paulo: Roca. 1997.
34. Tuitok K, Young LG, De Lange CF, Kerr BJ. The effect of reducing excess dietary amino acids on growing-finishing pig performance: an elevation of the ideal protein concept. *Journal of Animal Science*. 1997 Jun 1;75(6):1575-83.

35. Castagna CD, Lovatto PA, Quadros ARB de, Pedroso S. Níveis de aminoácidos na dieta de suínos machos inteiros dos 25 aos 70KG. Cienc Rural. março de 1999;29(1):117-22.
36. Santos LS, Pomar C, Campos PH, da Silva WC, Gobi JD, Veira AM, Fraga AZ, Hauschild L. Precision feeding strategy for growing pigs under heat stress conditions. Journal of animal science. 2018 Nov 21;96(11):4789-801.
37. Jongbloed AW, Lenis NP. Alteration of nutrition as a means to reduce environmental pollution by pigs. Livestock Production Science. 1992 May 1;31(1-2):75-94.
38. Brossard L, Taoussi I, van Milgen J, Dourmad JY. Selection of methods to analyse body weight and feed intake data used as inputs for nutritional models and precision feeding in pigs. In8. European Conference on Precision Livestock Farming (ECPLF) 2017 Sep 12 (p. np).
39. Food and Agriculture Organization (FAO). The State of Food and Agriculture: Livestock in Balance; FAO: Roman, Italy; 2009.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-67>

Capítulo 67

SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR PARA BOVINOS DE CORTE

Bruna Martins Machado¹; Deise Dalazen Castagnara²; Édipo Alex Malavolta Ramão³

¹Estudante do Curso de Medicina Veterinária – UNIPAMPA; E-mail: mbrunab98@gmail.com,

²Docente – UNIPAMPA; E-mail: deisecastagnara@unipampa.edu.br

³Médico Veterinário; E-mail: ediporamao@hotmail.com

RESUMO: A pecuária na economia brasileira é de suma importância devido à exportação da carne bovina e da participação no PIB (produto interno bruto) do país. Para que haja uma oferta satisfatória frente ao exigente mercado, pecuaristas lançam mão de alternativas para aumentar a produtividade. Destas, destaca-se a suplementação, pois a nutrição é um dos pilares da pecuária, sendo um dos principais pontos de manejo e interfere diretamente na saúde reprodutiva e sanidade dos animais. O uso de suplementações para os rebanhos melhora o desempenho dos animais e eleva a eficiência produtiva, permitindo a terminação de animais em um prazo mais curto, favorecendo toda a cadeia da carne. A suplementação caracteriza-se pelo uso de diversos alimentos que são usados para fornecer nutrientes como proteína e energia, além dos fornecidos pela forrageira consumida normalmente. Os suplementos podem ser divididos em suplemento proteico, energético e proteico-energético. Alimentos que possuam valor de proteína entre 6 – 7 % acabam por diminuir o consumo animal, por limitar o adequado funcionamento ruminal. Para suprir essa demanda, pode ser usada a suplementação para dois objetivos: manutenção e ganho de peso. Portanto é necessário saber os tipos, efeitos e estratégias de uso de uma boa suplementação, visando ao produtor mais produtividade e lucratividade com o seu rebanho. Assim, objetivou-se com este trabalho a realização de uma revisão de literatura sobre suplementação animal.

Palavras-chave: bovinos de corte; manejo nutricional; nutrição; produtividade

INTRODUÇÃO

Na economia brasileira a pecuária possui um papel de destaque, pois em 2019 o Brasil finalizou o ano com um PIB de R\$ 7,3 trilhões e parte desse montante é devido ao setor pecuário o qual encerrou em 8,5 % do PIB total (1). Visto a crescente demanda pela proteína de origem animal para exportação, o país tornou-se um dos maiores exportadores de carne bovina em 2020 com 2,2 milhões de toneladas vendidas (2). Para que os produtores acatem as exigências de mercado oferecendo um produto de qualidade, eles buscam por tecnologias e alternativas para aumentar a rentabilidade do seu setor.

As alternativas usadas por pecuaristas são baseadas em três vertentes: a reprodução, a sanidade e a nutrição, as quais sempre devem ser trabalhadas concomitantemente. Segundo ABIEC (1), foi gasto R\$ 74,31 bilhões em insumos relacionados a pecuária, sendo

R\$ 12,8 milhões em nutrição, R\$ 606,2 milhões em reprodução e R\$ 2,3 milhões em sanidade. Ao observar esses dados, se nota a grande importância que a nutrição animal possui no mercado pecuário, pois é um dos principais pontos de manejo e interfere diretamente na saúde reprodutiva e sanidade dos animais.

A produtividade remete-se a reprodução, a qual os produtores lançam mão das mais diversas técnicas disponíveis no mercado para alcançar uma alta produção. No entanto a fertilidade do rebanho bem como sua eficiência reprodutiva é diretamente dependente do estado nutricional dos animais. Para vacas em idade reprodutiva, por exemplo, dietas com baixos níveis de energia interferem no intervalo entre partos (3). Nas condições de inverno da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul o uso de suplementação mineral, suplementação proteica e proteica-energética não impediram a perda de peso de novilhas Braford. Porém a suplementação mineral obteve maior viabilidade econômica, contrapondo a maior eficiência em amenizar a perda de peso dos animais, das demais formas de suplementação sem causar prejuízo ao sistema, o que poderá ser determinante no desenvolvimento futuro dessas novilhas (4). Muitos produtores de bovinos de corte, lançam mão de estratégias nutricionais como o uso de suplementações para o seu rebanho, assim possuem maior eficiência produtiva em um prazo mais curto, favorecendo toda a cadeia produtiva.

A suplementação via alimentos concentrados ou volumosos é utilizada em conjunto ao pastejo, visto que há uma variação no valor nutricional das pastagens durante o ano, porém é de suma importância que essa complementariedade na dieta seja feita de forma correta para que se tenha bons níveis de energia e proteína para o animal (5). O Brasil é detentor de 149 milhões de hectares destinadas a pastagem (1), no entanto os índices zootécnicos máximos não são alcançados visto as intempéries como chuva e seca que acontecem nas regiões do país, o que prejudica a produção satisfatória de biomassa das forrageiras, somando-se a isso, a oferta única de forragem na dieta de ruminantes tende a não suprir todas as demandas nutricionais do animal (6).

Portanto é necessário saber os tipos, estratégias de uso e os efeitos de uma boa suplementação, para que o produtor tenha mais produtividade e lucratividade com o seu rebanho, com isso objetivou-se a realização de uma revisão de literatura sobre suplementação animal.

TÓPICOS

Tipos de suplementação

A suplementação caracteriza-se pelo uso de diversos alimentos que são usados para fornecer nutrientes como proteína e energia, além dos fornecidos pela forrageira consumida normalmente. Os suplementos podem ser divididos em suplemento proteico ou mistura múltipla, suplemento energético e suplemento proteico-energético, os níveis de inclusão é variável conforme o tipo de suplementação e o seu custo para o produtor, para isso o cálculo de viabilidade econômica torna-se importante para a escolha do uso. Alimentos que possuam valor de proteína entre 6 – 7 % acabam por diminuir o consumo animal devido à redução de síntese microbiana ruminal, afetando a digestibilidade de massa verde e queda no desempenho animal (7), para suprir essa demanda, pode ser usada a suplementação para dois objetivos: para manutenção e ganho de peso (8).

A época mais indicada para o uso de suplementação no centro oeste do Brasil é o período da seca que corresponde ao período de inverno na metade sul do país, nesse período a suplementação evita a perda de peso dos animais e visa a correção da deficiência de proteína nas pastagens (9). Antes da época da seca, deve ser feito o diferimento de

pastagens para que haja boa oferta de forragem, preconiza-se um bom espaço de cocho (cm lineares/UA) para que se tenha conforto durante a oferta do suplemento, o devido dimensionamento tem como objetivo evitar disputas entre níveis hierárquicos o que pode gerar fermentos ou a não ingestão do alimento por animais de mais baixo nível.

Alimentos que ofertem efetiva quantidade de nitrogênio na sua composição ou o uso de ureia na formulação desses suplementos, acabam por aumentar o consumo da forrageira de baixa qualidade devido ao aumento de síntese de proteína microbiana através da amônia vinda do nitrogênio, essa proteína microbiana aumenta a digestibilidade dessas fibras da forrageira, aumentando a síntese de ácidos graxos voláteis.

Suplementação proteica

Devido suprimento nutricional insuficiente fornecido pelas pastagens, se torna importante a suplementação proteica, assim podem ser corrigidas as dietas deficientes em nitrogênio, melhorando conversão alimentar (8). As fontes proteicas podem ser farelos, NNP (Nitrogênio não Proteico) através da ureia e resíduos de algodão e soja, no entanto o alto custo da soja é um fator limitante para o uso em larga escala pelo produtor (8) (10). O fornecimento de N-NH₃ através da suplementação promove o crescimento de microrganismos ruminais (11). O uso do suplemento proteico tem seu resultado positivo devido a melhora da microbiota ruminal a qual interfere em uma melhor digestibilidade levando a uma maior ingestão de MS (matéria seca) o que favorece o ganho de peso vivo do animal. Os bovinos possuem a capacidade de utilizar as proteínas vindas de volumosos, de farelos ou grãos, ou de fontes de NNP como a ureia o qual não possui um alto valor de mercado, sendo o mais vantajoso para o produtor. No entanto se deve equilibrar essa oferta de proteína com a oferta de energia, visto que quando ambas as ofertas estão equilibradas a uma maior síntese microbiana, aumentando a produtividade por animal. Esse tipo de suplementação pode ser utilizado tanto em épocas de seca quanto das águas, contudo quando há oferta de pastagem com boa quantidade de PB (proteína bruta) não se faz necessária a suplementação, apenas em categoria animal em que a exigência é maior.

Suplementação energética

O princípio do déficit nutricional das pastagens ao longo do ano, justificando o uso de suplementos proteicos, se aplica no uso de suplementos energéticos, utilizados principalmente em épocas das águas. A fonte de energia mais importante é o carboidrato, oriundo do milho, alimento mais conhecido como fonte energética. No entanto o sorgo também é muito utilizado como fonte de energia, porém, possui menor valor energético que o milho além de menor digestibilidade das dietas que contém o sorgo. Porém o preço do sorgo é menor em comparação ao do milho o que o torna uma opção viável ao produtor (8). Além do sorgo, o milheto também pode ser utilizado como fonte energética, mas em substituição à parte do milho nos suplementos energéticos (12).

Um fator importante a ser considerado em dietas suplementadas energeticamente é o efeito de substituição, que se caracteriza pela redução da ingesta de volumoso quando o animal é suplementado. Esse efeito ocorre principalmente quando há o fornecimento de suplemento, sendo ele milho ou sorgo, que possui alta taxa de amido junto à uma forragem com pouca PB (proteína bruta). Portanto deve ser considerado o valor nutricional da forragem, do suplemento e o quanto a categoria animal exige na dieta para que não ocorra o efeito substitutivo (8), à menos que esse seja desejado pelo produtor como em situações de restrição da oferta forrageira.

Suplementação proteico-energética

Nos períodos de água, o grande objetivo do produtor é aumentar o aproveitamento da pastagem através da taxa de ingestão, no entanto o teor de proteína não é o fator limitante, mas sim a energia para que ocorra satisfatória síntese microbiana ruminal. O uso da suplementação proteico-energética visa a maximização do ganho de peso e explorar o potencial genético do animal. Para que haja essa melhoria sem que ocorra o efeito substitutivo, a suplementação proteico-energética acaba sendo uma ótima aliada, visto que fornece bom aporte de energia e uma liberação de amônia favorecendo o desenvolvimento ruminal (13). O nível de fornecimento de um suplemento dessa categoria não deve ultrapassar 0,3% do peso vivo do animal, pois valores acima influenciam negativamente no consumo da pastagem (14). Ainda, podem ser desfavoráveis economicamente, pois estudos sobre viabilidade econômica com uso de suplementações encontraram viabilidade para novas propriedades que ingressariam no setor apenas com o baixo uso de suplementos proteico-energéticos (15).

A fim do uso total desse suplemento, a adaptação do animal frente a uma nova dieta é imprescindível, recomenda-se que na primeira semana de implantação se utilize uma proporção de 2:1 em relação ao sal convencional com ureia e na segunda semana o uso de 1:1, para que na terceira semana já se utilize 100% do suplemento.

Efeitos da suplementação

Quando se faz a utilização de suplementos na dieta de bovinos, deve ser considerado o efeito associativo do seu uso, esse efeito correlaciona o consumo de pastagem com o consumo do suplemento. São três os efeitos: Substitutivo, combinado e aditivo. O primeiro se caracteriza pela diminuição do consumo de volumoso diretamente proporcional ao aumento do consumo do suplemento sem que haja mudança na quantidade de MS (matéria seca) total consumida, também pode ser chamado de taxa de substituição, onde taxa igual a 1 indica pouco efeito suplementar ou 0 quando o seu uso não modifica a taxa de consumo da forragem (16), o efeito substitutivo em alguns momentos é usado como estratégia no período onde não há oferta suficiente de forragem, sendo utilizado a suplementação a tal ponto que gera esse efeito. O efeito combinado ocorre quando há aumento do consumo de suplemento, conseqüentemente elevando o consumo total, no efeito aditivo a forragem é consumida nas mesmas proporções independente dos níveis de suplementação (11).

Na dieta e desempenho dos animais, os efeitos desejados com a suplementação buscam aumento da digestibilidade e desempenho. O fornecimento de suplementação proteico energética aumenta a ingestão de matéria seca (MS), PB (proteína bruta), FDN (Fibra em detergente neutro), EE (extrato etéreo), CNF (carboidratos não fibrosos) além de aumento nos coeficientes de digestibilidade da PB, EE e CNF (17). As diversas estratégias de suplementação confirmam a viabilidade econômica (18) da suplementação de proteína, energia e minerais a pasto ou em confinamento, principalmente pela redução da idade ao abate dos animais.

Manejo de fornecimento

A suplementação alimentar para bovinos de corte se torna viável ao produtor se essa estratégia é rentável quando se compara os valores dos insumos e o retorno financeiro (19). Há alguns fatores que interferem diretamente no resultado do uso da suplementação, como

as instalações que abrangem cochos e bebedouros e avaliação do consumo. Os chocos são essenciais para o fornecimento da suplementação, hoje se apresentam de diversas formas e preços, no entanto o manejo é o ponto principal. Ao utilizar cochos deve-se atentar para a correta disposição dentro do piquete, seu tamanho em cm/linear para o adequado consumo pelos animais, estado de conservação e cobertura.

A disposição dos cochos deve ser baseada no comportamento do lote e a facilidade de abastecimento por parte do produtor, o tamanho e quantidade de cochos variam de acordo com o número de animais do rebanho, tipo de suplemento ofertado e categoria animal pertencente ao lote (10), em suplementação proteica preconizasse 5 cm/cabeça para manejo rotacionado e 7 cm/cabeça manejo contínuo, para suplementação energética de 15 e 10 cm/cabeça para manejo rotacionado e contínuo respectivamente. Sempre preconizar por cochos cobertos em cima e nas laterais, principalmente para fornecimento de suplementos proteicos como NNP (ureia) evitando a intoxicação dos animais, pois se ocorre a consumo de ureia em excesso ou molhada se torna tóxico.

O consumo de água é vital para todo o ser vivo pois influencia no organismo para manutenção e desempenho animal, bovinos de corte consomem por dia de 45 a 67 litros/dia de água (20), locais de captação de água, aguadas naturais e bebedouros devem fazer parte da estratégia de suplementação, assim como para cochos, disposição, largura e comprimento são pensados para o fornecimento de água. Para o desempenho animal a água de boa qualidade tem papel importante, pois diferentemente de animais que não consomem ou consomem água de baixa qualidade, animais com bons níveis de fornecimento, acrescentam 100g/dia em seu peso vivo por aumentarem a frequência de procura por alimento (20).

A avaliação de consumo deve ser feita com periodicidade, esse manejo influencia tanto no custo da suplementação, desempenho e conforto do animal, animais que consomem além do que necessitam de suplementos, acabam sofrendo com o efeito substitutivo da dieta, deixando de comer a pastagem ofertada, também, quando há fornecimento com periodicidade desregular, toda a adaptação do animal frente ao consumo de suplemento sofre uma pausa, o que influencia na síntese de proteína microbiana ruminal que por sua vez acarreta no menor consumo e digestão da forragem, somando-se a isso, bovinos são animais gregários e de fácil condicionamento, quando o suplemento é ofertado regularmente, acabam criando uma rotina a qual traz conforto para eles (21).

Ainda, em se tratando da frequência de fornecimento, no uso da suplementação proteico-energética, constata-se que a redução da frequência de fornecimento para três ou cinco vezes por semana em comparação com o fornecimento diário não afetou o consumo e aproveitamento dos nutrientes por bovinos de corte recebendo volumoso de baixa qualidade (17).

CONCLUSÕES

A partir dessa revisão, pode ser notada a importância da pecuária e os principais manejos que são adotados para melhorar a produtividade na criação de bovinos de corte no país. A suplementação animal envolve vários pontos, que interligados formam uma boa nutrição a qual é um dos principais pilares dessa cadeia e o uso de estratégias suplementares, assim como seu uso e efeitos devem ser conhecidas e difundidas cada vez mais a fim de melhorar o ganho final do produtor.

REFERÊNCIAS

1. ABIEC: Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. Beef Report Perfil da Pecuária no Brasil; 2020.
2. Revista Attalea Agronegócios. Nutrição de bovinos: pastagem e suplementação são complementares na dieta [Internet]. 2021. [acesso em 2021 Jul 06]. Disponível em: <https://revistadeagronegocios.com.br/nutricao-de-bovinos-pastagem-e-suplementacao-sao-complementares-na-dieta/>
3. Fonseca RA. Manejo nutricional reprodutivo e biotécnicas para incrementar a eficiência reprodutiva em rebanhos de vacas de corte [dissertação]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2018.
4. Malaguez EG, Gonçalves TL, Giudice BB, Oaigen RP, Castagnara DD, Azevedo EB. Mineral, protein, and energy supplementation in heifers in a native pampa biome pasture during winter. *Rev. de agri. neot.* 2020;7:1 – 8.
5. Evangelista MA, Azevedo MMR, Sarturi C, Araújo JAS, Neves KAL, Minervino AHH, et al. Suplementação com sal mineral proteinado para bovinos de corte, na fase de recria, no período seco, na região do baixo Amazonas Paranaense. *Agroecossistemas.* 2020;12:175 – 193.
6. Gurgel ALC, Difante GS, Roberto FFS, Dantas JLS. Suplementação estratégica para animais em pasto. *PubVet Med. Vet. E Zoot.* 2018;12:1 – 10.
7. Ramão, EAM. Relatório do Estágio Curricular Supervisionado em Medicina Veterinária (Área de concentração: Bovinocultura de Corte) [dissertação]. Uruguaiana: Universidade Federal do Pampa; 2019.
8. Urio GS. Diferentes formas de suplementação proteica energética para bovinos de corte na época da seca [dissertação]. Dourados: Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados; 2019.
9. Quadros DG, Souza HN, Andrade AP, Bezerra RG, Almeida AD, Sá ARM, et al. Avaliação bioeconômica de estratégias de suplementação de novilhos zebuínos mantidos em pastagens diferidas de capim-marandu no período seco. *Rev. bras. saud. prod. anim.* 2016;17(3).
10. ASBRAM – Associação Brasileira das Indústrias de Suplementos Minerais. Guia

- prático para a correta suplementação pecuária – Bovino de Corte. São Paulo; 2003.
11. Malafaia P, Cabral LS, Vieira RAMV, Costa RM, Carvalho CAB, et al. Suplementação protéico-energética para bovinos criados em pastagens: Aspectos teóricos e principais resultados publicados no Brasil. *Live. Research for Rural Devel.* 2003;15
 12. Cardoso AB, Moraes EHB, Oliveira AS, Zervoudakis JT, Cabral LS, Silva PIJLR, et al. Substituição parcial do milho por fontes energéticas para bovinos de corte em pastejo. *Pesq. agropec. Bras.* 2013;48:1295-1302.
 13. Favero R, Menezes RO, Feijó GLD, Araújo TLAC, Neves AP, Silva AM, et al. Desempenho de bovinos cruzados recriados em pastagem tropical recebendo suplementação proteica ou proteico-energética durante o período das águas. *Embrapa Gado de corte – ALICE.* 2017
 14. Costa TG, Morais MG, Silva JA, Araújo TLAC, Carneiro MMY, Souza ARDL, et al. Suplementação proteica-energética na terminação de bovinos criados em pastagens tropicais. *Anais da X Mostra Científica FAMEZ/UFMS.* 2017; 346 – 352.
 15. Oliveira ER, Couto VRM. Productive and Economic Viability of Raising Beef Cattle in the Savanna of the Brazilian State of Goiás. *Rev. Econ. Sociol. Rural.* 2018;56(3):395 – 410.
 16. Leite RG. *Uso De DDGS na Suplementação Proteico Energética Em Bovinos Em Pastejo Na Estação Chuvosa [dissertação].* Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – UNESP; 2018.
 17. D’Oliveira MC, Biberg FA, Bomfim GF, Morais M da G, Diogo JM, Franco GL. Protein-energy supplementation frequency on ruminal variables, intake and digestibility in steers receiving low quality hay. *Cienc. anim. bras.* [Internet]. 2020;21. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cab/a/xR5VpZsD8qjWYcvRSY4YjJy/?format=pdf&lang=en>
 18. Bicalho FL, Barbosa FA, Graça DS, Filho SLSC, Leão JM, Lobo CF. Desempenho e análise econômica de novilhos Nelore submetidos a diferentes estratégias de suplementação alimentar nas fases de recria e engorda. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2014;66:1112 – 1120.

19. Sousa DJO. Estratégias de suplementação mineral na alimentação de bovinos de corte [dissertação]. Anápolis: Centro Universitário de Anápolis-UniEVANGÉLICA; 2019.
20. Rodrigues DOM. A importância da água na produção de bovinos de corte [dissertação]. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso; 2018.
21. EMBRAPA Gado de Corte – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. ILPF – Inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta. Brasília; 2019.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-68>

Capítulo 68

SUPLEMENTAÇÃO NA ÉPOCA DAS ÁGUAS: REVISÃO

Anna Carolina de Carvalho Ribeiro¹; Rondineli Pavezzi Barbero²

¹Pós Graduada em Ciência Animal – PPGCA – UFRRJ; E-mail: annkaroll@hotmail.com, ²Docente do Depto de Produção Animal – IZ – UFRRJ. E-mail: barbero.rp@gmail.com.

RESUMO: A bovinocultura de corte brasileira apresenta enorme potencial de produção de proteína animal, em função das características climáticas e extensão territorial. A maior parte dos bovinos são criados a pasto, sendo as forrageiras a principal fonte de alimentação para ruminantes. A época das águas proporciona condições para o desenvolvimento e boa composição bromatológica das forrageiras. No entanto, bovinos consumindo apenas forragem mesmo na época das águas podem não ter suas exigências nutricionais atendidas para elevado desempenho, e o uso de suplementos pode gerar incrementos de produtividade. Visando maximizar o desempenho animal a suplementação concentrada como estratégia alimentar é de suma relevância para que os bovinos possam expressar todo o seu potencial produtivo. O objetivo do trabalho é abordar os aspectos gerais da suplementação de bovinos de corte a pasto na época das águas. Dados da literatura apontam que a suplementação de bovinos a pasto no período das águas proporciona maior ganho de peso e produtividade. O ajuste da suplementação em função da composição química e oferta de forragem no período das águas pode resultar em maior eficiência de produção na pecuária de corte.

Palavras-chave: bovinos de corte, suplemento, terminação

INTRODUÇÃO

As propriedades do Brasil em sua maioria apresentam a forragem como principal e mais econômica fonte de alimentação para bovinos de corte (1). As regiões tropicais apresentam temperaturas elevadas e alto teor de umidade, com estações secas e úmidas bastante definidas ao longo do ano. As forrageiras tropicais possuem a sazonalidade produtiva como característica, tendo alta qualidade da forragem disponível no período das águas e baixo desempenho na seca, resultado dessa variação de recursos nutricionais para as plantas, devido as condições climáticas (2).

No período chuvoso, a composição bromatológica da forragem tende a ser superior pela disponibilidade de água e luminosidade, contudo, em decorrência da falta de manejo com a pastagem, pode-se obter forragem de baixa qualidade, com alta concentração de fibra na parede celular, maior proporção de colmos e baixa densidade de folhas, principalmente em condições de áreas com solos de baixa fertilidade natural e ausência de utilização de fertilizantes. Essas variações no fornecimento de nutrientes aos animais, demonstram uma deficiência alimentar da forrageira e a necessidade de suplementação para obtenção de bons índices produtivos.

A suplementação concentrada para animais em pastejo é uma alternativa importante, que por meio do atendimento da demanda dos nutrientes, possibilita aos bovinos expressar todo o seu potencial produtivo e auxilia na eficiência de utilização do pasto (3). Nas águas os suplementos podem ser utilizados para otimizar o uso das forragens, melhorias no ganho de peso dos animais e redução do ciclo produtivo, porém, existem muitas dúvidas quanto ao tipo de suplemento a ser utilizado. Mediante o exposto, o objetivo da presente pesquisa foi construir um referencial teórico sobre a suplementação de bovinos de corte a pasto na época das águas.

SUPLEMENTAÇÃO PARA BOVINOS EM PASTEJO

Características da forragem

Os sistemas de produção a pasto predominam no país em função disponibilidade de forragem e as condições climáticas, para isso, cuidados no manejo da forrageira são necessários com o objetivo de reduzir as perdas na produtividade das pastagens, impactos na eficiência dos recursos naturais e redução no desempenho animal (4). As características estruturais das pastagens tropicais determinam o potencial de produção da forragem, pode ser atribuída de maneira genética e através de manejos adequados, para que não haja incapacidade produtiva.

Segundo Sbrissia et al. (5) quando a *Urochloa brizantha* cv. Marandu é submetida a alta intensidade de pastejo limita as condições de crescimento, mesmo durante a estação chuvosa, onde pastos mantidos a 10 cm reduziram a densidade de perfilhos, padrões demográficos de perfilhamento e população de perfilhos perdendo o potencial produtivo. O estudo comprova que apesar das condições ambientais favoráveis, durante o desenvolvimento da planta é fundamental o manejo adequado das pastagens, compreendendo cada estado fenológico e suas necessidades

A maior eficiência no aproveitamento da forragem ocorre com o entendimento da variação das características morfológicas e a composição química que sofrem mudanças o conforme a idade das pastagens (6). Paciollo et al. (7) estudando a *Brachiaria decumbens* no sistema silvopastoril observaram que as estações do ano afetam diretamente o crescimento da parte aérea e sistema radicular, assim como a luminosidade, pois na estação chuvosa favoreceu o desenvolvimento da biomassa e a densidade radicular devido a redução da capacidade fotossintética.

As forrageiras tropicais apresentam teores de proteína bruta (PB) maior que 80-100 gramas / kg de matéria seca, que representa alta qualidade, com maior teor de PB e serem mais digeríveis que as forrageiras no período seco, quando normalmente este é o principal nutriente limitante nas regiões tropicais (8). Na época das águas, as forrageiras tropicais apresentam teores de proteína próximos a 10%, no entanto, esses componentes nitrogenados podem estar ligados a fração fibrosa de lenta taxa de degradação ou indigestíveis (9). A composição química das forragens, com o avanço na idade fisiológica das plantas, resulta na redução nos teores de PB e digestibilidade *in vitro* da matéria seca e aumento nos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) (10).

Barbero et al. (11) determinando o efeito da altura pastejo combinada com níveis de suplementação para bovinos de corte na época das águas, verificaram que ocorre redução do valor nutritivo da dieta dos animais com o aumento na altura de pastejo. O capim Marandu manejado a 35 cm, apresentou PB de 137 (g/kg MS) e mesmo sem o uso

de suplementos os animais tiveram ganhos de 1,2 kg/dia, com lotação de 1,0 UA/ha, pois a disponibilidade de forragem adequada viabiliza o alto desempenho. Canesin et al. (12) avaliando o ganho de peso de bovinos em pastagem de *Brachiaria brizantha* suplementados ao longo do ano, com altura de pastejo de 25 cm com pastejo contínuo e suplementação diária, obtiveram ganhos de 0,760 kg/dia, com lotação de 1,0 UA/há. As mudanças na composição morfológica da forragem podem determinar as modificações na sua composição química.

Suplementação a pasto no período das águas

A utilização de suplementos contribui para estimular o consumo de forragem, melhorar a digestibilidade da dieta, a síntese de proteína microbiana através da utilização da amônia produzida no rúmen e fornecer os nutrientes necessários aos animais (13). A escolha dos suplementos relaciona-se ao desempenho esperado animais, os proteicos são utilizados quando aumento na massa de forragem e no conteúdo de fibra e redução no teor proteico, os energéticos quando o cenário é o inverso, redução na massa de forragem e no conteúdo de fibra e aumento no teor proteico (14). Os proteicos energéticos promovem a inclusão de compostos nitrogenados no rúmen e maior eficiência de utilização da forragem (15).

Dias et al. (16) trabalhando com capim Marandu no período chuvoso e avaliando o fornecimento de 0,4% PC/dia de suplemento proteico energético e suplemento mineral *ad libitum* na fase de recria observaram que a disponibilidade de matéria seca e dos componentes morfológicos da forragem aos animais, evidenciando a importância do manejo nas águas, que pode interferir no valor nutritivo da forragem. A alta qualidade da forragem possibilita a maximização do consumo de matéria seca, tempo de pastejo, no qual, a oferta de pasto não seja o fator limitante o consumo pelo animal. O ganho médio diário (kg/dia) foi de 0,97 e 0,70 para animais com e sem suplementação, respectivamente. Com o objetivo de estudar os efeitos da suplementação de bovinos corte no período das águas, fornecidos 0,6% do peso vivo em pastagens de *Brachiaria brizantha* Fernandes et al. (17) encontraram diferenças entre os animais com e sem suplementação que obtiveram ganho médio diário (kg/dia) de 0,77 e 1,06 respectivamente.

Nascimento et al. (18) avaliando o desempenho de novilhos a pasto no período das águas e compararam fontes de energia em suplementos múltiplos: mistura mineral *ad libitum*, grão de sorgo moído, grão de milho moído, casca de soja, farelo de trigo, formulados com 33% de PB e as fontes energéticas foram adicionadas: mistura mineral, farelo de algodão e ureia. Com o fornecimento de 1 kg de suplemento animal/dia, os ganhos médios diários dos tratamentos foram de 0,448; 0,700; 0,543; 0,529 e 0,614 respectivamente, encontrando desempenho semelhante para os suplementos estudados. O consumo de matéria seca digerida e nutrientes digestíveis totais foram menores.

O fornecimento de proteína e energia podem ter efeitos distintos, a associação de fontes energéticas e proteicas, pode aumentar o desempenho animal, por ofertar energia e proteína rapidamente degradável (19). A disponibilidade de proteína da forragem na época das chuvas, diminui o tempo de retenção ruminal e aumenta as taxas de compostos nitrogenados no rúmen, o que causa diminui a síntese de proteína microbiana (20). O desequilíbrio de nutrientes nas águas, com relativo excesso de energia pode ser corrigido com a suplementação proteica (21).

Avaliando o desempenho de animais em pastejo de *Brachiaria brizantha* na fase de terminação no período das águas Souza et al. (22) comparando suplemento mineral e

suplemento mineral proteico de baixo consumo observaram que os animais do tratamento suplemento mineral, apresentaram ganho médio diário de 0,65kg/animal/dia, ganho de peso total de 73,25kg e os do suplemento proteinado de 0,59kg/dia e 66,22kg, respectivamente, indicando que suplementação não promoveu melhorias no desempenho animal, podendo ser desnecessária quando a qualidade e oferta da forragem alta e a taxa de lotação forem baixas.

Barros et al. (23) trabalhando com suplementos múltiplos com diferentes teores de proteína bruta encontraram redução no consumo de matéria seca de forragem quando se aumentou o nível de PB no suplemento, indicando efeito substitutivo, que resultou na variação nas taxas de digestão, afetando o consumo. Já Miorin et al. (24) observaram que a regulação do consumo ocorreu por efeitos fisiológicos, onde ao atingir os requerimentos de manutenção e produção, os animais pararam de ingerir antes de atingirem o nível físico saciedade, evidenciando a suplementação deve ser específica e fornecida em quantidade suficiente para produzir o efeito desejado.

A utilização de suplementos torna-se estratégica quando a forragem é manejada adequadamente, e apresenta boa oferta de pasto. Os suplementos de rápida degradação ruminal pode levar ao excesso de energia e limitação do crescimento microbiano. Segundo Stahlhöfer et al. (25) a utilização de suplementos energéticos para bovinos em pastejo no período das águas aumenta a eficiência na utilização da amônia no rúmen, no aproveitamento da amônia no rúmen. O estudo não apresentou melhorias no desempenho, provavelmente pela relação entre proteína e energia deficiente.

Também trabalhando com diferentes níveis de suplemento energético na recria de novilhos no período das águas Costa et al. (26) verificou o uso de 6 g / kg de peso corporal a base de polpa cítrica reduziu efeitos negativo no desempenho, resultando em melhorias no ganho médio diário (GMD), que chegou a 0,445 kg de PC resultando em animais 65 kg mais pesados do que os não suplementados com 295 kg de PC. Sales et al. (27) observou ganhos adicionais de 20 a 30% em bovinos em pastejo podem ser obtidos com o fornecimento de suplementos com quantidades crescentes de energia durante o período de transição águas-seca.

O nível de fornecimento do suplemento, a qualidade da forragem afeta diretamente no desempenho dos animais. Koscheck et al. (28) estudando diferentes combinações de três alturas (15, 25 e 35 cm) do pasto de *Urochloa brizantha* cv. de Marandu e diferentes níveis de suplementação (0,1%, 0,3% e 0,6%) e mistura mineral na época das águas. Foram encontradas diferenças significativas para o ganho médio diário quando animais alimentados baixa altura do pasto com o fornecimento de 0,3 ou 0,6% PC de suplemento, indicando maior eficiência dos bovinos.

CONCLUSÕES

A literatura aponta que bovinos mantidos a pasto recebendo suplementação no período das águas apresentam incremento no ganho de peso. A suplementação deve ser ajustada, em formulação e quantidade, em função das características da forragem e requerimento nutricional para o desempenho almejado.

REFERÊNCIAS

1. Socreppa LM, Moraes EHBK de, Moraes KAK de, Oliveira AS de, Drosghic LCAB, Botini LA, et al. Glicerina bruta para bovinos de corte em pastejo no período das águas: viabilidade produtiva e econômica. Rev Bras Saude e Prod Anim. 2015;16(1):232-43.

2. Silva S, Sbrissia A, Pereira L. Ecophysiology of C4 forage grasses—understanding plant growth for optimising their use and management. *Agriculture*. 2015;5(3):598–625.
3. Cabral CHA, Bauer M de O, Cabral CEA, de Souza AL, Benez FM. Comportamento ingestivo diurno de novilhos suplementados no período das águas. *Rev Caatinga*. 2011;24(4):178–85.
4. Santos D de C, Guimarães Júnior R, Vilela L, Maciel GA, França AF de S. Implementation of silvopastoral systems in Brazil with eucalyptus urograndis and *Brachiaria brizantha*: Productivity of forage and an exploratory test of the animal response. *Agric Ecosyst Environ*. 2018;266(October 2017):174–80.
5. Sbrissia AF, da Silva SC, Sarmento DOL, Molan LK, Andrade FME, Gonçalves AC, et al. Tillering dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle. *Plant Ecol*. 2009;206(2):349–59.
6. Carvalho AN de, Alves LC, Santos MER, De Oliveira Rocha G, Rodrigues PHM, Carvalho BHR. Como a idade do perfilho e a adubação nitrogenada modificam as características estruturais do capim-marandu diferido? *Cienc Anim Bras*. 2019;20:1–12.
7. Paciullo DSC, de Castro CRT, Gomide CA de M, Fernandes PB, da Rocha WSD, Müller MD, et al. Soil bulk density and biomass partitioning of *Brachiaria decumbens* in a silvopastoral system. *Sci Agric*. 2010;67(5):598–603.
8. Reis WLS, Palma MNN, Paulino MF, Rennó LN, Detmann E. Investigation on daily or every three days supplementation with protein or protein and starch of cattle fed tropical forage. *Anim Feed Sci Technol*. 2020;269(February).
9. Acedo TS, Paulino MF, Detmann E, Filho SCV, Porto MO. Fontes proteicas em suplementos para novilhos no período de transição seca-águas: características nutricionais. *Arq Bras Med Vet e Zootec*. 2011;63(4):895–904.
10. Lima JBMP, Rodríguez NM, Martha Júnior GB, Guimarães Júnior R, Vilela L, Graça DS, et al. Suplementação de novilhos Nelore sob pastejo, no período de transição águas-seca. *Arq Bras Med Vet e Zootec*. 2012;64(4):943–52.
11. Barbero RP, Malheiros EB, Araújo TLR, Nave RLG, Mulliniks JT, Berchielli TT, et al. Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. *Anim Feed Sci Technol*. 2015;209:110–8.
12. Canesin RC, Berchielli TT, Andrade P De, Reis RA. Desempenho de bovinos de corte mantidos em pastagem de capim-marandu submetidos a diferentes estratégias de suplementação no período das águas e da seca. *Rev Bras Zootec*. 2007;36(2).
13. Moretti MH, Reis RA, Casagrande DR, Ruggieri AC, Oliveira RV, Berchielli TT.

- Suplementação protéica energética no desempenho de. *Ciência e agrotecnologia*. 2011;35(3):606–12.
14. Reis RA, Ruggieri AC, Casagrande DR, Páscoa AG. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. *Rev Bras Zootec*. 2009;38(SUPPL. 1):147–59.
 15. Silva PHF da, de Carvalho CAB, Malafaia P, Garcia FZ, Barbero RP, Ferreira RL. Morphological and structural characteristics of *Urochloa decumbens* Stapf. Deferred pasture grazed by heifers under two periods of protein-energy supplementation. *Acta Sci - Anim Sci*. 2019;41(1):1–9.
 16. Dias DLS, Silva RR, Da Silva FF, De Carvalho GGP, Brandão RKC, Da Silva ALN, et al. Recria de novilhos em pastagem com e sem suplementação proteico/energética nas águas: Consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho. *Semin Agrar*. 2015;36(2):985–98.
 17. Fernandes L de O, Reis RA, Paes JMV. Efeito da suplementação no desempenho de bovinos de corte em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Ciência e agrotecnologia*. 2010;34(1):240–8.
 18. Nascimento ML do, Paulino MF, Detmann E, Leão MI, Valadares-Filho S de C, Henriques LT. Fontes de energia em suplementos múltiplos para novilhos em pastejo durante o período das águas. 2010;861–72.
 19. Cardoso AB, Henrique E, Kling B, Oliveira AS De. Substituição parcial do milho por fontes energéticas para bovinos de corte em pastejo. *Pesqui Agropecuária Bras*. 2013;48(9):1295–302.
 20. Costa VAC, Detmann E, Paulino MF, Valadares-Filho S de C, Carvalho IPC de, Monteiro LP. Consumo e digestibilidade em bovinos em pastejo durante o período das águas sob suplementação com fontes de compostos nitrogenados e de carboidratos. *Rev Bras Zootec*. 2011;40(8):1788–98.
 21. Detmann E, Valente ÉEL, Batista ED, Huhtanen P. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. *Livest Sci*. 2014;162:141–53.
 22. Souza DR de, Silva FF da, Rocha-Neto AL, Silva VL da, Dias DLS, Souza DD, et al. 20- 2499 OK - Suplementação proteica a pasto sob o consumo, digestibilidade. *Rev Bras Saúde Prod Anim*. 2012;13(4):1121–32.
 23. Barros V De, Paulino F, Moraes BK De, Henrique E, Filho DCV, Martins S, et al. Níveis crescentes de proteína bruta em suplementos múltiplos para novilhas de corte sob pastejo no período das águas. *Semin Agrar*. 2015;36(3):1583–98.
 24. Miorin RL, Saad RM, Silva LDF, Galbeiro S, Cecato U. The effects of energy and protein supplementation strategy and frequency on the performance of beef cattle

- that grazed on Tanzania grass pastures during the rainy season. *Trop Anim Health Prod.* 2016;48(8):1561–7.
25. Stahlhöfer M, Egidio É, Valente L, Barros LV De, Damasceno ML, Barbizan M, et al. Influence of energy supplementation on associative effects in Nellore bulls on a tropical pasture during the rainy season. *Ciências Agrárias Semin.* 2021;42(4):2585–98.
 26. Costa DFA, Da Silva SC, Bittar CM, Takiya CS, Dórea JRR, Del Valle TA, et al. Citrus pulp-based supplement reduces the detrimental effects of high grazing pressure on the performance of beef cattle under a rotational system of *Urochloa brizantha*. *Rev Bras Saude e Prod Anim.* 2019;20:1–14.
 27. Sales MFL, Paulino MF, Porto MO, Valadares Filho SDC, Acedo TS, Couto VRM. Níveis de energia em suplementos múltiplos para terminação de novilhos em pastagem de capim-braquiária no período de. *Rev Bras Zootec.* 2008;37(4):724–33.
 28. Koscheck JFW, Romanzini EP, Barbero RP, Delevatti LM, Ferrari AC, Mulliniks JT, et al. How do animal performance and methane emissions vary with forage management intensification and supplementation? *Anim Prod Sci.* 2020;60(9):1201–9.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-69>

Capítulo 69

TERMOGÊNICOS UTILIZADOS NA NUTRIÇÃO DE AVES

Lídia Caroline Ferreira Cruz¹; Stéfane Alves Sampaio²; Nadya Gabrielly Dias da Silva³; Julia Marixara Sousa da Silva⁴; Herman Leonardo Lopes Maia Júnior⁵; Fabiana Ramos dos Santos⁶; Cibele Silva Minafra⁷

¹Estudante do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - PPGZ – IFG. E-mail: lidiaccruz@outlook.com, ²Estudante do curso de Bacharelado em Zootecnia – IFG. E-mail: stefanesamp@gmail.com, ³Estudante do curso de Bacharelado em Zootecnia – IFG. E-mail: gabriellynadya@gmail.com, ⁴Estudante do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - PPGZ – UFG. E-mail: marixaraj@gmail.com, ⁵Estudante do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - PPGZ – IFG. E-mail: hermanaulasvet@gmail.com, ⁶Docente/pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - PPGZ – IFG. E-mail: fabiana.santos@ifgoiano.edu.br, ⁷Docente/pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - PPGZ – IFG. E-mail: cibele.minafra@ifgoiano.edu.br

RESUMO: A produção de frangos de corte, galinhas poedeiras e codornas japonesas é a cadeia produtiva que mais cresce no Brasil. Entretanto, frequentemente é desafiada por doenças entéricas que diminuem a produtividade, bem como o estresse térmico que reduz a produção de ovos e o desempenho produtivo. A pimenta vermelha (*Capsicum annum* L), canela (*Cinnamomum* spp), gengibre (*Zingiber officinale*) e o alho (*Allium sativum*) são aditivos fitogênicos que apresentam características termogênicas capazes de beneficiar o organismo das aves, por possuírem atividade antibiótica, anti-inflamatória, anti-oxidante, anti-helmíntica e anticoccidiana. Entre os principais princípios ativos (dos aditivos termogênicos) estão: a capsaicina (pimenta vermelha), cinamaldeído (canela), gingerol (gengibre) e dissulfeto de dialila e trissulfeto de dialila (alho). Os compostos bioativos dos aditivos possuem ações semelhantes no organismo das aves, como a redução dos níveis de LDL e aumento de HDL, além de estimularem a secreção de enzimas endógenas digestivas, melhorarem a conversão alimentar e aumentarem o ganho de peso. Os princípios ativos possuem eficácia quanto a prevenção da enterite necrótica e coccidiose devido sua ação antibiótica e anticoccidiana sobre o *Clostridium perfringens* e *Eimeria*, respectivamente. Também pode ser utilizado como alternativa à substituição do antibiótico promotor de crescimento e aditivos coccidiostáticos. Os aditivos fitogênicos termogênicos amenizam e previnem, respectivamente, os danos causados pelo estresse térmico e pela patogenia provocada no trato gastrointestinal das aves, além de melhorar a conversão e eficiência alimentar. Esta revisão analisa as informações científicas disponíveis sobre aditivos termogênicos e os benefícios sob a saúde e desempenho das aves na literatura vigente.

Palavras-chave: avicultura; capsaicina; *cinnamomum*; trissulfeto de dialila; *zingiber*

INTRODUÇÃO

A avicultura é a atividade produtiva que mais cresce no Brasil quando comparada com as demais cadeias produtivas. A avicultura está à frente no que tange a tecnologia

tanto quanto o sistema de produção bem como a nutrição animal. Contudo, as doenças entéricas que acometem aves ainda são um grande desafio, tendo em vista o estresse por calor ou frio, por conseguinte diminuindo o desempenho produtivo das aves e resultando em enormes perdas econômicas. Entretanto, a utilização de fitogênicos estão cada vez mais frequentes por sua capacidade antibiótica contra patógenos (*Clostridium perfringens*, *Salmonella* spp., *Eimeria*, *Escherichia coli*) causadores de enterites e por melhorar o desempenho das aves (31).

O organismo da ave é sensível e responsivo ao estresse causado pelo calor e uma variedade de alterações podem ser observadas, incluindo respostas fisiológicas e imunológicas, também o comprometimento da integridade e inflamação intestinal, alterações da microbiota, diminuição da qualidade de ovos e desempenho produtivo. No entanto, a nutrição e alimentação para manipular a termogênese da dieta possui efeitos positivos sob a resposta do organismo às condições de estresse por calor (63).

Os aditivos fitogênicos utilizados como substituto ao antimicrobiano promotor de crescimento podem estimular o apetite, aumentar a secreção de enzimas digestivas, influenciar a multiplicação da microbiota benéfica, estimular a imunidade e exercer efeitos antibióticos, antivirais e anti-oxidantes, bem como melhorar o desempenho de crescimento e a qualidade dos produtos de origem animal. Dentre os aditivos naturais destacam-se os termogênicos, que são capazes de aumentar a produção e os parâmetros de desempenho das aves mesmo em ambientes sob estresse por calor, como a pimenta vermelha (*Capsicum annuum* L.), canela (*Cinnamomum* spp), gengibre (*Zingiber officinale*) e o alho (*Allium sativum* L) (65).

As plantas medicinais têm sido uma fonte benéfica de novas moléculas farmacologicamente ativas. Por exemplo, produtos naturais podem ser uma alternativa potencial para controlar o patógeno associado a doenças, bem como promover alta produtividade (62).

A pimenta vermelha (*Capsicum annuum* L.) é cultivada em todo o mundo e tem sido usada há milhares de anos como agente aromatizante de alimentos e em medicamentos. Possui vitaminas, minerais, polifenóis (principalmente luteolina), flavonóides e quercetina. Os constituintes químicos variam dependendo do tipo de espécie ou cultivar, bem como das condições de cultivo, como tipo de solo, temperatura ou clima (33).

As espécies de canela (*Cinnamomum verum*, *C. cassia*, *C. burmannii* e *zeylanicum*) possuem propriedades anti-inflamatórias, antifúngica, anti-oxidante e antimicrobiana no organismo da ave. O principal composto bioativo da canela é o cinamaldeído e eugenol, os mesmos estão presentes na casca, folha e nos óleos essenciais (81). Dentre suas ações, os princípios ativos da canela possuem atividade imunomoduladora e reduzem os níveis de colesterol no sangue (44).

O gengibre (*Zingiber officinale*) possui 300 constituintes químicos, 194 tipos de óleo volátil, 85 tipos de gingerol e 28 tipos de compostos diarilheptanóides. Tais constituintes químicos encontrados no aditivo possui atividade antimicrobiana e anti-inflamatória (48). Dentre seus compostos químicos contém óleo volátil, diarilheptanóides, fenilalcanóides, sulfonatos, esteróides e compostos de glicosídeos monoterpenóides, os análogos de gingerol são: 6-gingerol e 6-shogaol (84).

Os compostos ativos do alho (*Allium sativum* L) ativam o sistema imunológico e têm propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias, anticoccidiana, antifúngicas e imunomoduladoras. A quercetina é o principal flavonóide isolado do alho, outros compostos químicos também possuem ação benéfica no organismo da ave (alliin, allicin,

E-ajoene, *Z*-ajoene, dissulfeto de dialila, trissulfeto de dialila, *D*-limonene, *p*-cimeno, apiol, eucaliptol, carvacrol, dentre outros) (11); (71).

O objetivo principal é revisar as informações científicas disponíveis sobre o uso dos aditivos termogênicos, seus constituintes químicos bioativos e sua ação positiva sob a saúde das aves, bem como nos parâmetros de desempenho produtivo de frangos de corte, galinhas poedeiras e codornas japonesas.

TERMOGÊNICOS

Os alimentos termogênicos possuem efeito térmico no organismo fazendo com que a temperatura do organismo aumente e conseqüentemente acelere o metabolismo queimando a gordura. A termogênese é um processo de conversão de calorias de nutrientes em energia térmica essencial para a homeostase corporal, ou seja, termorregulação, manutenção do metabolismo saudável e controle do peso corporal (75).

As pimentas de espécies de *capsicum* são naturais para as zonas tropicais e úmidas da América Central e do Sul. O gênero *capsicum* contém mais de 200 espécies, com os frutos diferindo amplamente no sabor e no calor olfativo. Os cinco principais tipos de *capsicum* cultivados são: *capsicum annum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens*. Os principais compostos do *capsicum* são os capsaicinóides, carotenóides, flavonóides, vitaminas e minerais (10).

O óleo de pimenta possui produtos químicos importantes, como *trans*-*b*-ocimeno, linalol, 2-metoxi-3-isobutilpirazina, limoneno, hex-*cis*-3-enol e salicilato de metila. Os compostos químicos da pimenta vermelha possuem atividade anti-oxidante, antimicrobiana e anti-inflamatória, sendo essas atividades exercidas pelo seu principal composto, a capsaicina (33). A capsaicina é o composto ativo da pimenta vermelha, podendo ser usado como pó seco ou óleo de semente, sendo a única planta que produz alcalóides e capsaicinóides (57). Possui grande potencial anti-inflamatório e analgésico, podendo ter valor clínico potencial para o alívio da dor. Também possui propriedade termogênica, com impacto na termorregulação e no metabolismo do tecido adiposo (3); (73).

A canela possui diversos compostos em seus ramos e casca, a composição química do óleo essencial da canela (*Cinnamomum osmophloeum*) contém acetato de L-bornila, óxido de cariofileno, gama-eudesmol, beta-cariofileno, T-cadinol, delta-cadineno, *trans*-beta-elemenona, cadaleno e *trans*-cinamaldeído. O óleo essencial dos galhos possui *trans*-cinamaldeído, óxido de cariofileno, L-borneol, L-bornil acetato, eugenol, beta-cariofileno, E-nerolidol e acetato de cinamila. Tais compostos possuem excelente atividade anti-inflamatória (80).

Os compostos do gengibre (*Zingiber officinale*) inibem o crescimento de bactérias nocivas ao trato gastrointestinal das aves devido sua atividade antimicrobiana, podendo ser usado como alternativa ao substituto de antibiótico promotor de crescimento em aves. Além de melhorar os parâmetros sanguíneos e séricos, como enzimas hepáticas, enzimas anti-oxidantes, perfis lipídicos e proteína. Tal aditivo influencia de forma benéfica as atividades reprodutivas das aves, aumentando a taxa de postura, peso e massa do ovo e os anti-oxidantes em sua gema e diminui o colesterol. Por conseqüência, melhora as características da carcaça, diminui a gordura abdominal em frangos de corte e aumenta o ganho de peso. O gengibre exibe um domínio positivo sobre a ação imunológica de frangos de corte (23); (60).

Os compostos bioativos do alho são os sulfetos orgânicos, saponinas, compostos fenólicos e polissacarídeos. Os sulfuretos orgânicos, como alicina, alina, sulfureto de

dialilo, dissulfureto de dialilo, trissulfureto de dialilo, ajoene e S-alil-cisteína, são os principais componentes bioativos do alho (66). O polissacarídeo do *Allium sativum* consiste em três monossacarídeos (frutose, glicose e galactose), tendo ligação β -glicosídica. O polissacarídeo possui uma capacidade potencial de eliminação de ânions superóxidos e radicais hidroxila, tornando-se um potente anti-oxidante (17).

TERMOGÊNICOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL

1. PIMENTA VERMELHA (*Capsicum annuum* L.)

A pimenta vermelha pode ser ofertada na dieta das aves na forma de óleo essencial, óleo-resina e pó. Seus extratos possuem os capsaicinoides (capsaicina) como os principais compostos químicos, a capsaicina reduz o estresse oxidativo do ovário em codornas sob estresse por calor, além de aumentar a produção de ovos e a atividade da enzima anti-oxidante (64). Logo, impede a oxidação dos ácidos graxos poliinsaturados da gema do ovo de galinhas poedeiras e melhora a cor da gema do ovo (50); (1); (53).

A capsaicina estimula o metabolismo e crescimento em pintainhos e frangos de corte, além de possuir ação antioxidante no sistema digestivo e melhorar a secreção de enzimas endógenas digestivas. O composto capsaicina presente na pimenta em pó aumenta a saciedade evitando a alimentação excessiva em animais (4). Tal aditivo aumenta a altura dos vilos intestinais devido ao aumento no tamanho dos enterócitos, melhorando a absorção intestinal em galinhas (50). Na dieta de frangos de corte, aumenta o ganho de peso corporal e melhora a digestibilidade dos nutrientes (52); (49).

A enterite necrótica e a coccidiose aviária estão entre as doenças infecciosas mais importantes na produção avícola, ambas resultando em surtos de campo com alta mortalidade. A capsaicina possui ação contra *Clostridium perfringens*, *Eimeria máxima* e *Eimeria acervulina*, além de reduzir a sintomatologia da enterite necrótica, a oleorresina de *capsicum* reduz as lesões intestinais causadas pela *Eimeria acervulina* (47); (46). Os aditivos termogênicos limitam as atividades bacterianas patogênicas no intestino das aves.

A oleorresina de *Capsicum* regula a suscetibilidade e diminui as consequências negativas da enterite necrótica em frangos de corte, alterando sua microbiota intestinal, como por exemplo o aumento da população de *Lactobacillus* e redução de *Salmonella* e *Escherichia coli*. Tais fitonutrientes podem ser utilizados como substituto aos antibióticos (40).

O óleo da pimenta vermelha estimula a secreção de mucina no trato digestivo de codornas, o que impede o patógeno de se ligar ao epitélio intestinal. Tal aditivo pode diminuir o pH intestinal, levando a uma atenuação dos microrganismos e melhorar a motilidade intestinal. Por conseguinte, melhoram a conversão alimentar, os parâmetros antioxidantes e os imunológicos, reduz o colesterol total e o triglicerídes plasmático em codornas e diminui a peroxidação (6). Os princípios ativos da pimenta possuem efeitos inibitórios significativos em bactérias gram-positivas e gram-negativas, como a *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella enterica*, melhorando assim o estado de saúde de codornas japonesas em fase de crescimento (61).

Os compostos da pimenta vermelha quando associados a princípios ativos de outros aditivos termogênicos podem influenciar positivamente em diversos parâmetros, como por exemplo, a associação de alho e pimenta vermelha reduz o colesterol plasmático, triglicerídeos, *Low Density Lipoprotein* (LDL) e aumenta *High Density Lipoprotein* (HDL). Por conseguinte, tornando-os eficazes na regulação do metabolismo lipídico de

forma favorável para a prevenção de aterosclerose ou doenças coronárias em humanos que consomem frango em sua alimentação diária. Além de aumentar o peso corporal final de frangos de corte (57).

2. CANELA (*Cinnamomum* spp)

As espécies de canela possuem cinamaldeído como o principal composto bioativo, esse princípio ativo proporciona uma melhora significativa na retenção de energia total da carcaça e a eficiência da energia metabolizável da dieta para retenção de energia da carcaça (54). Portanto, podem melhorar a utilização de energia para seu crescimento, tendo um aumento de 1% na retenção de proteína na carcaça, e melhorar a digestibilidade de gordura da dieta (15). A associação do óleo essencial e óleo-resina da canela melhoram o valor nutricional das dietas à base de trigo e milho, quando fornecidas a frangos de corte, além de diminuir a excreção de oocistos de *Eimeria*, podendo reciclar a cama. O aditivo termogênico aumenta a disponibilidade de minerais e melhora o status antioxidante das aves (55). A óleo-resina e óleo essencial de canela melhoram a qualidade da carne de frango a nível sensorial, melhor sabor, maciez, suculência e aceitabilidade geral (35).

O óleo essencial contendo uma concentração significativa de cinamaldeído aumenta o ganho de peso e melhora a eficiência alimentar, além de induzir uma eficácia na resposta imunológica da ave (37). Os compostos da canela possuem atividade antimicrobiana (*Staphylococcus epidermis*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*) e antifúngica (22). Os componentes do óleo de canela (*Cinnamomum osmophloeum*) e óleo-resina da folha e casca da espécie *Cinnamomum zeylanicum* provocam lise nas membranas celulares dos patógenos, fazendo com que sejam danificados e se desintegram. Sua atividade antioxidante acelera a cicatrização de feridas e estimula o funcionamento e a regeneração dos eritrócitos, além de possuir efeitos antiparasitários, especialmente contra parasitas do trato digestivo (16); (72).

O óleo de canela com *Bacillus subtilis* aumentam as vilosidades intestinais e estimulam a secreção de muco no intestino, o que também limita a adesão de bactérias patogênicas aos enterócitos (2). Além disso, os componentes do óleo de *Cinnamomum zeylanicum* perturbam o equilíbrio dos íons inorgânicos no ambiente vivo do microbioma, o que promove a desintegração da membrana celular bacteriana (22). O óleo essencial da canela (*Cinnamomum cassia*) misturado na água ingerida por galinhas, por 42 dias, possui efeito benéfico sob o microbioma e morfometria do intestino delgado, por consequência, melhora o desempenho e crescimento e aumenta o peso corporal. Além de diminuir o colesterol no sangue e a fração de LDL e aumenta HDL e imunoglobulina A (IgA) (43).

A peroxidação lipídica induzida por estresse do calor causa dano testicular em codornas japonesas (machos) em desenvolvimento, contudo, o óleo essencial da casca de *Cinnamomum zeylanicum* protege o dano testicular devido seu antiperoxidativo (77).

A canela em pó possui características anticoccidianas significativas e pode ser usada em frangos de corte desafiados a coccidiose. Devido à sua ampla distribuição na natureza e facilidade de uso, a canela (*Cinnamomum verum*) poderia servir como um agente anticoccidiano alternativo moderado e fornecer uma nova tática para o controle e prevenção da coccidiose aviária (58). O pó da casca da canela melhora a digestão e a absorção de nutrientes e promove um aumento da altura das vilosidades intestinais e da contagem de células caliciformes (59).

A *Cinnamomum zeylanicum* em pó aumenta o peso do ovário. Os radicais livres podem diminuir a fertilidade das aves caso os tecidos não possuam mecanismos anti-

oxidantes eficientes. Entretanto, os compostos da canela são capazes de manter o equilíbrio metabólico, influenciando a expressão de genes relacionados aos sistemas anti-oxidantes e ao metabolismo lipídico, tornando a produção de ovos mais eficiente. Além de favorecer a absorção de nutrientes (9).

A combinação do pó da casca de *Cinnamomum zeylanicum* e probiótico (*Lactobacillus*) protegem o rim contra a nefrotoxicidade induzida por cobre (Cu) via modulação do estresse oxidativo, inflamação e apoptose celular em frangos de corte. Diminuiu a peroxidação lipídica e aumenta as atividades das enzimas anti-oxidantes no rim das galinhas, proporcionando proteção renal considerável (19).

3. GENGIBRE (*Zingiber officinale*)

O gengibre possui inúmeros compostos bioativos, sendo o gingerol (6-gingerol e 6-shogaol) em maior quantidade. O extrato de gengibre possui atividade anti-oxidante, tanto *in vivo* quanto *in vitro* (39). O extrato da raiz do gengibre, na forma de óleo essencial aumenta o peso dos ovos de codornas japonesas, reduz transaminases séricas (alanina transaminase e aspartato transaminases), colesterol total e LDL. Portanto, aumenta a massa dos ovos de codornas japonesas e diminui os níveis de colesterol sérico dos ovos, além de aumentar a fertilidade e a proteína total no sangue. Os compostos do gengibre reduzem o conteúdo sérico de malondialdeído (marcador do estresse oxidativo, formado como produto secundário durante a peroxidação lipídica), indicando uma diminuição do estresse da ave exposta ao calor excessivo (28).

O estresse por calor pode diminuir significativamente o desempenho e a produção de ovos de galinhas poedeiras. Entretanto, a suplementação de gengibre em pó aumenta a produção de ovos, o consumo de ração, a glicose sérica e o nível de proteína total das poedeiras submetidas a altas temperaturas, além de melhorar o status anti-oxidante (32). Frangos de corte sob estresse térmico de 21 a 42 dias de idade recebendo gengibre em sua dieta apresenta maior peso corporal final, ganho médio diário e taxa de conversão alimentar, além de aumentar a musculatura peitoral. As alterações da proteína sérica total, albumina, níveis de colesterol total e atividade da aspartato aminotransferase sob estresse por calor diminuem devido a ação dos compostos do gengibre. Os princípios ativos reduzem o nível de triglicerídeos séricos e a atividade da alanina aminotransferase, além reduzir o conteúdo de malondialdeído no fígado (79).

O gengibre em pó aumenta a titulação de anticorpos de frangos de corte e a contagem de *Lactobacillus* no íleo (intestino delgado) (60). Além de melhorar o status anti-oxidante da gema do ovo de galinhas poedeiras (83). A associação do pó de gengibre com extratos aquosos possui ação contra o vírus de Newcastle em frangos de corte e aumenta a contagem de leucócitos e a proteína total sérica. Entretanto, diminuiu os níveis de colesterol e HDL (8); (69). Aumenta as atividades de superóxido dismutase (SOD) e glutathione peroxidase (82).

O óleo essencial de gengibre reduz a população de *Escherichia coli*, *Salmonella* e *Shigella* no segmento intestinal de frangos de corte (67); (68). O gengibre fresco e seu resíduo após a extração do óleo essencial diminui a população de *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* em frangos (13). Em frangos de corte, o óleo essencial de gengibre aumenta HDL e diminui os níveis de *Very Low Density Lipoprotein* (VLDL), além de diminuir a concentração de amônia no íleo (29). A inclusão de raiz de gengibre e pó de semente de sumagre (*Rhus coriaria* L.) na dieta das galinhas poedeiras aumenta os ácidos graxos monoinsaturados. Além de aumentar significativamente o HDL

e diminuir significativamente os níveis de LDL e colesterol no sangue das galinhas, os aditivos diminuem o colesterol da gema do ovo e do sangue (26).

Os princípios bioativos do gengibre possuem ação anti-helmíntica *in vitro* contra *Raillietina cesticius*, parasita que infecta o segmento intestinal de galinhas (20). O gengibre e a curcumina (*Curcuma longa*) são compostos eficazes contra *Ascaridia galli* *in vitro*, sendo o gengibre, melhor composto anti-helmíntico, porém, depende da concentração-tempo. Além de melhorar o peristaltismo intestinal (12).

A raiz de gengibre em pó e seu óleo essencial podem ser um substituto adequado para anti-oxidantes sintéticos em dietas para frangos de corte, sendo pó de raiz de gengibre melhor do que o óleo essencial extraído para melhorar o status anti-oxidante. O gengibre em pó na dieta de frangos de corte aos 22 dias de idade, aumenta o peso corporal e aumenta a atividade da superóxido dismutase total no fígado (27).

O alho e o gengibre aumentam o ganho de peso corporal em frangos de corte, sendo o gengibre responsável pelo maior aumento no tamanho das vilosidades intestinais, indicando um aumento da área de superfície de absorção. A suplementação de alho melhora o desempenho de frangos de corte quando adicionado na proporção de 1% da ração de frango e pode ser uma alternativa viável como substituto de antibiótico promotor de crescimento na alimentação de frangos de corte (38). Dieta basal+120mg/Kg de óleo essencial de *Zingiber officinale* aumenta os valores de glicose no sangue de frangos de corte (76).

A suplementação dietética com alho (*Allium sativum*) e gengibre (*Zingiber officinale*) é eficaz na resposta imune inata de pintainhos, sendo modulada por vários mecanismos, incluindo aumento da fagocitose e da atividade bactericida e redução da produção de óxido nítrico. O uso de alho e gengibre como aditivos naturais para rações pode não apenas aumentar a resposta imunológica, mas também substituir os antibióticos em frangos de corte (24).

4. ALHO (*Allium sativum* L)

Os principais compostos do alho são os organossulfuros, cujos precursores (alicina, dissulfeto de dialila e trissulfeto de dialila) desempenham papéis importantes nas vias anti-oxidantes e anti-inflamatórias. Esses compostos apresentam potente atividade anticoccidiana e, coincidentemente, uma atividade anti-inflamatória protegendo o tecido do hospedeiro de lesões induzidas por parasitas (18). A suplementação com dissulfeto de dialila e trissulfeto de dialila (compostos do alho) por um período de 6 dias melhora o desempenho de crescimento de frangos de corte, morfologia ileal e digestibilidade de nutrientes do trato gastrointestinal. Ainda, aumenta a imunoglobulina M (IgM) sérica, melhorando a função imune humoral (30).

A inclusão de bulbo de alho em dietas para frangos de corte reduz a mortalidade total e a mortalidade relacionada à ascite sob diferentes temperaturas, prevenindo o acometimento de animais suscetíveis. Além disso, a inclusão do aditivo na dieta aumenta o peso corporal final e ganho de peso corporal tanto em ambiente termoneutro ou por estresse por frio (78). O alho em pó possui efeitos positivos sobre as características de desempenho e estado imunológico e fisiológico de frangos de corte, produzindo um efeito positivo na saúde animal (34). O pó do alho melhora o desempenho em frangos de corte devido sua influência sob uma melhor conversão alimentar, mesmo com a diminuição do consumo de ração. Pode ser também indicado como aditivo preventivo da enterite necrótica, por diminuir o *Clostridium perfringens* (36).

O alho em pó é um aditivo potente quanto ao desempenho das aves, pois possui atividades antioxidantes e anticoccidianas, protegendo o tecido epitelial contra lesões provocadas por patógenos. Seus metabólitos aumentam a resistência à infecção experimental por *eimeria acervulina* e induzem alterações importantes na transcrição de linfócitos intestinais de frangos de corte em várias redes, incluindo vias gênicas relacionadas ao sistema imunológico e cardiovascular, além de diminuir malondialdeído (74); (56); (41).

O estresse por calor é um dos obstáculos críticos para o setor avícola em países subtropicais e tropicais, uma vez que, reduz o desempenho, a resposta imunológica e o bem-estar animal. O pó do alho como suplemento dietético melhora o desempenho do crescimento e diminui a gordura abdominal de aves estressadas pelo calor. Além de diminuir as concentrações séricas de colesterol, triglicerídeos e LDL, enquanto aumenta o HDL. Os compostos do alho reduzem a contagem ileal de *Escherichia coli* e coliformes totais e aumenta a contagem de *Lactobacillus*, por conseguinte, melhora a histomorfologia ileal de frangos de corte expostos ao estresse por calor cíclico (21).

As infecções por *Eimeria* aumentam a abundância dos gêneros *Escherichia*, *Shigella* e *Klebsiella* e membros da família *Enterobacteriaceae* com caráter patogênico oportunista (51). Entretanto, a inclusão de óleos essenciais de orégano e alho na dieta de frangos de corte reduz a produção de oocistos de *Eimeria* por exercer um efeito coccidiostático, podendo ser alternativa como substituto anticoccidiano. Os óleos essenciais de orégano e alho exerceram efeitos positivos sobre a microbiota intestinal e inibi o *Clostridium perfringens*, além de melhorar o desempenho produtivo (71). A mistura de extratos fitogênicos (alho e coentro) e probióticos in vitro tem fortes efeitos imunomoduladores, agem contra células tumorais e diminuem TNF- α , indicando um efeito anti-inflamatório em galinhas poedeiras. Também aumentam a produção de ovos e pode ser uma alternativa para o uso de antibióticos na dieta de poedeiras (45).

O extrato de alho possui efeito inibitório sobre o vírus da bronquite infecciosa no embrião de galinha (70). O polissacarídeo selenizado do alho melhora significativamente os títulos de anticorpos de inibição da hemaglutinação sérica (HI) contra o vírus da doença de Newcastle, aumenta a secreção de IgA secretora (IgA), IFN- γ , IL-2 no jejuno e irrigação da traqueia (14).

O alho e o gengibre provocam o encurtamento da cripta, hipertrofia glandular e hiperplasia das células caliciformes (7). A combinação de alho e pimenta-do-reino em pó suplementado com ração para frangos de corte melhora o desempenho produtivo (42). Os extratos de alho e associado a outros aditivos naturais apresentam efeito inibidor da aromatase em embriões de frangos de corte e podem ser introduzidos em incubatórios como aditivos naturais com efeitos *anti-aromatase* para aumentar a proporção macho-fêmea (25). A inoculação in ovo de extratos de alho e canela em pó influencia codornas japonesas a atingirem a maturidade sexual mais cedo, os extratos do alho em pó ainda influenciam em uma maior resistência da casca do ovo (5).

CONCLUSÕES

Os aditivos termogênicos (pimenta vermelha, canela, gengibre e alho) agem estimulando a secreção de enzimas digestivas e de mucina no trato intestinal, além de aumentar a saciedade e por consequência diminuir o consumo excessivo de ração. Todavia, aumenta o ganho médio e final de peso e melhora a conversão alimentar. Em ambientes sob estresse por calor os fitogênicos termogênicos aumentam o ganho de peso e a produção

de ovos de galinhas poedeiras e codornas japonesas, melhoram a conversão e eficiência alimentar, por também manter a integridade do epitélio intestinal. Para tanto, melhoram a digestibilidade dos nutrientes contidos na dieta da ave, além de prover melhor resposta imune e aumentar a motilidade intestinal. Também são importantes pois diminuem o colesterol, o LDL, o VLDL e aumentam o HDL como benefício nutritivo e produtivo para a ave.

Entre outras características, esses aditivos, possuem ação antibiótica, anti-inflamatória, anti-helmíntica, anticoccidiana e antioxidante contra patógenos entéricos de galinhas poedeiras e de codornas japonesas. Desse modo os aditivos termogênicos podem ser incluídos na dieta das aves para efeitos preventivos contra as principais doenças que acometem a produção avícola, entre elas a enterite necrótica (grande indicativa de qualidade de produção), a coccidiose, salmonelose e enterites causadas pela *Escherichia coli*.

Em suas particularidades, a pimenta vermelha reduz o estresse oxidativo nos ovários e protege os testículos de codornas japonesas fêmeas e machos, respectivamente, provocadas pelo estresse por calor. A sua ação ainda inclui aumento da retenção de proteína na carcaça, dessa forma melhorando o produto final da cadeia de produção. A canela melhora a eficiência alimentar e a eficiência da energia metabolizável da dieta e aumenta o peso do ovário em poedeiras. O gengibre possui ação anti-helmíntica contra *Ascaridia galli* e *Raillietina cesticillus*, aumenta a fertilidade, melhora o status antioxidante da gema do ovo e reduz malondialdeído em frangos de corte. O alho inibe o vírus da bronquite infecciosa em galinhas e o polissacarídeo presente em seus compostos melhora a titulação de anticorpos contra o vírus da doença de Newcastle.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia Goiano (IFG) - Campus Rio Verde/GO e ao laboratório de Bioquímica e Metabolismo Animal.

REFERÊNCIAS

1. Abiodun BS, Adedeji AS, Abiodun, E. Lesser known indigenous vegetables as potential natural egg colourant in laying chickens. *J Anim Sci Technol*. 2014;56:18.
2. Abramowicz K, Krauze M, Ognik K. The Effect of a probiotic preparation containing *Bacillus subtilis* PB6 in the diet of chickens on redox and biochemical parameters in their blood. *Ann. Anim. Sci.* 2019;19:433-451.
3. Adaszek L, Gadomska D, Mazurek L, Lyp P, Madany J, Winiarczyk S. Properties of capsaicin and its utility in veterinary and human medicine. *Res Vet Sci*. 2019;123:14-19.
4. Adegoke AV, Abimbola MA, Sanwo KA, Egbeyale LT, Abiona JA, Oso AO, et al. Performance and blood biochemistry profile of broiler chickens fed dietary turmeric (*Curcuma longa*) powder and cayenne pepper (*Capsicum frutescens*) powders as antioxidants. *Vet Anim Sci*. 2018;6:95-102.

5. Al-Shammari KIA, Batkowska J, Drabik K, Gryzińska MM. Time of sexual maturity and early egg quality of Japanese quails affected by in ovo injection of medicinal plants. *Arch Anim Breed.* 2019;62(2):423-430.
6. Alagawany M, Salah AS, Mahmoud MA, Reda FM. Dietary cold-pressed red and black pepper oil mixture enhances growth, carcass, blood chemistry, antioxidant, immunity and caecal pathogens of quails. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl).* 2020;104:1712-1718.
7. Ali M, Chand N, Khan RU, Naz S, Gul S. Anticoccidial effect of garlic (*Allium sativum*) and ginger (*Zingiber officinale*) against experimentally induced coccidiosis in broiler chickens. *J. Appl Anim Res.* 2019;47:79-84.
8. Azhir D, Zakeri A, Rezapour AK. Effect of ginger powder rhizome on humeral immunity of broiler chickens. *Eur. J. Exp. Biol.* 2012;2:2090-2092.
9. Bastos MS, Vesco APD, Santana TP, Santos TS, Oliveira-Junior GM, Fernandes RPM, et al. The role of cinnamon as a modulator of the expression of genes related to antioxidant activity and lipid metabolism of laying quails. *PLoS One.* 2017;12(12):e0189619.
10. Batiha GES, Alqahtani A, Ojo OA, Shaheen HM, Wasef L, Elzeiny M, et al. Biological Properties, Bioactive Constituents, and Pharmacokinetics of Some *Capsicum* spp. and Capsaicinoids. *Int J Mol Sci.* 2020;21:5179.
11. Batiha GE, Beshbishy AM, Wasef LG, Elewa YHA, Al-Sagan AA, El-Hack MEA, et al. Chemical Constituents and Pharmacological Activities of Garlic (*Allium sativum* L.): A Review. *Nutrients.* 2020;12(3):872.
12. Bazh EKA, El-Bahy NM. In vitro and in vivo screening of anthelmintic activity of ginger and curcumin on *Ascaridia galli*. *Parasitol Res.* 2013;112(11):3679-86.
13. Bhattarai K, Pokharel B, Maharjan S, Adhikari S. Chemical Constituents and Biological Activities of Ginger Rhizomes from Three Different Regions of Nepal. *J. Nutri. Diet Probiotics.* 2018;1:180005.
14. Bo R, Ji X, Yang H, Liu M, Li J. The characterization of optimal selenized garlic polysaccharides and its immune and antioxidant activity in chickens. *Int J Biol Macromol.* 2021;182:136-143.
15. Bravo D, Pirgozliev V, Rose SP. A mixture of carvacrol, cinnamaldehyde, and *capsicum* oleoresin improves energy utilization and growth performance of broiler chickens fed maize-based diet. *J Anim Sci.* 2014;92:1531-6
16. Chang ST, Chen PF, Chang SC. Antibacterial activity of leaf essential oils and their constituents from *Cinnamomum osmophloeum*. *J Ethnopharmacol.* 2001;77(1):123-127.

17. Cheng H, Huang G. Extraction, characterisation and antioxidant activity of *Allium sativum* polysaccharide. *Int J Biol Macromol*. 2018;114:415-419.
18. Dkhil MA, Abdel-Baki AS, Wunderlich F, Sies H, Al-Quraishy S. Anticoccidial and antiinflammatory activity of garlic in murine *Eimeria papillata* infections. *Vet Parasitol*. 2011;175:66-72.
19. Elazab ST, Elshater NS, Kishaway ATY, Ei-Emam HA. Cinnamon Extract and Probiotic Supplementation Alleviate Copper-Induced Nephrotoxicity via Modulating Oxidative Stress, Inflammation, and Apoptosis in Broiler Chickens. *Animals (Basel)*. 2021;11(6):1609.
20. El-Bahy NM, Bazh EKA. Anthelmintic activity of ginger, curcumin, and praziquantel against *Raillietina cesticillus* (in vitro and in vivo). *Parasitol Res*. 2015;114(7):2427-34.
21. Elbaz AM, Ibrahim NS, Shehata AM, Mohamed NG, Abdel-Moneim E. Impact of multi-strain probiotic, citric acid, garlic powder or their combinations on performance, ileal histomorphometry, microbial enumeration and humoral immunity of broiler chickens. *Trop Anim Health Prod*. 2021;53(1):115.
22. El-Hack MEA, Alagawany M, Abdel-Moneim E, Mohammed NG, Khafaga AF, et al. Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) Oil as a Potential Alternative to Antibiotics in Poultry. *Antibiotics (Basel)*. 2020;9(5):210.
23. El-Hack MEA, Alagawany M, Shaheen H, Samak D, Othman SI, Allam AA, et al. Ginger and Its Derivatives as Promising Alternatives to Antibiotics in Poultry Feed. *Animals (Basel)*. 2020;10(3):452.
24. Elmowalid GA, El-Hamid MIA, El-Wahab AMA, Atta M, El-Naser GA, Attia AM. Garlic and ginger extracts modulated broiler chicks innate immune responses and enhanced multidrug resistant *Escherichia coli* O78 clearance. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis*. 2019;66:101334.
25. Fazli N, Hassanabadi A, Mottaghitalab M, Hajati H. Manipulation of broiler chickens sex differentiation by in ovo injection of aromatase inhibitors, and garlic and tomato extracts. *Poult Sci*. 2015;94(11):2778-2783.
26. Gurbuz Y, Salih YG. Influence of sumac (*Rhus Coriaria* L.) and ginger (*Zingiber officinale*) on egg yolk fatty acid, cholesterol and blood parameters in laying hens. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 2017;101(6):1316-1323.
27. Habibi R, Sadeghi G, Karimi A. Effect of different concentrations of ginger root powder and its essential oil on growth performance, serum metabolites and antioxidant status in broiler chicks under heat stress. *Br Poult Sci*. 2014;55(2):228-37.

28. Herve T, Raphaël KJ, Ferdinand N, Vitrice L, Tiwa F, Gaye A, et al. 2018 Growth performance, serum biochemical profile, oxidative status, and fertility traits in male Japanese quail fed on ginger (*Zingiber officinale*, roscoe) essential oil. Vet. Med. Inter. 2018;2018:7682060.
29. Hong JC, Steiner T, Aufy A, Lien TF. Effects of supplemental essential oil on growth performance, lipid metabolites and immunity, intestinal characteristics, microbiota and carcass traits in broilers. Livest. Sci. 2012;144:253-262.
30. Horn NL, Ruch F, Miller G, Ajuwon KM, Adeola O. Determination of the adequate dose of garlic diallyl disulfide and diallyl trisulfide for effecting changes in growth performance, total-tract nutrient and energy digestibility, ileal characteristics, and serum immune parameters in broiler chickens. Poult Sci. 2016;95(10):2360-5.
31. Huang T, Peng Xin-Yu, Gao B, Wei Qi-Lin, Xiang R, Yuan Ming-Gui, et al. The Effect of *Clostridium butyricum* on Gut Microbiota, Immune Response and Intestinal Barrier Function During the Development of Necrotic Enteritis in Chickens. Front Microbiol. 2019;10:2309.
32. Ibtisham F, Nawab A, Niu Y, Wang Z, Wu J, Xiao M, et al. The effect of ginger powder and Chinese herbal medicine on production performance, serum metabolites and antioxidant status of laying hens under heat-stress condition. J Therm Biol. 2019;81:20-24.
33. Idrees S, Hanif MA, Ayub MA, Hanif A, Ansari TM. Chili Pepper. 1. ed. Elsevier; 2019. Chapter 9 - Chili Pepper. Hanif MA, Nawaz H, Khan MM, Byrne HJ. Medicinal Plants of South Asia. 113-124p.
34. Ismail IE, Alagawany M, Taha AE, Puvača N, Laudadio V, Tufarelli V. Effect of dietary supplementation of garlic powder and phenyl acetic acid on productive performance, blood haematology, immunity and antioxidant status of broiler chickens. Anim Biosci. 2021;34(3):363-370.
35. İpçak HH, Alçiçek A. Addition of *Capsicum* oleoresin, Carvacrol, Cinnamaldehyde and their mixtures to the broiler diet II: Effects on meat quality. J Anim Sci Technol. 2018;60:9.
36. Jimoh AA, Ibitoye EB, Dabai YU, Garba S. In vivo antimicrobial potentials of garlic against *Clostridium perfringens* and its promotant effects on performance of broiler chickens. Pak J Biol Sci. 2013;16(24):1978-1984.
37. Karadas F, Pirgozliev V, Rose SP, Dimitrov D, Oduguwa O, Bravo D. Dietary essential oils improve the hepatic antioxidative status of broiler chickens. Br Poult Sci. 2014;55:329-34.
38. Karangiya VK, Savsani HH, Patil SS, Garg DD, Murthy KS, Ribadiya NK, et al. Effect of dietary supplementation of garlic, ginger and their combination on feed

- intake, growth performance and economics in commercial broilers. *Vet World*. 2016;9(3):245-50.
39. Khan R, Naz S, Nikousefat Z, Tufarelli V, Javdani M, Qureshi M, et al. Potential applications of ginger (*Zingiber officinale*) in poultry diets. *World's Poult. Sci. J.* 2012;68:245-252.
40. Kim JE, Lillehoj HS, Hong YH, Kim GB, Lee SH, Lillehoj EP, et al. Dietary *Capsicum* and *Curcuma longa* oleoresins increase intestinal microbiome and necrotic enteritis in three commercial broiler breeds. *Res Vet Sci.* 2015;102:150-8.
41. Kim DH, Lillehoj H, Lee S, Lillehoj E, Bravo D. Improved resistance to *Eimeria acervulina* infection in chickens due to dietary supplementation with garlic metabolites. *Br J Nutr.* (2013) 109:76-88.
42. Kirubakaran A, Moorthy M, Chitra R, Prabakar G. Influence of combinations of fenugreek, garlic, and black pepper powder on production traits of the broilers. *Vet World.* 2016;9(5):470-4.
43. Krauze M, Cendrowska-Pinkosz M, Matusevičius P, Stepniowska A, Jurczak P, Ognik K. The Effect of Administration of a Phytobiotic Containing Cinnamon Oil and Citric Acid on the Metabolism, Immunity, and Growth Performance of Broiler Chickens. *Animals (Basel).* 2021;11(2):399.
44. Kumar S, Kumari R, Mishra S. Pharmacological properties and their medicinal uses of *Cinnamomum*: a review. *J Pharm Pharmacol.* 2019;71(12):1735-1761.
45. Lee JS, Kim MJ, Park SH, Lee SB, Wang T, Jung US, et al. Effects of dietary mixture of garlic (*Allium sativum*), coriander (*Coriandrum sativum*) and probiotics on immune responses and caecal counts in young laying hens. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl).* 2017;101(5):122-132.
46. Lee SH, Lillehoj HS, Jang SI, Lillehoj EP, Min W, Bravo DM. Dietary supplementation of young broiler chickens with *Capsicum* and turmeric oleoresins increases resistance to necrotic enteritis. *Br J Nutr.* 2013;110:840-7.
47. Lillehoj HS, Kim DK, Bravo DM, Lee SH. Effects of dietary plant-derived phytonutrients on the genome-wide profiles and coccidiosis resistance in the broiler chickens. *BMC Proc.* 2011;4:S34.
48. Liu Y, Liu J, Zhang Y. Research Progress on Chemical Constituents of *Zingiber officinale* Roscoe. *Biomed Res Int.* 2019;2019:5370823.
49. Liu SJ, Wang J, He TF, Liu HS, Piao XS. Effects of natural *capsicum* extract on growth performance, nutrient utilization, antioxidant status, immune function, and meat quality in broilers. *Poultry Science.* 2021:101301.

50. Lokaewmanee K, Yamauchi K, Okuda N. Effects of dietary red pepper on egg yolk colour and histological intestinal morphology in laying hens. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 2013;97:986-95.
51. McDonald SE, Nolan MJ, Harman K, Boulton K, Hume DA, Tomley FM, et al. Effects of *Eimeria tenella* infection on chicken caecal microbiome diversity, exploring variation associated with severity of pathology. *PLoS ONE*. 2017;12:e0184890
52. Ogbuewu IP, Okoro VM, Mbajorgu CA. Meta-analysis of the influence of phytobiotic (pepper) supplementation in broiler chicken performance. *Trop Anim Health Prod*. 2020;52:17-30.
53. Omri B, Chalghoumi R, Izzo L, Ritieni A, Lucarini M, Durazzo A, et al. Effect of Dietary Incorporation of Linseed Alone or Together with Tomato-Red Pepper Mix on Laying Hens' Egg Yolk Fatty Acids Profile and Health Lipid Indexes. *Nutrients*. 2019;11:813.
54. Pirgozliev V, Beccaccia A, Rose SP, Bravo D. Partitioning of dietary energy of chickens fed maize- or wheat-based diets with and without a commercial blend of phytogenic feed additives. *J Anim Sci*. 2015;93:1695-702.
55. Pirgozliev V, Mansbridge SC, Rose SP, Mackenzie AM, Beccaccia A, Karadas F, et al. Dietary essential oils improve feed efficiency and hepatic antioxidant content of broiler chickens. *Animal*. 2019;13:502-508.
56. Pourali M, Kermanshahi H, Golian A, Ramzi GR, Soukhtanloo M. Antioxidant and anticoccidial effects of garlic powder and sulfur amino acids on *Eimeria*-infected and uninfected broiler chickens. *Iran J Vet Res*. (2014) 15:227–32.
57. Puvača N, Kostadinović L, Ljubojević D, Lukač D, Lević J, Popović S, et al. Effect of garlic, black pepper and hot red pepper on productive performances and blood lipid profile of broiler chickens. *Europ.Poult.Sci*. 2015;79:1-13.
58. Qaid MM, Al-Mufarrej SI, Azzam MM, Al-Garadi MA. Anticoccidial effectivity of a traditional medicinal plant, *Cinnamomum verum*, in broiler chickens infected with *Eimeria tenella*. *Poult Sci*. 2021;100(3):100902.
59. Qaid MM, Al-Mufarrej SI, Azzam MM, Al-Garadi MA, Albaadani HH, Alhidary IA, et al. Growth Performance, Serum Biochemical Indices, Duodenal Histomorphology, and Cecal Microbiota of Broiler Chickens Fed on Diets Supplemented with Cinnamon Bark Powder at Prestarter and Starter Phases. *Animals (Basel)*. 2021;11(1):94.
60. Qorbanpour M, Fahim T, Javandel F, Nosrati M, Paz E, Seidavi A, et al. Effect of Dietary Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) and Multi-Strain Probiotic on Growth and Carcass Traits, Blood Biochemistry, Immune Responses and Intestinal Microflora in Broiler Chickens. *Animals (Basel)*. 2018;8(7):117.

61. Reda FM, Alagawany M, Mahmoud HK, Mahgoub SA, Elnesr SS. Use of red pepper oil in quail diets and its effect on performance, carcass measurements, intestinal microbiota, antioxidant indices, immunity and blood constituents. *Animal*. 2020;14:1025-1033.
62. Ríos JL, Recio MC. Medicinal plants and antimicrobial activity. *J Ethnopharmacol*. 2005;100(1-2):80-84.
63. Rostagno, MH. Effects of heat stress on the gut health of poultry. *J Anim Sci*. 2020;98(4):skaa090.
64. Sahin N, Orhan C, Tuzcu M, Juturu V, Sahin K. Capsaicinoids improve egg production by regulating ovary nuclear transcription factors against heat stress in quail. *Br Poult Sci*. 2017;58:177-183.
65. Sang-Oh P, Chae-Min R, Byung-Sung P, Jong H. The meat quality and growth performance in broiler chickens fed diet with cinnamon powder. *J Environ Biol*. 2013;34(1):127-33.
66. Shang A, Shi-Yu C, Xiao-Yu X, Ren-You G, Guo-Yi T, Harold C, et al. Bioactive Compounds and Biological Functions of Garlic (*Allium sativum* L.). *Foods*. 2019;8(7):246.
67. Shanoon AK, Jassim MS, Amin QH, Ezaddin IN. Effects of Ginger (*Zingiber officinale*) Oil on Growth Performance and Microbial Population of Broiler Ross 308. *Inter. J. Poultry Sci*. 2012;11:589-593.
68. Sharma PK, Singh V, Ali M. Chemical composition and antimicrobial activity of fresh rhizome essential oil of *Zingiber officinale* Roscoe. *Pharmacogn. J*. 2016;8:185-190.
69. Shewita RS, Taha AE. Influence of dietary supplementation of ginger powder at different levels on growth performance, haematological profiles, slaughter traits and gut morphometry of broiler chickens. *South Afr. J. Anim. Sci*. 2018;48:997-1008.
70. Shojai TM, Langeroudi AG, Karimi V, Barin A, Sadri N. The effect of *Allium sativum* (Garlic) extract on infectious bronchitis virus in specific pathogen free embryonic egg. *Avicenna J Phytomed*. 2016;6(4):458-267.
71. Sidiropoulou E, Skoufos I, Marugan-Hernandez V, Giannenas I, Bonos E, Aguiar-Martins K, et al. *In vitro* Anticoccidial Study of Oregano and Garlic Essential Oils and Effects on Growth Performance, Fecal Oocyst Output, and Intestinal Microbiota *in vivo*. *Front Vet Sci*. 2020;7:420.
72. Singh G, Maurya S, DeLampasona MP, Catalan CAN. A comparison of chemical, antioxidant and antimicrobial studies of cinnamon leaf and bark volatile oils, oleoresins and their constituents. *Food Chem Toxicol*. 2007;45(9):1650-1661.

73. Srinivasan K. Biological Activities of Red Pepper (*Capsicum annuum*) and Its Pungent Principle Capsaicin: A Review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2016;56:1488-500.
74. Stanacev V, Glamocic D, Milošević N, Puvaa N, Stanacev V, Plavša N. Effect of garlic (*allium sativum* L.) in fattening chicks nutrition. *Afr J Agric Res.* 2011;6:943–8.
75. Stohs SJ, Badmaev V. A Review of Natural Stimulant and Non-stimulant Thermogenic Agents. *Phytother Res.* 2016;30(5):732-740.
76. Tekeli A, Celik L, Kutlu HR, Gorgulu M. Effect of dietary supplemental plant extracts on performance, carcass characteristics, digestive system development, intestinal microflora and some blood parameters of broiler chicks; Proceedings of the 12th European Poultry Conference; Verona, Italy. 2006:10-14.
77. Türk G, Şimşek UG, Çeribaşı AO, Çeribaşı S, Kaya SOK, Güvenç M, et al. Effect of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) bark oil on heat stress-induced changes in sperm production, testicular lipid peroxidation, testicular apoptosis, and androgenic receptor density in developing Japanese quails. *Theriogenology.* 2015;84(3):365-376.
78. Varmaghany S, Torshizi MAK, Rahimi S, Lotfollahian H, Hassanzadeh M. The effects of increasing levels of dietary garlic bulb on growth performance, systolic blood pressure, hematology, and ascites syndrome in broiler chickens. *Poult Sci.* 2015;94(8):1812-1820.
79. Wen C, Liu Y, Ye Y, Tao Z, Cheng Z, Wang T, et al. Effects of gingerols-rich extract of ginger on growth performance, serum metabolites, meat quality and antioxidant activity of heat-stressed broilers. *J Therm Biol.* 2020;89:102544.
80. Yu-Tang T, Meng-Thong C, Sheng-Yang W, Shang-Tzen C. Anti-inflammation activities of essential oil and its constituents from indigenous cinnamon (*Cinnamomum osmophloeum*) twigs. *Bioresour Technol.* 2008;99(9):3908-3913.
81. Zhang C, Fan L, Fan S, Wang J, Luo T, Tang Y, et al. *Cinnamomum cassia* Presl: A Review of Its Traditional Uses, Phytochemistry, Pharmacology and Toxicology. *Molecules.* 2019;24(19):3473.
82. Zhang GF, Yang ZB, Wang Y, Yang WR, Jiang SZ, Gai GS. Effects of ginger root (*Zingiber officinale*) processed to different particle sizes on growth performance, antioxidant status, and serum metabolites of broiler chickens. *Poult. Sci.* 2009;88:2159-2166.
83. Zhao X, Yang ZB, Yang WR, Wang Y, Jiang SZ, Zhang GG. Effects of ginger root (*Zingiber officinale*) on laying performance and antioxidant status of laying hens and on dietary oxidation stability. *Poult. Sci.* 2011;90:1720-1727.

84. Zhang M, Zhao R, Wang D, Wang L, Zhang Q, Wei S, et al. Ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) and its bioactive components are potential resources for health beneficial agents. *Phytother Res.* 2021;35(2):711-742.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-70>

Capítulo 70

TORTA DE LICURI (*Syagrus coronata*) NA ALIMENTAÇÃO DE CORDEIRAS DE DESCARTE: FATORES QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS DOS COMPONENTES DA CARÇAÇA

Karenina Melo Miranda Oliveira¹; Débora Chaoui Pimenta dos Santos²; José Augusto Gomes Azevêdo³; João Pedro Souza Santana⁴; Everton do Patrocínio da Silva⁵; Lígia Lins Souza⁶

¹Estudante do Curso de Medicina Veterinária - UESC, E-mail: kmmoliveira.mev@uesc.br; ²Médica Veterinária, DSc. em Ciência Animal, E-mail: deochaoui@hotmail.com; ³Docente do Depto de Ciências Agrárias e Ambientais - UESC, E-mail: augustog@uesc.br; ⁴Estudante do Curso de Medicina Veterinária - UESC, E-mail: jpssantana.mev@uesc.br; ⁵Estudante do Curso de Medicina Veterinária - UESC, E-mail: epsliva.mev@uesc.br; ⁶Docente do Depto de Ciências Exatas e Tecnológicas - UESC, E-mail: llsouza@uesc.br

RESUMO: Objetivou-se avaliar os níveis de inclusão da torta de licuri na dieta de ovelhas de descarte sobre os fatores quantitativos e qualitativos dos componentes da carcaça. Os procedimentos experimentais foram conduzidos com aprovação do CEUA/UESC, sob protocolo 037/2016. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, utilizando dietas com quatro níveis de inclusão de torta de licuri: 0, 80, 160 e 240g/kg de matéria seca (MS) e oito repetições para cada dieta. Foram utilizadas 32 cordeiras de descarte, mestiça Santa Inês, com peso corporal inicial médio de $21 \pm 5,44$ kg e idade média de quatro meses. As cordeiras permaneceram 71 dias em confinamento, subdivididos em quatro períodos experimentais mais período de adaptação da dieta. No dia do abate, os animais foram pesados para obtenção do peso ao abate. Posteriormente, foram obtidos os demais pesos de carcaça e cortes comerciais. Os dados foram submetidos à análise de variância, com as médias comparadas por meio de contrastes polinomiais e regressão. Para os procedimentos estatísticos, adotou-se $p < 0,05$ como valor crítico para probabilidade de erro tipo I. O peso ao abate e o peso de corpo vazio apresentaram efeito quadrático ($p < 0,05$) com ponto de máxima em 11,62 e 10,01% de inclusão da torta de licuri, respectivamente. As demais variáveis não foram influenciadas ($p > 0,05$) pela inclusão da torta de licuri. Assim, recomenda-se o uso de até 240g de torta de licuri/kg de MS em dietas de alto concentrado para cordeiras de descarte, uma vez que preserva os pesos e rendimentos de carcaça e dos cortes comerciais.

Palavras-chave: alimentos alternativos; confinamento; ovinos; subproduto

INTRODUÇÃO

A utilização de animais em confinamento é um importante método para avaliação de alimentos e o desempenho dos animais. Uma vez que se tem controle da dieta, é possível

mensurar o valor fornecido, consumido e digerido, além de reduzir a idade de abate (1). Geralmente são utilizadas cordeiras de descarte para esse método de avaliação, que são animais de propriedades com uma lotação de animais superior ao que se pode comportar. Com isso, os ovinos que não se destacam em peso e eficiência nos primeiros meses de nascimento acabam não recebendo acesso a pastos de boa qualidade (2). Uma forma de solucionar esse problema e melhorar a alimentação desses animais é o confinamento.

Diversos tipos de alimentos são fornecidos no método de confinamento, sendo os principais soja e milho. São grãos relativamente caros e que também competem com a alimentação humana. Por conta disso, alimentos alternativos estão sendo cada vez mais utilizados na produção animal, já que o principal gasto durante o confinamento é com a alimentação. A adição de subprodutos na dieta, como a torta de licuri, se torna uma opção, visto que é caracterizado como um alimento energético, rico em lipídios (EE 14,73 g/kg de matéria seca) e carboidratos (CHO 54,87 g/kg de matéria seca) (3), e possuir menor custo em comparação ao milho e a soja. Além disso, o licuri possui grande quantidade de ácidos graxos de cadeia média, o que favorece a redução da produção de metano.

A região Nordeste concentra a maior parte da produção nacional de ovinos, e a Bahia é um dos principais consumidores dessa carne. Contudo, os valores de produção nacional ainda são baixos (4). Com a inclusão da torta de licuri, há redução nos custos, em comparação aos alimentos convencionais como a soja e o milho, podendo tornar a criação de ovinos mais rentável, dando margem ao crescimento da produção (5).

Assim, objetivou-se avaliar os componentes quantitativos e qualitativos da carcaça de cordeiras de descarte alimentadas com inclusão de torta de licuri em dieta de alto concentrado.

MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais foram conduzidos com a aprovação do Comitê de ética no uso de animais, da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), localizado em Ilhéus, Bahia, Brasil, sob o protocolo número 037/2016.

O estudo foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Alimentação de Ruminantes (LaPNAR) e no Laboratório de Nutrição Animal (LabNut) do Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais (DCAA) da UESC.

O experimento foi conduzido com 32 cordeiras de corte mestiças Santa Inês, com peso corporal inicial de $21 \pm 5,44$ kg e com idade média de quatro meses.

Os animais foram identificados, pesados, desparasitados e, posteriormente colocados em baias individuais (de 1,20 m de comprimento por 0,80 m de largura), com piso ripado suspenso à 1 m do solo, contendo cocho (com 50 cm de comprimento, 35 cm de largura e 15 cm de profundidade) e bebedouro (balde com capacidade para 5 litros), dentro de um galpão coberto e ventilado, com altura de teto de 3,5 m.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, tendo dietas com quatro níveis de inclusão de torta de licuri [0, 80, 160 e 240 g/kg de matéria seca (MS)] (Tabela 1) e oito repetições para cada dieta.

As cordeiras permaneceram em confinamento por 71 dias, 15 dos quais foram utilizados para adaptação à dieta e 56 para coleta de dados. O período de coleta de dados foi subdividido em quatro períodos de 14 dias.

No último dia do período experimental, os animais foram pesados após 16 h de jejum para obtenção do peso corporal final (PCf). Após os 56 dias de confinamento, no dia do abate, os animais foram pesados para obtenção do peso ao abate (PA).

Tabela 1. Proporção de ingredientes e composição química das dietas experimentais

Ingredientes (g/kg MS)	Nível de Licuri (g/kg MS)				Silagem de milho	Licuri
	0	80	160	240		
Silagem de milho	200,0	200,0	200,0	200,0		
Farelo de milho	679,9	618,0	556,1	494,3		
Farelo de soja	86,6	68,5	50,4	32,2		
Licuri	0,0	80,0	160,0	240,0		
Ureia	8,5	8,5	8,5	8,5		
Mistura mineral ^a	5,0	5,0	5,0	5,0		
Calcário calcítico	20,0	20,0	20,0	20,0		
Composição química da dieta (g/kg MS)						
Matéria seca (g/kg do alimento)	799,0	799,4	800,6	783,1	295,5	921,0
Matéria orgânica (g/kg do alimento)	955,0	956,1	959,0	957,7	964,4	920,7
Proteína bruta	161,9	158,4	150,1	151,0	85,4	247,5
Extrato etéreo	39,4	49,2	56,9	60,5	29,5	134,3
Fibra em detergente neutro	166,7	185,5	205,3	215,6	568,7	436,3
Carboidratos não fibrosos	587,0	563,0	546,7	530,6	280,8	102,6
Matéria seca indigestível	0,5	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3
FDNi	73,1	95,1	116,8	127,8	229,6	289,3
PIDA	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	11,8
PIDN	2,1	2,1	1,8	2,4	24,1	36,8
Lignina	0,7	3,2	3,1	5,5	31,7	89,3
Energia digestível (Mjoule/kg) ^b	13,3	13,7	14,3	14,3	135,1	147,7

a: 170 g de cálcio; 19 g de enxofre; 85 g de fósforo; 13 g de magnésio; 113 g de sódio; 45 mg de cobalto; 600 mg de cobre; 20 mg de cromo; 1850 mg de ferro; 850 mg de flúor (máximo); 80 mg de iodo; 1350 mg de manganês; 16 mg de selênio; 4000 mg de zinco; b: estimado por equações descritas por Detmann (6); FDN: Fibra em detergente neutro; FDNi: Fibra em detergente neutro indigestível, PIDA: proteína indigestível em detergente ácido; PIDN: proteína indigestível em detergente neutro.

A metodologia de abate utilizada foi em consonância com as normas vigentes do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal (7).

As cordeiras foram abatidas, após insensibilização, por meio de concussão cerebral, seguido de sangria por meio de incisão transversal das artérias carótidas e veias jugulares. Em sequência, procedeu-se a retirada da pele, órgãos correspondentes ao sistema respiratório, trato gastrointestinal, cabeça, membros e órgãos do aparelho reprodutor para obtenção do peso de carcaça quente (PCQ). Os órgãos do trato gastrointestinal (TGI), vesícula biliar e bexiga, foram pesados cheios e vazios para computação do peso de corpo vazio (PCV). O rendimento biológico (RBIOL) foi computado através da equação $RBIOL\% = PCQ / PCV \times 100$; e o rendimento de carcaça quente (RCQ) foi calculado segundo a fórmula: $RCQ\% = PCQ / PA \times 100$.

As carcaças foram levadas à câmara fria, e permaneceram por 24 horas a 4 °C. Ao final desse período, as carcaças foram pesadas novamente para registro do peso de carcaça fria (PCF), sendo esta informação utilizada para cálculo do rendimento de carcaça fria por meio da fórmula: $RCF\% = PCF / PA \times 100$.

A obtenção dos cortes foi iniciada com a retirada do pescoço e cauda seguida pela secção longitudinal na coluna vertebral, dividindo as carcaças em duas partes de proporções semelhantes. A meia carcaça esquerda de cada animal teve seu peso aferido e em seguida foi dividida em cinco regiões anatômicas: paleta (desarticulação da escápula e desprendimento do corte da carcaça), lombo (situado entre a 1ª e 6ª vértebra lombar), perna (entre última vértebra lombar e a primeira vértebra sacra), costeleta (localizado entre a 1ª e 13ª vértebra torácica mais um terço do corpo das costelas correspondentes) e costela-fralda (equivalente a região do esterno e os dois terços restantes da área torácica).

A espessura de gordura subcutânea (EGS) foi aferida com a utilização de paquímetro digital. Para a gordura subcutânea considerou-se a espessura máxima de gordura de cobertura sobre a superfície da 13ª costela, a 11 cm da linha dorso-lombar.

Para avaliação da área de olho de lombo (AOL), foi realizado secção transversal entre a 12ª e 13ª vértebras torácicas, efetuando em película plástica transparente o contorno da região correspondente à fração cranial do lombo. As imagens coletadas das áreas de olho de lombo, foram medidas com uso de equipamento de medição de área foliar LI-3100 C.

Os dados foram submetidos à análise de variância, com média dos quatro níveis de inclusão da torta de licuri comparado por meio de contrastes polinomiais utilizando o procedimento GLM e regressão pelo procedimento REG, sendo que ambos pertencem ao pacote de ferramentas do *software* SAS (*Statistical Analysis System*, versão 9.4). O peso corporal foi usado como covariável. Os modelos de regressão que melhor se ajustaram aos dados foram escolhidos de acordo com a melhor resposta do coeficiente de determinação (R^2) e com base na significância dos parâmetros do modelo, para todos os procedimentos estatísticos, adotou-se $p < 0,05$ como valor crítico para a probabilidade de erro tipo I.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso ao abate e o peso de corpo vazio apresentou efeito quadrático ($p < 0,05$) (Tabela 2) com ponto de máxima em 116,18 e 100,09 g/kg de inclusão da torta de licuri na dieta, respectivamente.

Tabela 2. Características de carcaças de cordeiras alimentadas com dietas contendo inclusão de torta de licuri

Item	Nível de licuri (g/kg MS)				EP M	Valor P	
	0	80	160	240		L	Q
Peso ao abate (kg)	32,2	36,3	34,4	31,3	0,94	0,589 ₂	0,0480 ₁
Peso do corpo vazio (kg)	28,9	32,1	30,5	26,9	0,85	0,311 ₂	0,0371 ₂
Peso da carcaça quente (kg)	16,6	18,2	16,8	15,1	0,53	0,193 ₈	0,0648
Peso da carcaça fria (kg)	15,3	17,6	16,5	15,5	0,56	0,915 ₂	0,1104
Rendimento da carcaça quente (%)	51,3	50,0	48,8	48,2	0,53	0,074 ₂	0,7680
Rendimento de carcaça fria (%)	47,6	48,4	47,8	49,6	0,65	0,459 ₆	0,7294

Rendimento de carcaça verdadeiro (%)	55,4	55,4	55,2	54,0	0,66	0,6268	0,7340
Perda de peso por resfriamento (%)	7,0	3,1	2,0	-2,6	1,44	0,0808	0,9073
Gordura subcutânea (mm)	2,9	3,0	2,6	3,0	0,21	0,9797	0,7507
Área de olho de lombo (cm ²)	16,8	15,1	13,0	14,3	0,55	0,0669	0,1175

Equações de regressão: ¹- $\hat{Y} = 32,64762 + 0,04630x - 0,00019926x^2$ ($R^2 = 0,9221$); ²- $\hat{Y} = 29,41905 + 0,03758x - 0,000187726x^2$ ($R^2 = 0,972$). P: Probabilidade; EPM: erro padrão da média; L: linear; Q: quadrática.

Não foi observado efeito ($p > 0,05$) para as variáveis de peso de carcaça quente, peso de carcaça fria, rendimento de carcaça quente, rendimento de carcaça fria, rendimento de carcaça verdadeiro, perda de peso por resfriamento, gordura subcutânea e área de olho de lombo com o aumento da inclusão da torta de licuri na dieta, estas apresentaram valor médio de 16,66 kg; 16,25 kg; 496 g/kg; 483 g/kg; 550 g/kg; 236 g/kg; 2,86 mm; 14,81 cm² de inclusão da torta de licuri na dieta, respectivamente.

Os níveis de torta de licuri inclusos na dieta não influenciaram ($p > 0,05$) (Tabela 3) nos pesos e rendimentos dos cortes comerciais (pescoço, paleta, costela-fralda, pernil, lombo e costeleta).

Tabela 3. Pesos de cortes da carcaça de cordeiras alimentadas com dietas contendo inclusão de torta de licuri

Item	Nível de torta de licuri (g/kg MS)				EPM	Valor P	
	0	80	160	240		L	Q
Costeleta (kg)	1,6	1,5	1,3	1,4	0,06	0,2127	0,4511
Lombo (kg)	0,5	0,5	0,6	0,6	0,03	0,3397	0,9713
Perna (kg)	2,6	2,5	2,4	2,6	0,06	0,8349	0,2675
Costela-fralda (kg)	1,5	1,6	1,7	1,5	0,05	0,8722	0,2207
Paleta (kg)	1,3	1,3	1,3	1,3	0,03	0,8897	0,8974
Pescoço (kg)	0,8	0,9	0,8	0,9	0,03	0,5181	0,6723

P: Probabilidade; EPM: erro padrão da média; L: linear; Q: quadrática.

Os valores de inclusão da torta de licuri na dieta refletiram no comportamento do peso ao abate e do peso do corpo vazio, porém, não influenciaram os demais parâmetros de características de carcaça, que não foram alterados pela adição da torta de licuri (Tabela 2).

A ausência de efeito dos níveis de inclusão da torta de licuri nas dietas sobre os pesos de carcaça quente e fria contribuiu na compreensão do comportamento observado para os rendimentos de carcaça, visto que a mensuração dos mesmos é realizada de forma dependente. O peso ao abate influencia o rendimento de carcaça quente, o peso de carcaça quente afeta o rendimento de carcaça quente e rendimento de carcaça verdadeiro, enquanto o peso de carcaça fria influencia no rendimento de carcaça fria. Sendo assim, os rendimentos não variaram, já que não houve diferença para esses pesos conforme adição da torta de licuri nas dietas (Tabela 2).

A semelhança nos pesos dos cortes comerciais pode ter sido devido aos pesos destes acompanharem o comportamento de peso absoluto da carcaça (8).

CONCLUSÕES

É recomendado o uso de até 240g/kg de torta de licuri em dietas de alto concentrado para cordeiras de descarte, já que não ocasiona prejuízos sobre os pesos e rendimentos da carcaça e dos cortes comerciais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a toda equipe LaPNAR, a minha orientadora Lígia Lins por sempre acreditar em mim, a José Augusto pela oportunidade de participar da equipe, a João Pedro por ser esse amigo maravilhoso e sempre estar ao meu lado, a Miguel Gabriel pelo incentivo em todas as nossas conversas, e a Universidade Estadual de Santa Cruz.

REFERÊNCIAS

1. Piona MNM, Cabral LS, Zervoudakis JT, Abreu JG, Galati RL, Caetano GGPP, Silva AR. Níveis de Caroço de algodão na dieta de cordeiros confinados. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. 2012; 13(1): 110-122.
2. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Descarte orientado de caprinos e ovinos. *Embrapa Caprinos e Ovinos. Informe técnico*, 2011.
3. Paniago R. Dietas de alto grão x alto volumoso [Internet]. *Informativos - Artigos Técnicos*; 2012. [acesso em 30 set 2020]. Disponível em: <http://www.boviplan.com.br/pagina.asp?idS=2&idS2=12&idT=90>
4. IBGE. Pesquisa Pecuária Municipal 2016. Tabela 3939: efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho, 1974 a 2016 [Internet]. Rio de Janeiro; 2017. [acesso em 27 ago 2019]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2016>
5. Lima LS, Oliveira RL, Garcez Neto AF, Bagaldo AR, Abreu CL, Silva TM, Carvalho ST, Bebezerra LR. Suplementos de óleo Licuri para vacas em lactação em pastagem. *Revista Canadense de Ciência Animal*. 2015; 95: 617-624.
6. Detmann E, Valadares Filho SC, Pina DS, Henriques LT, Paulino MF, Magalhães KA, Silva PA, Chizzotti ML. Prediction of the energy value of cattle diets based on the chemical composition of the feeds under tropical conditions. *Animal Feed Science and Technology*. 2008; 143: 127-147.

7. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BR). Decreto nº 30691, de 29 de março de 1952.

8. Santos-Cruz CL, Pérez JRO, Muniz JA, Cruz CAC, Almeida, TRV. Development of live weight componentes from Santa Inês and Bergamácia lambs slaughtered at diferente weights. Revista Brasileira de Zootecnia. 2009; 38(5): 923-932.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-71>

Capítulo 71

USO DE PROBIÓTICOS NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS: REVISÃO

Caroline Romeiro de Oliveira¹; Alexandre Bonadiman Mariani²; Camila Lopes Carvalho³; Gabriela Miotto Galli⁴; Ines Andretta⁵

¹Granduanda em Zootecnia – Faculdade de Agronomia (FAGRO) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), E-mail: caroline_romeiro@outlook.com;

²Mestrando em Zootecnia - FAGRO- UFRGS, E-mail: alexandre.bonadiman.abm@gmail.com;

³Mestranda em Zootecnia - FAGRO- UFRGS, E-mail: camila.lps.carvalho@gmail.com;

⁴Doutoranda em Zootecnia - FAGRO - UFRGS, E-mail: gabi-gmg@hotmail.com;

⁵Docente do Depto. de Zootecnia – FAGRO - UFRGS, E-mail: ines.andretta@ufrgs.br.

RESUMO: Uma microbiota equilibrada é indispensável para um intestino saudável, e consequentemente, para a melhor absorção dos nutrientes advindos da dieta. Diferente dos antibióticos, que não são seletivos e atingem tanto as bactérias patogênicas como as bactérias benéficas, os probióticos são microrganismos vivos que promovem um aumento da concentração de bactérias benéficas em detrimento das patogênicas. Eles são utilizados como modificadores nutricionais e fonte de abastecimento da microbiota intestinal, atuando na recuperação do sistema imunológico dos animais e conferindo melhor desempenho de produção. Além disso, atuam tanto na redução de toxinas quanto na redução de diarreia em leitões pós-desmamados, beneficiando o crescimento dos suínos. Portanto, a utilização de probióticos se faz presente como um possível substituto da utilização de antibióticos compensando eventuais malefícios que estes tenham causado ao longo de sua utilização, apoiando desta forma, a produção de suínos de forma lucrativa e sustentável. Nesta revisão, microrganismos probióticos e produtos comerciais utilizados na nutrição de suínos são discutidos, visando fornecer um conhecimento atualizado e abrangente para nutricionistas e produtores de suínos.

Palavras-chave: aditivos, leitões, nutrição; desempenho; microbiota

INTRODUÇÃO

A alimentação é um dos maiores custos dentro da produção de suínos, representando mais de dois terços do custo total de operação. Assim, a obtenção de uma melhor eficiência alimentar dos animais, ou seja, uma melhor absorção de nutrientes da dieta para conversão em produto final é um ponto crítico para a lucratividade do produtor (1), e para isso, se faz necessário um intestino com uma microbiota saudável (2). O trato gastrointestinal (TGI) dos suínos auxilia a função imunológica, pois o intestino é a primeira barreira imunológica dos animais contra a ação microbiana (3). Somente um TGI saudável permite que o animal se desenvolva sem adoecer e com bons índices de produção (4).

Antibióticos têm sido amplamente utilizados para prevenir a diarreia pós-desmame em leitões e para aumentar a produtividade (5). Entretanto, o uso indiscriminado destes

produtos leva a um desequilíbrio na microbiota intestinal e pode levar ao surgimento de genes de resistência (6). A demanda dos consumidores por uma carne segura e sem resíduos aumentou, e com isso, surgiram buscas por suplementos naturais e seguros que tragam benefícios aos animais (7). Em alternativa ao uso dos antibióticos, surgiram os aditivos probióticos (8), que produzem efeitos benéficos ao hospedeiro, estimulando respostas imunológicas contra patógenos (9). Muitas espécies presentes na microbiota do TGI são benéficas, como as bactérias lácticas *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, as quais são capazes de resistir ao ambiente gastrointestinal (10). Desta forma, uma classificação sobre os mecanismos de ação dos probióticos na saúde dos animais é necessária para que se utilize probióticos específicos, conforme o objetivo.

O QUE SÃO PROBIÓTICOS

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) e a Organização Mundial da Saúde (OMS) (11), probióticos são definidos como microrganismos vivos, que quando administrados em quantidades adequadas, conferem um benefício à saúde do hospedeiro, e melhoram seu equilíbrio microbiano intestinal (12).

Estes aditivos foram incorporados à nutrição animal na década de 1970, com o objetivo de aumentar o desempenho, o sistema imunológico e o combate a doenças (13). Entretanto, somente em 1980 a implementação dos probióticos se tornou uma solução comprovada para o desempenho da produção (14) e para a saúde intestinal dos animais (3). Os probióticos podem ser produzidos a partir de culturas bacterianas, células de levedura ou ambos compostos. Também podem ser classificados como aditivos tecnológicos, na área de estabilizadores e melhoradores da microbiota do sistema digestivo (15), pois os microrganismos utilizados nestes aditivos são capazes de modificar a composição do TGI (13).

MECANISMOS DE AÇÃO

Quando os probióticos são administrados em suínos, eles causam efeitos principalmente no cólon e no ceco onde encontram-se diversos grupos de microrganismos de forma abundante (16). De maneira oposta aos antibióticos, os probióticos atuam na saúde animal aumentando principalmente a população de microrganismos desejáveis no intestino (17).

Existem 5 principais mecanismos de ação dos probióticos que contribuem com a saúde do hospedeiro e melhoram os índices de produção. A modulação da microbiota intestinal é uma forma de prevenir o desequilíbrio através da alteração da composição da população microbiana intestinal (3), a introdução de microrganismos desejáveis pode auxiliar quando existem deficiências de microrganismos benéficos (12). A exclusão competitiva, que é definida como uma ação normal que protege o organismo contra o estabelecimento de patógenos, diminui o risco de infecções e pode evitar a disbiose em suínos (18), ela ocorre, por exemplo, ao inibir a fixação de *E. Coli* no epitélio do intestino delgado através da suplementação de probiótico que contém *E. faecium* e Colicina à base de *E. coli* (19). Neste caso os microrganismos probióticos competem com os patogênicos no intestino por locais de adesão e substratos, e assim evitam danos ao hospedeiro (20), uma vez que as bactérias prejudiciais precisam estar anexadas às paredes do TGI para exercer efeitos lesivos (13). Além disso, alguns microrganismos probióticos, quando estabelecidos, produzem substâncias bactericidas ou bacteriostáticas que suprimem patógenos (21).

A modulação das respostas imunes do hospedeiro é outra forma de ação dos probióticos, que mantém a composição da microbiota equilibrada através da recuperação do sistema imunológico do hospedeiro pelas respostas imunes inatas e adquiridas (22). A mucosa do TGI em conjunto com as células epiteliais formam uma barreira seletivamente permeável entre os tecidos internos e o lúmen. Este obstáculo é a primeira linha de defesa contra microrganismos nocivos, porém, em condições de estresse ou outras doenças, esta pode ser rompida (23). Alguns probióticos são capazes de influenciar as interações celulares da mucosa intestinal e conseqüentemente a estabilidade das células, eles aumentam a função da barreira por meio da modulação da fosforilação das proteínas do citoesqueleto e das proteínas de junção (23). Contudo, a microbiota intestinal pode funcionar como imunomodulador para suporte de defesa do animal contra patógenos ao estimular a resposta imune, e auxiliar o desenvolvimento do sistema imunológico do hospedeiro por meio do estímulo de produção de anticorpos e aumento da atividade fagocítica (13).

A eficácia de alguns probióticos na redução da incidência de diarreia em leitões se deve à sua capacidade de proteger o animal contra toxinas provindas de bactérias, isto porque os microrganismos probióticos neutralizam enterotoxinas produzidas por bactérias patogênicas (13). Eles também impedem a síntese de amina de alguns patógenos (21), impedindo a proliferação de coliformes (20).

A modulação da digestibilidade de nutrientes é também um dos mecanismos de ação dos probióticos, já que eles aumentam a produção e a atividade de enzimas digestivas no intestino. Ademais, possuem alta capacidade fermentativa e produzem uma melhora na digestibilidade de nutrientes dietéticos em suínos (24). Podemos tomar como exemplo os *Lactobacillus* spp., que são amplamente conhecidos por produzirem ácido lático e enzimas proteolíticas que atuam na digestão de nutrientes no TGI (25). Além disso, afetam as atividades de absorção e secreção, como no transporte de L-glutamina e na secreção de íons (12), porque auxiliam no comprimento das vilosidades intestinais, ampliando a superfície de absorção de nutrientes. Por fim, os probióticos são capazes de produzir antioxidantes, eliminar radicais livres e diminuir o estresse oxidativo do hospedeiro (13). É importante destacar que diferentes tipos de probióticos podem divergir quanto aos modos de ação (24).

MICROORGANISMOS PROBIÓTICOS E PRODUTOS COMERCIAIS

Uma grande variedade de microrganismos tem sido estudada como agentes probióticos, levando à promoção e venda de muitos produtos comerciais como aditivos alimentares para animais (26). As cepas probióticas disponíveis comercialmente são isoladas da microbiota intestinal de usuários potenciais e selecionados com base nos critérios de resistência à ácidos estomacais, sais biliares, capacidade de colonização do intestino ou antagonizar microrganismos patogênicos (24). As bactérias frequentemente utilizadas são *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Pediococcus* e *Treptococcus* (13). O que é comumente referido como Bactérias Ácido Lácticas (LAB) que são bactérias gram-positivas, tolerantes a ácidos, que possuem esporos na forma de bacilos ou esféricos (13), o que inclui vários gêneros em sua composição, como os *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Lactococcus*, *Lactococcus faera*, *Leuconostoc*, *Melissococcus*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*.

A maioria dos produtos comerciais contém várias espécies em sua composição, embora os resultados destas diferentes combinações ainda não sejam perfeitamente claros e precisos (27). Devido aos diferentes mecanismos de ação, origem e características,

existem diferenças significativas entre os diferentes produtos (13). Na Tabela 1 estão listados alguns dos microrganismos com propriedades probióticas utilizados na nutrição animal. Para facilitar o entendimento, os microrganismos comumente usados podem ser divididos em diferentes grupos de acordo com os critérios (28).

Tabela 1 - Microrganismos com propriedades probióticas utilizados na nutrição animal

<i>Lactobacillus</i>	<i>Bifidobacterium</i>	Outras bactérias ácido lácticas	Bactérias não ácido lácticas
<i>L. acidophilus</i>	<i>B. adolescentis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Bacillus cereus</i> var. toyoi
<i>L. amylovorus</i>	<i>B. animalis</i>	<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Escherichia coli</i> cepa nissle
<i>L. casei</i>	<i>B. bifidum</i>	<i>Lactococcus lactis</i>	<i>Propionibacterium freudenreichii</i>
<i>L. crispatus</i>	<i>B. breve</i>	<i>Leuconstoc mesenteroides</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
<i>L. delbrueckii</i> <i>subsp. bulgarius</i>	<i>B. infantis</i>	<i>Pediococcus acidilactici</i>	<i>Saccharomyces boulardii</i>
<i>L. gallinarum</i>	<i>B. lactis</i>	<i>Sporolactobacillus acidilactici</i>	
<i>L. gasseri</i>	<i>B. longum</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>	
<i>L. johnssonii</i>			
<i>L. paracasei</i>			
<i>L. plantarum</i>			
<i>L. reuteri</i>			
<i>L. rhamnosus</i>			

Fonte: Adaptado de HOLZAPFEL *et al.* (2001) (29)

USO DE PROBIÓTICOS E SEU EFEITO NO DESEMPENHO DE SUÍNOS

Os probióticos têm o potencial de melhorar a utilização de proteínas na dieta e o desempenho animal. Isso pode estar relacionado à melhor digestibilidade da proteína e energia bruta, integridade intestinal e perfil microbiano (30), assim como o sistema imunológico de suínos (31). Além disso, eles melhoram a resistência dos animais a doenças, que conseqüentemente demonstram melhores índices de desempenho (12).

Em leitões recém desmamados, o fornecimento de 100 mg/kg de probiótico a base de *Clostridium butyricum*, *Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*, provocou alteração na morfologia intestinal, ao melhorar a integridade das vilosidades do íleo e a apoptose do íleo e jejuno. É sabido que o desmame causa alterações na microbiota, e são induzidas por citocinas pró inflamatórias como IL-1 β , IL-6 e TNF α , as quais por ação do probiótico foram diminuídas, o que demonstra um efeito anti-inflamatório e, com isso, menor gasto energético com o recrutamento de células do sistema imune (32). Além disso, determinados aditivos probióticos evitam danos causados no jejuno pela *E. Coli* k88 (30), além de diminuir *Clostridium*, *E. coli* e *Enterobacterium* spp. no intestino (28), assim, os probióticos protegem a integridade do tecido da mucosa e reduzem a resposta inflamatória (31). Não obstante, quando desafiados com *E. Coli* F18+, houve diminuição do TNF α , o que reduziu malondialdeído, tal fato indica a redução do estresse causado pelo desmame e o desafio bacteriano (33).

Além disso, Wang et al. (2019) (31) demonstraram um aumento na relação vilosidade, que é extremamente favorável à absorção de nutrientes e ao desempenho animal, devido ao aumento da área de contato da mucosa do intestino. Neste estudo ainda se evidenciou a redução nas enzimas hepáticas AST e ALT. O aumento da abundância de RNA mensageiro da mucina 2 (MUC2) e de proteínas de junções na mucosa jejunal foi constatado, ocorrendo redução dos danos intestinais causado pelo desmame, além de diminuir a entrada de agentes patogênicos pelo aumento da expressão de proteínas das junções (34). Na dieta de leitões, se observou melhora nos fatores de crescimento, diferenciação e proliferação do epitélio intestinal, dada a ação positiva do Peptídeo-2 Semelhante ao Glucagon (GLP-2) e a expressão do gene Fator de Crescimento Semelhante à Insulina tipo 1 (IGF1R) (30). Já no que se refere ao sistema imune dos animais, se relata o aumento dos níveis de IgM, e após 14 dias, houve também incremento de IgG, IgM e IgA, sendo que IgA participa da imunidade da mucosa intestinal (31)

A diarreia é um dos pontos críticos na produção de leitões, ela ocorre principalmente nas primeiras semanas pós-desmame, e representa grandes perdas econômicas ao produtor (35). No entanto, 80% dos estudos relatam benefícios no uso de probióticos quando à diarreia, sendo este efeito independente do microrganismo utilizado (36). A utilização de probióticos também melhora o escore fecal dos animais (37), e provoca redução na mortalidade geral pré-desmame (38). Leitões submetidos ao estresse por altas temperaturas ambientais, obtiveram uma incidência de diarreia significativamente reduzida através da suplementação com probióticos (39).

No estudo de Robles-Huaynate et al. (2013) (40), foi observado que suínos nas fases de crescimento e terminação tiveram melhorias de 10 a 15% no ganho de peso e na conversão alimentar quando suplementados com probióticos. Tal fato está relacionado com as bactérias benéficas que são favorecidas pela diminuição do pH e pela modulação da flora intestinal. No mesmo estudo foi observado aumento na qualidade de carne, melhora na digestibilidade, redução da contaminação por conta da diminuição de NH_3 e N fecais, redução da mortalidade devido à baixa incidência de doenças, aumento do ganho de peso e melhora na saúde intestinal. Por fim, porcas obtiveram aumento no consumo de ração durante o período final da gestação e lactação, aumento nas condições corporais no período final da lactação, redução no intervalo do desmame e cio, aumento na qualidade e quantidade de colostro e leite, modulação da imunidade e aumento do tamanho da leitegada (41).

CONCLUSÃO

A suplementação de probióticos na nutrição animal tem avançado muito nos últimos anos e a busca por maiores informações tendem a avançar. Eles são utilizados para diversas finalidades como a melhora do desempenho, mitigação de doenças e até mesmo para aumento da qualidade do produto final, de forma a favorecer o meio ambiente, e reduzir os poluentes ambientais. Além disso, o uso indiscriminado de antibióticos contribuiu para o aumento da resistência de agentes patogênicos à alguns medicamentos, tornando-os ineficazes, e uma das alternativas que competem com eles na produção suína são os probióticos, visto que são uma alternativa natural apoiada positivamente pela pressão dos consumidores e da legislação.

Contudo, ao levar em consideração a capacidades destes microrganismos de modular a microbiota e o sistema imune dos animais, são muitos os fatores favoráveis a utilização. Embora estes aditivos estejam no mercado há alguns anos, maiores pesquisas

são necessárias para geração de conhecimento a fim de projetar terapias robustas e reduzir os inconsistentes resultados do uso tradicional de probióticos.

REFERÊNCIAS

1. PATIENCE JF. Feed Efficiency in swine. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. 2012.
2. EWING WN. The living gut. Nottingham university press, 2009.
3. VEIZAJ-DELIA E, PIRUSHI R. The utilization of probiotics as a way to improve human and animal gut health. Maced J Anim Sci. 2012; 2(81): 175.
4. TAYLOR-PICKARD JA, SPRING P. Gut efficiency; the key ingredient in pig and poultry production: elevating animal performance and health. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. 2008.
5. MUHL A, LIEBERT F. Growth and parameters of microflora in intestinal and faecal samples of piglets due to application of a phytogetic feed additive, J. Anim. Physiol. Anim. Nutr., 2007; 91: 411–418.
6. ZEYNER A, BOLDT E. Effects of a probiotic *Enterococcus faecium* strain supplemented from birth to weaning on diarrhea patterns and performance of piglets, J. Anim. Physiol. Anim. Nutr., 2006; 90: 25–31.
7. ALLAN P, BILKEI G. Oregano improves reproductive performance of sows, Theriogenology, 2005; 63: 716–721.
8. GUO X, LI D, LU W, PIAO X, CHEN X. Screening of Bacillus strains as potential probiotics and subsequent confirmation of the in vivo effectiveness of *Bacillus subtilis* MA139 in pigs, Antonie van Leeuwenhoek, 2006; 90: 139–146.
9. FULLER R. Probiotics in man and animals. J Appl. Bacteriol. 1989; 66: 365–378.
10. CHANG YH, KIM JK, KIM HJ, KIM WY, KIM YB, PARK YH. Selection of a potential probiotic Lactobacillus strain and subsequent in vivo studies, Antonie Van Leeuwenhoek. 2001; 80: 193–199.
11. FAO.:Guidelines for the evaluation of probiotics in food, Report of a joint FAO-Who Working Group on Drafting Guidelines for the evaluation of probiotics in food, London, Ontario, Canada, April 30th, and May 1st. 2002.
12. KENNY M, SMIDT H, MENGHERI E, MILLER B. Probiotics - do they have a role in the pig industry?. Animal, 2011; 5(4): 62-70.
13. YIRGA H. The use of probiotics in animal nutrition. J Prob Health 2015; 3:132.

14. BUSCH A, HERRMANN HH, KÜHN I, SIMON O, STRUCK J, SÜPHKE E. Probiotics in animal nutrition. In: Arbeitsgemein-schaft für Wirkstoffe in der Tierernaehrung e.V., editor. Bonn, Germany: Agrimedia GmbH; 2004.
15. EUROPEAN COMMISSION. Ban on antibiotics as growth promoters in animal feed enters into effect. Brussels, Belgium: Press Release Database, 2005. IP/05/1687.
16. CHAUCHEYRAS-DURAND F, DURAND H. Probiotics in animal nutrition and health. *Benef Microbes* 2010; 1:3-9.
17. WOHLGEMUTH S, LOH G, BLAUT M. Recent developments and perspectives in the investigation of probiotic effects. *Int J Med Microbiol* 2010; 300:3-10.
18. LIAO SF; NYACHOTI M. Using probiotics to improve swine gut health and nutrient utilization. *Animal Intestinal Ecology and Health (IAIEH) Summit Forum* in Guangzhou, China. 2016; 11-13.
19. BHANDARI SK, OPAPEJU FO, KRAUSE DO, NYACHOTI CM. Dietary protein level and probiotic supplementation effects on piglet response to *Escherichia coli* K88 challenge: performance and gut microbial population. *Livest Sci* 2010; 133: 185e8.
20. POLLMANN DS. Probiotics in pig diets. In: Haresign W, Cole DJA, editors. *Recent advances in animal nutrition*. London: Butterworth-Heinemann; 1986; 193-205.
21. POLLMANN DS, DANIELSON DM, PEO ER. Effects of microbial feed additives on performance of starter and growing-finishing pigs. *J Anim Sci* 1980; 51(5): 77-81.
22. DAUDELIN JF, LESSARD M, BEAUDOIN F, NADEAU E, BISSONNETTE N, BOUTIN Y, et al. Administration of probiotics influences F4 (K88)-positive enterotoxigenic *Escherichia coli* attachment and intestinal cytokine expression in weaned pigs. *Vet Res* 2011; 42:69.
23. WILLING BP, MALIK G, VAN KESSEL AG. Nutrition and gut health in swine. In: Chiba LI, editor. *Sustainable swine nutrition*. Chichester, UK: John Wiley & Sons. 2012; 197 -213.
24. CHO JH, ZHAO PY, KIM IH. Probiotics as a dietary additive for pigs: a review. *J Anim Vet Adv*. 2011; 10:2127e34.
25. YU HF, WANG AN, LI XJ, QIAO SY. Effect of viable *Lactobacillus fermentum* on the growth performance, nutrient digestibility and immunity of weaned pigs. *J Anim Feed Sci*. 2008; 17:61e9.
26. AHASAN ASML, AGAZZI A, INVERNIZZI G, BONTEMPO V, SAVOINI G. The beneficial role of probiotics in monogastric animal nutrition and health. *J Dairy Vet Anim Res*. 2015; 2:41.

27. ZHAO X, GUO Y, GUO S, TAN J. Effects of *Clostridium butyricum* and *Enterococcus faecium* on growth performance, lipid metabolism, and cecal microbiota of broiler chickens. *Appl Microbiol Biotechnol.* 2013; 97:6477e88.
28. BAJAGAI YS, KLIEVE AV, DART PJ, BRYDEN WL. Probiotics in animal nutrition e pro- duction, impact and regulation. In: Makkar HPS, editor. *FAO animal production and health paper.* 2016; 179.
29. HOLZAPFEL WH, HABERER P, GEISEN R, BJÖRKROTH J, SCHILLINGER U. Taxonomy and important features of probiotic microorganisms in food and nutrition. *Am J Clin Nutr.* 2001; 73(2 S):365S-373S.
30. TANG C, LU Z. Health promoting activities of probiotics. *J Food Biochem.* 2019; 43: 2944.
31. WANG T, ZHENG N, LUO Q, JIANG L, HE B, YUAN X, SHEN L. Probiotics *Lactobacillus reuteri* abrogates immune checkpoint blockade-associated colitis by inhibiting group 3 innate lymphoid cells. *Frontiers in Immunology.* 2019; 10: 1235
32. CAO G, DAI B, WANG K, YAN Y, XU Y, WANG Y, YANG C. *Bacillus licheniformis*, a potential probiotic, inhibits obesity by modulating colonic microflora in C57BL/6J mice model. *J. Appl. Microbiol.,* 2019; 127: 880-888.
33. SUN Y, DUARTE M, KIM S. Dietary inclusion of multispecies probiotics to reduce the severity of post-weaning diarrhea caused by *Escherichia coli* F18+ in pigs, *Animal Nutrition,* 2021; 7: 326-333.
34. PU J, CHEN D, TIAN G, HE J, ZHENG P, MAO X, et al. Effects of benzoic acid, *Bacillus coagulans* and oregano oil combined supplementation on growth performance, immune status and intestinal barrier integrity of weaned piglets. *Animal Nutrition,* 2020; 6: 152-159.
35. HILL IR, KENWORTHY R, PORTER P. Studies on the effect of dietary lactobacilli on intestinal and urinary amines in pigs in relation to weaning and post-weaning diarrhea. *Res Vet Sci.* 1970; 11:320e6.
36. SIMON O. Micro-organisms as feed additives e probiotics. *Adv Pork Prod.* 2005; 16: 161e7.
37. DELL'ANNO M, CALLEGARI ML, REGGI S, CAPRARULO V, GIROMINI C, SPALLETTA A, et al. *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus reuteri* as functional feed additives to prevent diarrhea in weaned piglets. *Animals.* 2021; 11:1766
38. TARAS D, VAHJEN W, MACHA M, SIMON O. Performance, diarrhea incidence, and occurrence of *Escherichia coli* virulence genes during long-term administration of a probiotic *Enterococcus faecium* strain to sows and piglets. *J. Anim. Sci.* 2006; 84:608e17.

39. LV CH, WANG T, REGMI N, CHEN X, HUANG K, LIAO SF. Effects of dietary supplementation of selenium-enriched probiotics on production performance and intestinal microbiota of weanling piglets raised under high ambient temperature. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 2015; 99:1161e71.
40. HUAYNATE R, THOMAZ M, SANTANA A, MASSON G, AMORIM A, SILVA S, et al. Effect of the probiotic addition in diets of weaned piglets on the characteristics of the digesting system and of performance. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.* 2013; 14: 248-258.
41. BARBA-VIDAL E, MARTÍN-ORÚE S, CASTILLEJOS L. Review: Are we using probiotics correctly in post-weaning piglets?. *Animal,* 2018; 12: 2489-2498.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-72>

Capítulo 72

UTILIZAÇÃO DA MANDIOCA (*Manihot esculenta*) NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE: REVISÃO

¹Simone Jales de Barros Diniz; ¹Diego Pontes Soares; ¹Denise Damasio Cavalcante; ¹Raiane Carneiro Feitosa; ¹Ana Luísa Costa Martins; ²Maiza Araújo Cordão

¹Estudantes do Curso de Medicina Veterinária – Faculdades Nova Esperança- FACENE; E-mail: simonejbdj@gmail.com, ²Docente/pesquisadora do Curso de Medicina Veterinária – Faculdades Nova Esperança- FACENE; E-mail: maizacordao@hotmail.com

RESUMO: O aumento do custo das rações utilizadas na alimentação de frangos de corte, faz com que os produtores busquem alternativas que reduzam os custos de produção, mantenha a produtividade e a qualidade da carcaça. Diante dessa situação, passou-se a utilizar subprodutos da mandioca (*Manihot esculenta*). Sendo assim, este trabalho teve como objetivo demonstrar que a utilização da parte área da mandioca tem sido utilizada como alternativa alimentar de modo eficaz e financeiramente na dieta de aves de corte. Substituindo parcialmente a alimentação convencional das aves, de milho e soja, por uma alimentação mista. Estudos com a utilização do feno de mandioca na ração das aves em até 30% de sua composição proporcionou resultados favoráveis e semelhantes a alimentações convencionais como a de milho e soja, tornando-se uma alternativa rentável principalmente devido ao seu baixo custo de produção. Podemos concluir que a mandioca pode sim ser um bom substituto para a alimentação convencional de frangos de corte, pois esta é capaz de manter o ganho de peso das aves e fornecer os nutrientes necessários para um crescimento saudável e uma produção de carne de boa qualidade.

Palavras-chave: alimentação alternativa; avicultura; ração

INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil ocupa o 1º lugar na exportação mundial e o 3º lugar na produção de frangos (1). Desse modo, fica claro que o mercado da carne de frango tem papel fundamental na economia nacional. O milho e soja são as principais matérias primas utilizadas nas rações para frangos de corte, sendo consideradas boas fontes de energia e proteína. Todavia, o milho possui alto custo de produção, além de que a demanda de milho para consumo humano gera uma competição com o mercado de rações animais, o que faz com que o preço desse insumo se torne volátil e imprevisível, causando a variação concomitante do preço da produção da carne de frango (2), isso pois a alimentação compreende em até 70% dos gastos com a produção (3).

Uma opção viável para diminuir os impactos econômicos da dependência entre a produção de frango e o preço do milho e da soja é a introdução de outros insumos para a alimentação dos animais, principalmente o aproveitamento de subprodutos provenientes da

agroindústria, em especial, o excedente da produção de mandioca (*Manihot esculenta*) já que é uma cultura que não apresenta ponto de colheita, diferentemente do milho (4).

A mandioca é uma planta tuberosa da família das *Euphorbiaceae*, cuja raiz é utilizada amplamente como alimento humano e animal. É uma cultura produzida por todo o território brasileiro, com boa adaptabilidade aos diferentes ecossistemas. Em 2019, a produção de mandioca chegou a 17.497.115 toneladas, com um rendimento de 14,70 toneladas por hectare (1).

Em contrapartida, a parte aérea da planta composta de ramos e folhas, a qual corresponde a 50% do peso total da planta, é, em muitos casos, desperdiçada após a coleta das raízes, quando poderia ser utilizada como parte da alimentação animal, destacando-se como parte da formulação de rações para frangos de corte, por ser uma boa opção para a oferta de proteínas foliares a baixo custo, já que a farinha das folhas e talos de mandioca dispõe de alto teor de proteína bruta, vitaminas e minerais (5). Além disso, as folhas e talos da mandioca não tem valor comercial para o produtor, principalmente quando grande parte da produção de mandioca é feita por pequenos produtores da agricultura familiar.

A parte aérea da mandioca pode ser utilizada de diversas maneiras como: *in natura*, feno e na composição de rações, ainda apresenta bom potencial proteico, é rica em vitaminas, alguns minerais e apresenta boa porcentagem de proteína e fibra bruta (6).

A mandioca tem um alto valor nutricional (proteínas e carotenoides) na parte aérea, sendo utilizada na ração de aves de corte, pois substitui parcialmente o milho e a soja. É uma alternativa de alimento que traz benefícios para os produtores rurais, tornando-se de fácil acesso por ser um recurso natural, e que muito deles tem na sua propriedade, beneficia a agricultura familiar, pois o produto é mais barato e requer menos exigência de fertilizantes, e também ajuda ao meio ambiente pois a parte aérea da macaxeira era totalmente descartada (7).

Vale salientar que mesmo sendo uma boa alternativa de substituição na alimentação dos frangos de corte a mandioca possui fatores antinutricionais, a parte aérea por exemplo tem alto teor de glicosídeos cianogênicos, podendo causar intoxicação nas aves (8).

Diante do que foi exposto, este trabalho teve como objetivo demonstrar que a utilização a parte aérea da mandioca é eficaz nutricionalmente e viável financeiramente na dieta de aves de corte, substituindo parcialmente a alimentação convencional das aves, de milho e soja, por uma alimentação mista.

METODOLOGIA

O trabalho foi realizado após a evidência da utilização da parte aérea da mandioca, na alimentação de frangos de corte como forma de baratear o custo de produção e ser uma medida alternativa a alimentação tradicional das aves com milho e soja.

A busca dos trabalhos foi realizada através de artigos científicos, por meio de buscas em bases de dados da Scientific Electronic Libray Online (SciELO) e do Google Acadêmico.

Após a busca foram selecionados trabalhos voltados para a utilização da parte aérea da mandioca (hastes principais, galhos e folhas) na alimentação de frangos de corte.

DISCURSÕES E RESULTADOS

Estudos demonstram que a utilização do feno de mandioca na ração das aves em até 30% de sua composição proporcionou resultados favoráveis e semelhantes a

alimentações convencionais como a de milho e soja, tornando-se uma alternativa viável principalmente devido ao seu baixo custo de produção (9).

Ainda quando são filhotes (2 semanas de idade), pode-se introduzir farelo da parte área da mandioca a ração de base podendo chegar numa proporção de até 20% da composição total da alimentação desses animais. Na fase de engorda dessas aves mantem-se a mesma proporção (10).

Um experimento foi realizado no Instituto Federal Catarinense, Campus Rio do Sul, no aviário experimental, utilizando 60 frangos machos com 21 dias de idade, em que receberam água e ração, produzida pelas folhas de mandioca desidratadas. Foi possível observar que a ração constituída pelas folhas de mandioca mostrou alta palatabilidade e a desidratação sofrida pelas folhas foi eficaz uma vez que nenhuma ave teve processos de intoxicação (4).

A rama, constituinte da parte superior da mandioca é um subproduto agrícola normalmente perdido durante a colheita da raiz. Seu grande potencial é de se tratar de um produto com grande quantidade de nutrientes e ser palatável para os frangos (11). As folhas que são cheias de PB (proteína bruta), fornecem uma boa quantidade de aminoácidos. O feno da rama da mandioca apresenta 37,63% de PB na matéria seca e 5,49%, 2,30% e 0,53% dos aminoácidos lisina, metionina e cistina, nessa ordem. (12).

Um estudo realizado na Suranaree University of Technology, foi possível observar efeitos positivos da mandioca na alimentação de frangos de corte, investigaram os efeitos da fibra dietética modificada da polpa de mandioca, levando em consideração principalmente a fibra alimentar insolúvel, como suplemento alimentar na digestibilidade de nutrientes, no desempenho, peso dos órgãos digestivos, gordura abdominal, e colesterol na carne e no sangue de frangos de corte. 336 frangos de corte machos de apenas um dia de vida foram colocados em 4 grupos em 7 baias replicadas com 12 pintos cada. Os resultados mostraram que o M-DFCP (fibra dietética modificada da polpa de mandioca) não apresentou efeitos negativos no desempenho de crescimento em frangos de corte. Além de que a inclusão de M-DFCP em dietas de 1,0 a 1,5% obteve efeitos positivos na redução do pH da moela e da gordura abdominal e aumento do peso da moela. O M-DFCP a 1,0% também pode aumentar a digestibilidade dos nutrientes. Além disso, a suplementação de M-DFCP em 1,0 a 1,5% nas dietas representou menor colesterol no soro, carne de peito, coxa e fígado de frangos de corte. Em conclusão, esses resultados indicam que M-DFCP pode ser usado como uma fibra alimentar insolúvel, obtendo na dieta de frangos de corte efeitos positivos, melhorando a função da moela, a digestibilidade dos nutrientes e reduzindo a gordura abdominal e colesterol da carne (13).

Considerando a incrementação do feno de folhas de mandioca em rações de frangos, a inserção de até 5% do coproduto gerou um aumento no desempenho produtivo das aves (14). A composição bromatológica do feno das folhas da ração demonstra ser fonte de nutrientes interessantes para as aves, como: 21% de proteína bruta, 17,26% de fibra bruta, 3,74% de estrato etéreo, 13,490% de matéria mineral, 90,91% de matéria seca e 1694 kcal/kg de EMAn (energia metabolizável aparente com correção de nitrogênio), e por isso quando administrada na ração de aves de corte por ser uma alternativa viável, podendo ser utilizada como fonte nutritiva e redução de gastos com alimentos convencionais, tornando a atividade mais lucrativa (15).

CONCLUSÕES

Pode-se verificar que a mandioca pode ser um bom substituto para a alimentação convencional de frangos de corte, pois esta pode ser utilizada desde a fase inicial até a fase

adulta e é capaz de manter o ganho de peso das aves e fornecer os nutrientes necessários para um crescimento saudável e uma produção de carne de boa qualidade.

Um dos fatores mais importantes da utilização dos subprodutos da mandioca é a redução dos custos para os produtores de frango, principalmente os pequenos produtores que tanto sofrem com o aumento do milho e da soja e também evitar o desperdício desses alimentos que muitas vezes são negligenciados e poderiam ser utilizados de diversas formas na alimentação animal.

Ainda é importante dizer que essa substituição parcial da ração por subprodutos da mandioca não pode ser feita de qualquer maneira, pois essa contém fatores antinutricionais. Então, deve haver todo um balanceamento para que as aves não corram nenhum risco de intoxicação.

Por fim, percebe-se que estudos com a mandioca na alimentação dos frangos ainda são restritos, a maioria dos estudos estão voltados a animais poligástricos devido ao valor financeiro agregado a estes animais, havendo, portanto, uma necessidade de mais pesquisas referentes ao uso de mandioca na alimentação de frangos de corte.

REFERÊNCIAS

1. Embrapa (Brasil). Estatísticas | Desempenho da produção. [S. l.], 2020. Acesso em: 11 ago. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>.
2. Nunes JEO, Silva JM, Araújo LS, Moreira GR, Stosic T, Stosic B. Análise de grafos de visibilidade do mercado brasileiro de soja, milho e carne de frango. *Research, Society and Development*, [s. l.], 2021, v. 10, n. 1, p. 1-11, 19.
3. Broch J, Nunes RV, Silva IM, Souza C. Carboidrases e coproduto da mandioca na alimentação de frangos de corte: revisão. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis. 2018; v. 31, ed. 2, p. 82-86.
4. Kock MTD. Efeitos da substituição do farelo de soja por farinha da folha de mandioca em ração de crescimento e terminação de frangos de corte [graduação em Engenharia Agrônoma]. Rio do Sul: Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Catarinense; 2016.
5. Silva HO. et al. Características Produtivas e Digestibilidade da Farinha de Folhas de Mandioca em Dietas de Frangos de Corte com e sem Adição de Enzimas. In: Silva, Hunaldo O. et al. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2000.
6. Ferreira JRF, Mattos PLP, Silva J. Produção de biomassa de mandioca, 2007. [acesso em 2021 Ago 10]. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMPF/24018/1/Mandioca_34.pdf.
7. Jomara B, Ricardo VN, Idiana MS, Cleison S. Carboidrases e coproduto da mandioca na alimentação de frangos de corte: revisão. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis. 2018; v.31, n.2, p.82-86.

8. Simwambana MSC, Ferguson TU, OSiru DSO. The effects of time to first shoot remond on leaf vegetable quality in cassava (*Manihot esculenta Crantz*). Journal of Science and Food Agriculture. 1992; v.60, n.3, p.319-325.
9. Prado AWS. Alimentação para aves caipiras. 2019. [acesso em 2021 Ago 12]. Disponível: https://emater.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/Alimenta%20a7%20a3o-para-Aves-Caipiras_CM-1.pdf.
10. Carvalho JLH. A mandioca; a raiz e a parte área na alimentação animal. Brasília, embrater, 1983. [acesso em 2021 Ago 12]. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/549432/1/cirtec17.pdf>
11. Cunha FSA. Avaliação da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) e subprodutos na alimentação de codornas (*Coturnix japonica*). 99 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.
12. Miranda LF, Pereira ES, Rodriguez NM. et al. Avaliação da composição protéica e aminoacídica de forrageiras tropicais. Revista Caatinga. 2008; v.21, n.1, p.36-42.
13. Okratkhok S, Khemphaka S. Modified-dietary fiber from cassava pulp reduces abdominal fat and meat cholesterol contents without affecting growth performance of broiler chickens. Journal of Applied Poultry Research .2019. V.29, Ed.1, P.229-239.
14. Iheukwumere FC, Ndubuisi EC, Mazi EA, Onyekwere MU. Growth, Blood Chemistry and Carcass Yield of Broilers Fed Cassava Leaf Meal (*Manihot esculenta Crantz*). International Journal of Poultry Science. 2007; v. 6, n.8, p.555-559.
15. Silva JAO, Pereira AA, Lima CB, Ferreira DA, Santos A F, Barbosa JPM, Ramos DAV, Kitaoka MP. Inclusão do feno da parte aérea da mandioca em rações para codornas japonesas em fase de postura sobre o desempenho zootécnico. In: VII Congresso Nordestino de Produção Animal- CNPA 2012. Maceió: Anais... Maceió – Al, 2012b.

doi <https://doi.org/10.53934/9786599539633-73>

Capítulo 73

ZINGIBER OFFICINALE NAS RAÇÕES PARA CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA: REVISÃO

Stéfane Alves Sampaio¹; Júlia Marixara Sousa da Silva²; Roger Freitas Soares³; Nadya Gabrielly Dias da Silva⁴; Alison Batista Vieira Silva Gouveia⁵; Fabiana Ramos dos Santos⁶; Cibele Silva Minafra⁷

¹Graduanda em Zootecnia pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Goiano, Departamento de Zootecnia. Campus Rio Verde, GO, Brasil; E-mail: stefanesamp@gmail.com. ²Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, Campus Samambaia, Goiânia, GO, Brasil; E-mail: marixaraj@gmail.com. ³Graduando em Agronomia pela UniBras – Faculdade Rio Verde, GO, Brasil; E-mail: rogerfreitas26@gmail.com. ⁴Graduanda em Zootecnia pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Goiano, Departamento de Zootecnia. Campus Rio Verde, GO, Brasil; E-mail: gabriellynadya@gmail.com. ⁵Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, Campus Samambaia, Goiânia, GO, Brasil; E-mail: alisonmestre28@gmail.com. ⁶Professora do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Goiano, Departamento de Zootecnia. Campus Rio Verde, GO, Brasil; E-mail: fabiana.santos@ifgoiano.edu.br. ⁷Professora do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Goiano, Departamento de Zootecnia. Campus Rio Verde, GO, Brasil; E-mail: cibelesilva@ifgoiano.edu.br.

RESUMO: Os antibióticos são utilizados na produção animal como promotores de crescimento. Porém, recentemente há uma proibição ao uso dessas substâncias na alimentação de aves em alguns países. E com isso diversas pesquisas têm surgido com a finalidade de substituir os antibióticos por aditivos alternativos. Os aditivos fitogênicos são substâncias de origem vegetal oriundas de plantas medicinais que contêm uma abundante diversidade de espécies, ervas e produtos derivados, que possuem vantagens na saúde e produção animal. A utilização de gengibre nas rações para as aves é uma alternativa como aditivo fitogênico, devido apresentar diversos constituintes tais como ácido fenólico, terpenoides e flavonoides que apresentam efeitos farmacológicos como: anti-inflamatório, antimicrobiano, anti-hiperglicêmico, imunomoduladores, antilipidêmico, antitumorigênico, antieméticos, antiproliferativo, anti-apoptótico, antioxidante e cardioprotetor. O gengibre contém em sua composição diversos compostos biologicamente ativos como: shogaols, gingerol, gingerdione, gingerdiol, curcumina, zingiberene e bisabolone, estes compostos podem estimular o sistema digestório, assim como suas enzimas, o pH e a atividade microbiana intestinal. Portanto, objetivou-se com esta revisão buscar informações científicas, sobre a utilização de gengibre na alimentação de codornas japonesas em postura. O presente estudo apresenta importantes contribuições para o meio científico, sobre a utilização de aditivos fitogênicos a fim de substituir os antibióticos sintéticos, no qual o gengibre é uma alternativa benéfica para esta substituição, trazendo diversos benefícios como: aumento na produtividade das aves, melhora a digestão e

absorção de alimentos, aumentam do fluxo de suco gástrico, aumento na massa total de ovos produzidos e diminuição dos níveis séricos de colesterol.

Palavras-chave: Aditivo Fitogênico; Coturnicultura; Gengibre em Pó; Ovos.

INTRODUÇÃO

A avicultura é um dos setores que mais se destacam na pecuária nacional, pois a produção brasileira de aves vem conquistando grande importância no contexto mundial de carnes e ovos¹. A produção de ovos de codornas aumenta no Brasil em razão das aves apresentarem alta produtividade, precocidade de produção, resistência a doenças aviárias, necessitam de pequeno espaço, baixo investimento e rápido retorno financeiro^(2, 3 e 4).

Os antibióticos são utilizados na produção animal como promotores de crescimento. Porém, recentemente há uma proibição ao uso dessas substâncias na alimentação de aves em alguns países da União Europeia, devido os consumidores exigirem alimentos mais saudáveis e sem resíduos químicos⁽⁵⁾. Há um crescimento em pesquisas por uso de aditivos alternativos na alimentação animal em substituição aos antibióticos, incluindo ingredientes naturais como os fitogênicos. Os aditivos fitogênicos são constituídos por compostos naturais oriundos de plantas e adicionados nas rações com a finalidade de melhorar o desempenho⁽⁶⁾.

Por esse motivo o uso de substâncias alternativas como: fitoterápicos, probióticos, simbióticos e prebióticos estão sendo estudados com o propósito de manter a produtividade, o desempenho e a saúde das aves. Diante disso, os aditivos são incluídos na alimentação animal objetivando-se a saúde, o bem-estar e o melhor desempenho produtivo, sem causar danos ao animal e ao ser humano, e também sem que ocorra contaminação do meio ambiente e resíduo no produto final⁽⁵⁾.

A utilização de gengibre nas rações para as aves é uma alternativa como aditivo fitogênico, sendo benéfico aumentando a produtividade das aves, melhorando a aceitação e ingestão de alimentos, bem como digestão e absorção de alimentos, devido ao aumento do fluxo de suco gástrico⁽⁷⁾.

O gengibre possui diversos constituintes tais como ácido fenólico, terpenoides e flavonoides que apresentam efeitos farmacológicos como: anti-inflamatório, antimicrobiano, anti-hiperglicêmico, imunomoduladores, antilipidêmico, antitumorígeno, antieméticos, antiproliferativo, anti-apoptótico, antioxidante e cardioprotetor⁽⁸⁾. O gengibre contém em sua composição diversos compostos biologicamente ativos como: shogaols, gingerol, gingerdione, gingerdiol, curcumina, zingiberene e bisaboline, estes compostos podem estimular o sistema digestório, assim como suas enzimas, o pH e a atividade microbiana intestinal⁽⁹⁾.

A utilização de 100 g/ton de gengibre apresentou melhoria na qualidade dos ovos de galinhas, aumentando a altura do albúmen e a unidade Haugh⁽¹⁰⁾. Segundo GURBUZ e SALIH⁽¹¹⁾, quando utilizou 10; 20 e 30 g/kg de gengibre na alimentação de galinhas poedeiras aumentou a produção dos ovos e diminuiu o teor de colesterol.

Portanto, objetivou-se com esta revisão buscar informações científicas, sobre a utilização de gengibre na alimentação de codornas japonesas em postura.

COTURNICULTURA

A coturnicultura é o um ramo da avicultura destinada à criação de codornas com o intuito de produzir ovos ou carne. Nos últimos anos este setor tem demonstrado desenvolvimento satisfatório, devido à adaptação de novas tecnologias e técnicas de

produção, pois era uma atividade apenas para a subsistência e agora passa a ser uma atividade tecnicizada ⁽¹²⁾.

As codornas são aves exóticas, pertencentes à ordem dos galináceos da família dos *Faisanidae* do gênero *Coturnix* e da espécie *coturnix*, originária na região do norte da África, da Europa e da Ásia. Sua exploração iniciou-se na China e na Coreia em 1910 e logo depois pelo Japão com objetivos ornamentais ⁽¹³⁾ e chegou ao Brasil em 1959 por imigrantes italianos e japoneses ⁽¹⁴⁾.

No Brasil, na criação de codornas ainda prevalece o uso de gaiolas convencionais, localizadas em galpões. Esse modelo de criação demanda mais cuidados, pois devem seguir os padrões de densidade, fornecer espaço onde às aves possam se locomover com liberdade, podendo chegar aos bebedouros e comedouros à vontade e sem que ocorram competições ⁽¹⁵⁾.

As codornas *Coturnix coturnix japonica* apresentam rápido crescimento, maturidade sexual entre 40 a 45 dias, precocidade na produção, alta produtividade com 300 ovos/ano em média, grande longevidade e alta produção entre 14 a 18 meses, além disso, necessita-se de baixo investimento e pequeno espaço para a criação e conseqüentemente, um retorno financeiro rápido ⁽¹⁶⁾. A produção de ovos na coturnicultura é uma atividade lucrativa devido às aves apresentarem rusticidade, alta produtividade, resistência às doenças e a zona de conforto térmico ser entorno de 18 a 22°C e a umidade relativa do ar entre 65 a 70% ⁽¹⁷⁾.

As codornas apresentam dimorfismo sexual, onde as fêmeas se diferenciam devido apresentarem o abdômen e o peito mais largo e pintas pretas no peito (tipo carijó), já os machos apresentam uma coloração mais escura e avermelhada no peito, não possuem pintas, a cabeça e o bico são mais escuros quando comparados aos das fêmeas e quando os machos atingem a maturidade sexual eles cantam ⁽¹⁸⁾.

As codornas apresentam baixo consumo de ração, ingerindo cerca de 20 a 30 gramas por dia, em comparação com as galinhas que ingerem cerca de 120 a 130 gramas por dia de ração. Ainda, demonstram maior resistência a doenças como varíola aviária, enterite ulcerativa, Castelo Nova e New Castle, reduzindo os custos de produção. Assim a criação de codornas é uma atividade lucrativa ⁽¹⁵⁾.

A coturnicultura brasileira possui cerca de 17,4 milhões de codornas, produzindo aproximadamente 315,6 milhões de dúzias de ovos. A região Sudeste a responsável por grande parte desses números, apresentando 63,5% das codornas e 67,3% da produção de ovos, o qual já era esperado, visto que nessa região se encontra os três maiores estados produtores deste setor como: São Paulo com 23,8% das codornas e 23,6% da produção de ovos; Espírito Santo com 22,4% das codornas e 25,9% da produção de ovos e Minas Gerais com 16,1% das codornas e 16,6% da produção de ovos ⁽¹⁹⁾.

QUALIDADE DE OVOS

Os ovos de codornas são considerados como um alimento completo e balanceado em nutrientes, com fonte de proteínas, aminoácidos essenciais, lipídeos, vitaminas, minerais e com baixo preço, acessível às diferentes classes econômicas ⁽¹⁵⁾.

Um ovo de codorna fornece cerca de 25% das necessidades diárias de proteína para uma criança e 13% para um adulto ⁽²⁰⁾, a quantidade de vitamina A, B1 e B2 são duas vezes maiores, a quantidade de colina, ferro e potássio são cerca de cinco vezes maiores nos ovos de codornas se comparados com os ovos de galinha ⁽²¹⁾.

O ovo de codorna possui cerca de 31 a 37% de gema, 53,5 a 59,5% de albúmen e 9 a 10% de casca, contendo cerca de 30% de cálcio na casca ⁽¹⁷⁾. A composição nutricional

do ovo de codorna constitui-se de 13,1% proteína, 11,2% de lipídios, 74,6% de umidade e 1,1% de minerais. Os níveis dos minerais são 59 mg de cálcio, 220 mg de fósforo, 3,8 mg de ferro, 300 UI de vitamina A e 158 kcal de energia a cada 100 g de ovo ⁽²²⁾.

A composição e a qualidade dos ovos de codornas podem sofrer alterações por diversos fatores como a composição da ração, idade do animal, densidade de estocagem, características do ambiente, tempo de armazenamento e entre outros ⁽¹⁵⁾.

A aparência e a qualidade dos ovos estão relacionadas com a genética e à alimentação das aves, e com isso utilizamos parâmetros para avaliar a qualidade dos ovos. Para as variáveis de qualidade interna tem-se a cor, diâmetro, altura, presença de manchas de sangue da gema do ovo e consistência, altura e diâmetro do albúmen. Para variáveis de qualidade externa tem-se à espessura da casca, o peso específico do ovo, a gravidade específica do ovo e a Unidade Haugh ⁽¹⁷⁾.

Os parâmetros zootécnicos de qualidade de ovos são indicadores de resultados do empreendimento, como por exemplo, a ocorrência de ovos trincados e quebrados que acarretam em perdas relacionadas com a qualidade das cascas, evidenciam a necessidade de melhorias na qualidade externa dos ovos. A formação da casca do ovo é um processo que decorre de diversos fatores, sendo fundamental o fornecimento nutricional adequado, condições ambientais e de manejo correto que favoreçam a formação adequada da casca e da qualidade externa dos ovos ⁽²³⁾.

A casca do ovo é muito importante para a proteção interna do ovo, contra os impactos mecânicos e contra a invasão microbiana, sendo também responsável por controlar as trocas gasosas e de água por meio dos poros no desenvolvimento extrauterino do embrião. Desse modo a integridade da casca do ovo não é somente uma questão econômica, mas também é uma questão de segurança alimentar ⁽²⁴⁾.

Outro parâmetro de qualidade interna dos ovos é o índice de gema e albúmen, que são obtidos por meio da divisão da altura pelo diâmetro da gema e do albúmen, de modo que quanto maior o valor do índice melhor é a qualidade desse ovo ⁽²³⁾.

FONTES ALTERNATIVAS AOS ANTIBIÓTICOS NA PRODUÇÃO DE AVES

Os antibióticos foram amplamente utilizados em rações de aves comerciais com a finalidade de reduzir agentes microbianos prejudiciais ao processo digestivo e possibilitar um maior aproveitamento dos nutrientes da ração. Contudo, indagações ocorreram acerca da utilização de antibióticos melhoradores de desempenho nas dietas das aves, devido a provável presença de resíduos em ovos e carnes que sejam capazes de modificar o balanço microbiano intestinal, colaborando com o aparecimento de resistência em patógenos humanos. A pressão sobre a restrição da utilização de antibióticos levou a comunidade produtora a buscar por substitutivos para estes promotores de crescimento ⁽²⁵⁾.

A avicultura tem avançado nas áreas de melhoramento animal, genética, manejo, sanidade e nutrição, além da descoberta e uso de alternativas ao uso de antimicrobianos promotores de crescimento que possibilitaram diversas transformações na indústria avícola ⁽²⁶⁾.

Inúmeras pesquisas com a finalidade de substituir o uso de antibióticos por aditivos alternativos têm sido realizadas. Objetivam-se características favoráveis à produção animal, tais como a alta produtividade e a obtenção de produtos finais saudáveis e seguros para o consumo humano ⁽²⁷⁾.

As plantas medicinais e aromáticas são conhecidas desde a antiguidade, por apresentarem atividades biológicas, antieméticas, antibacterianas, antioxidantes e

antifúngicas, e com isso possuem grande relevância como estratégia de substituir os antibióticos como melhoradores de desempenho ⁽²⁸⁾.

Os aditivos fitogênicos são substâncias de origem vegetal oriundas de plantas medicinais que contêm uma abundante diversidade de espécies, ervas e produtos derivados como no caso os extratos, óleos essenciais e óleo-resina, que possuem vantagens na saúde e produção animal. O Brasil apresenta um bioma grande possuindo diversas culturas, em que menos de 10% de suas plantas são utilizadas para fins científicos, em pesquisas químicas e para medicamentos ⁽⁵⁾.

No organismo animal os aditivos fitogênicos apresentam princípios ativos com propriedades anti-inflamatória, antimicrobiana, antifúngica, antibacteriana, antioxidante, anticoccidianos, imunogênicos, além de estimularem a digestão e absorção dos nutrientes, melhoram a secreção biliar e a secreção enzimática, reduzem o colesterol e induzem a apoptose das células defeituosas ⁽²⁹⁾.

Geralmente os aditivos fitogênicos podem ser classificados em ervas que são produtos da floração, não lenhosos e de plantas não persistentes; em partes inteiras ou processadas de uma planta, como é o caso das cascas, folhas, raízes; em os óleos essenciais de plantas e os óleos-resinas que são extratos ⁽³⁰⁾.

Orégano, canela, cravo, açafraão da Índia, alecrim, alho, sálvia, cominho, coentro, noz moscada e o gengibre são exemplos de plantas medicinais que apresentam princípios ativos reconhecidos e que têm sido estudados na nutrição animal com a finalidade de avaliar os possíveis efeitos quando adicionados nas rações dos animais de produção ⁽³¹⁾.

De modo geral a utilização de aditivos fitogênicos na nutrição animal vem sendo cada vez mais discutida, uma vez que vários compostos de diferentes plantas são capazes de apresentar uma enorme diversidade dos benefícios aos animais como: maior aproveitamento de energia e dos nutrientes oriundos das rações, maior atividade antioxidante ^(32 e 33), ação hipocolesterolêmica, redução dos microrganismos patógenos no trato digestivo, maior produção de ovos em galinhas, melhor desempenho produtivo de frangos ⁽³⁴⁾ e aumento da área de absorção intestinal ⁽³⁵⁾.

GENGIBRE (*ZINGIBER OFFICINALE*)

O gengibre (*Zingiber officinale*) pertence à família dos *Zingiberaceae*, sendo cultivado na Índia, Sul e Leste Asiático, China, Índia Ocidental, México e em outras partes do mundo. É consumido na forma de tempero, como agente aromático e como planta medicinal ⁽³⁶⁾. O gengibre é uma planta que apresenta grande abundância de substâncias em sua composição, como é o caso dos óleos voláteis de borneol, citral, canfeno, eucalipto e vários outros ⁽³⁷⁾.

O gengibre apresenta atividades anti-inflamatória, antibacteriana, analgésico, agente modulador gastrointestinal, ação hipocolesterolêmica, antimicrobiano e antioxidante. A utilização desta planta medicinal possui finalidade de atuar em problemas de saúde em humanos como o caso de febre, reumatismo, artrite, dores musculares e vários outros ⁽³⁸⁾.

O gengibre em pó apresenta cerca de 60 a 70% de carboidratos, 9% de proteína, 3 a 8% de fibra bruta, 9 a 12% de água, 8% de cinzas, 3 a 6% de óleos graxos e 2 a 3% de óleos voláteis ⁽³⁹⁾. No método de secagem ou aquecimento do gengibre fresco, os gingeróis passam por um processo de desidratação e formam os shogaols, que são substâncias duas vezes mais picantes em relação aos gingeróis. Sendo assim o pó do gengibre seco apresenta uma sensação mais pungente se comparado com o gengibre fresco ⁽⁴⁰⁾.

Os compostos fitoquímicos pungentes não voláteis presentes no gengibre são shogaols, gingeróis, paradóis e zingerona. Os monoterpênóides são canfeno, geraniol, cineol, curcumeno, terpineol, citral, bomeol ⁽⁴¹⁾.

Outros compostos relatados foram gingerdiol, gingerol, shogaol, paradol, metil paradol, metil isogingerol, isoshogaol e o gengibrehone (Figura 1). As quantidades de gingerols no gengibre seco foram menores quando comparado ao gengibre fresco, enquanto que as quantidades de shogaols aumentaram. O composto shogaol apresenta ser mais potente como anti-inflamatório e antioxidante nas propriedades do gengibre, devido à presença de porção cetona alfa e beta-insaturada. Com isso o gengibre diminuiu significativamente a quantidade de lipídio atuando na peroxidação e no aumento dos níveis de enzimas antioxidantes ⁽⁴²⁾.

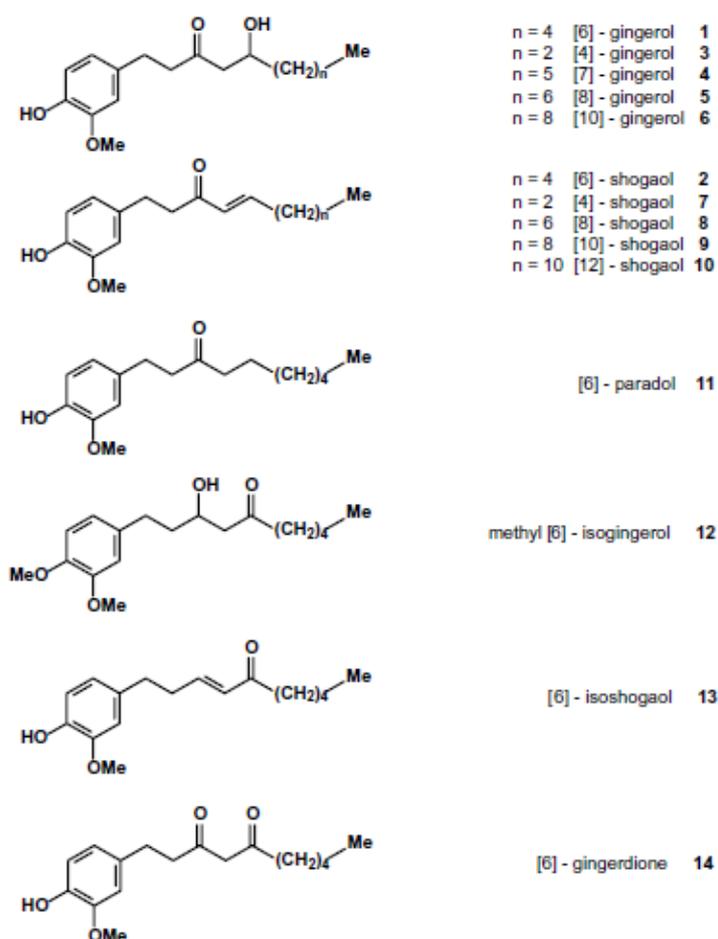


Figura 9 Principais constituintes químicos do gengibre. Fonte: ALI ⁽⁴³⁾.

O gengibre apresenta em sua composição uma variedade de aminoácidos como: ácido aspártico, glicina, serina, treonina, cistina, alanina, valina, glutamato, metionina, leucina, isoleucina, tirosina, lisina, fenilalanina, arginina, histidina, prolina e triptofano ⁽⁴⁴⁾. Ainda, apresenta polissacarídeos como a celulose e açúcares solúveis ⁽⁴⁵⁾. Contém ácidos orgânicos como o ácido tartárico, ácido oxálico, ácido láctico, ácido cítrico, ácido acético, ácido malônico, ácido fórmico e ácido succínico ⁽⁴⁶⁾ e mais de 20 elementos inorgânicos como: cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), manganês (Mn), alumínio (Al), fósforo (P), zinco (Zn), bário (Ba), ferro (Fe) e vários outros ⁽⁴⁵⁾.

Os componentes antioxidantes presentes no gengibre são 2,98 g de flavonoides, 840 mg de polifenóis e 1,51 g de tanino a cada 100 gramas, totalizando a atividade antioxidante em 73529,4 $\mu\text{mol/g}$ ⁽²⁸⁾.

O gengibre é um antioxidante forte sendo capaz de aliviar ou prevenir a criação de radicais livres ⁽⁸⁾. Efeitos positivos sobre o colesterol, circulação sanguínea, enterocinesia e secreção gástrica em frangos de corte foram descritos por KAFI ⁽⁴⁷⁾. O uso do gengibre melhorou a bioquímica do sangue, o desempenho das aves, a produção e a qualidade dos ovos, apresentando efeito benéfico para a produtividade animal, contribuindo para o aumento do desempenho reprodutivo de codornas poedeiras ⁽⁴⁸⁾.

ZHAO ⁽³⁹⁾, ao adicionarem gengibre em pó na alimentação de poedeiras, obtiveram um aumento na massa total de ovos produzidos e também aumento na estabilidade lipídica dos ovos e ração durante o armazenamento.

AKBARIAN ⁽⁴⁹⁾ mostraram que a utilização da raiz de gengibre nas dietas de galinhas em quantidade de 0,5% ou 0,75% aumentou a produção dos ovos. Outro autor descreveu que o uso de 1% de gengibre em pó nas rações de poedeiras aumentou a produção de ovos e reduziu o nível de colesterol total em comparação com a ração controle, estes estudos demonstraram que há alguns efeitos positivos do gengibre em pó no desempenho reprodutivo ⁽⁵⁰⁾. O gengibre em pó apresenta efeitos benéficos no desempenho das aves, na qualidade e produção dos ovos, nas características de carcaças e nos parâmetros bioquímicos no sangue que podem ser relacionados com os compostos flavonoides e fenólicos presentes ⁽⁸⁾.

CONCLUSÕES

O presente estudo apresenta importantes contribuições para o meio científico, sobre a utilização de aditivos fitogênicos a fim de substituir os antibióticos sintéticos, no qual o gengibre é uma alternativa benéfica para esta substituição, trazendo diversos benefícios como: aumento na a produtividade das aves, melhora a digestão e absorção de alimentos, aumentam do fluxo de suco gástrico, aumento na massa total de ovos produzidos e diminuição dos níveis séricos de colesterol.

Porém existem diversos princípios ativos e seus mecanismos de ação que não foram citados nesta revisão, além de doses diferentes e a associação com outros aditivos fitogênicos. Com isto se faz necessário mais pesquisas relacionadas com a nutrição de codornas japonesas em postura com a utilização de gengibre na alimentação.

REFERÊNCIAS

1. PAULO, L. M. Polpa cítrica desidratada, β -glucanase e xilanase em dietas de codornas japonesas. 2018. 55p. Monografia (Curso de Bacharelado de Zootecnia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2018.
2. DAUDA, G.; MOMOH, O. M.; DIM, N. I.; OGAH, D. M. Growth, production and reproductive performance of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) in humid environment. *Egyptian Poultry Science Journal*, v. 34, n. 2, p. 381-395, 2014.
3. PEREIRA, A. A.; FERREIRA, D. A.; JÚNIOR, D. N. G.; LIMA, C. B.; DE MOURA, A. S.; DE LIMA JÚNIOR, D. M. Raspa da mandioca para codornas em postura. *Acta Veterinária Brasília*, v. 10, n. 2, p.123-129, 2016.

4. MNISI, C. M.; MATSHOGO, T. B.; VAN NIEKERK, R. F.; MLAMBO, V. Growth performance, haemo-biochemical parameters and meat quality characteristics of male Japanese quails fed a *Lippia javanica*-based diet. *South African Journal of Animal Science*, v. 47, n. 5, p. 661-672, 2017
5. PASQUALI, G. A. M.; PIMENTA, G. E. M. Aditivos Fitogênicos: uma alternativa ao uso de antibióticos promotores de crescimento na alimentação de aves. *Enciclopédia Biosfera*, v. 10, n. 18; p. 147, 2014.
6. REIS, J. H.; GEBERT, R. R.; BARRETA, M.; BALDISSERA, M. D.; DOS SANTOS, I. D.; WAGNER, R., ... DA SILVA, A. S. Effects of phytogenic feed additive based on thymol, carvacrol and cinnamic aldehyde on body weight, blood parameters and environmental bacteria in broilers chickens. *Microbial Pathogenesis*, v. 125, p. 168-176, 2018.
7. RAMKUMAR THAKUR, N.; PANDEY, R.; SINGH, A. K.; NAGAR, A. Effect of Cardamom and Ginger Powder Supplementation on Growth Performance in Caged Broilers. *International Journal of Livestock Research*, v. 10, n. 12, p. 155-162, 2020.
8. HERVE, T.; RAPHAËL, K. J.; FERDINAND, N.; LAURINE VITRICE, F. T.; GAYE, A.; OUTMAN, M. M.; WILLY MARVEL, N. M. Growth performance, serum biochemical profile, oxidative status, and fertility traits in male Japanese quail fed on ginger (*Zingiber officinale*, roscoe) essential oil. *Veterinary Medicine International*, v. 2018, 2018.
9. MACCHI, P. D. M. Avaliação da folha de moringa (*moringa oleifera*) na alimentação e imunidade de codornas europeias (*coturnix coturnix*). 2020. 91f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Ciências Animal, 2020.
10. WEN, C.; GU, Y.; TAO, Z.; CHENG, Z.; WANG, T.; ZHOU, Y. Effects of ginger extract on laying performance, egg quality, and antioxidant status of laying hens. *Animals*, v. 9, n. 11, p. 857, 2019.
11. GURBUZ, Y.; SALIH, Y. G. Influence of sumac (*Rhus Coriaria* L.) and ginger (*Zingiber officinale*) on egg yolk fatty acid, cholesterol and blood parameters in laying hens. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, v. 101, n. 6, p. 1316-1323, 2017.
12. SILVA, A. F.; SGAVIOLI, S.; DOMINGUES, C. H. F.; GARCIA R. G. Coturnicultura como alternativa para aumento de renda do pequeno produtor. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 70, n 3, p. 913-920, 2018.
13. PASTORE, S. M.; OLIVEIRA, W. P.; MUNIZ, J. C. L. Panorama da cuturnicultura no Brasil. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.9, n. 6, p. 2041-2049, 2012.

14. DE OLIVEIRA ALMEIDA, T. J.; DE ARAÚJO, V. V.; DA SILVA, A. V.; FERREIRA, R.; SILVA, N. D. A. S.; SANTANA, M. D.; DE OLIVEIRA, V. P. Evolução da produção de codornas para abate e postura no Brasil. In: XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2013 – UFRPE: Recife, 2013.
15. JEKE, A.; PHIRI, C.; CHITIINDINGU, K.; TARU, P. Nutritional compositions of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) breed lines raised on a basal poultry ration under farm conditions in Ruwa, Zimbabwe. *Cogent Food & Agriculture*, v. 4, n. 1, p. 1-8, 2018.
16. BASRI, H.; SULASTRI, M. P. Physical Quality of the First Egg of Japanese Quail (*Coturnix japonica* L.) after Given Liquid Herbal Concoction. *Mangifera Edu*, v. 5, n. 2, p. 121-130, 2021.
17. SILVA, W. J. Cúrcumura e sorgo para codornas em postura. 2016. 56f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2016.
18. ULGUIM, S. H. P. T. Demonstração de comportamento de incubação em codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) estudo de caso. 2018. 31f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pampa, ZOOTECNIA, 2018.
19. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção Pecuária Municipal, v.47, p.1-8, 2019. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2019_v47_br_informativo.pdf>. Acesso em: 09 de fevereiro de 2021.
20. BERTIPAGLIA, L. A.; SAKAMOTO, M. I.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; MELO, G. M. P. D. Lipid sources in diets for egg-laying japanese quail: performance and egg quality. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 38, n. 3, p. 281-284, 2016.
21. WARDAH.; RAHMAHANI, J.; SOPANDI, T. Egg cholesterol and immunity of quail (*Coturnix coturnix japonica*) diet phyllanthus buxifolius leaves as feed supplement. *Asian Journal of Agricultural Research*, v. 10, n. 2, p. 114-125, 2016.
22. SILVA, Y. L.; FERNANDES, T.; MUNIZ, E. B.; MARENGONI, N. G.; CARVALHO, P. L. O.; SILVA, N. L. S. Effect of storage time and temperature on the quality of japanese quail eggs. *Boletim de Indústria Animal*, v. 77, p. 1-16, 2020.
23. GOUVEIA, A. B. V. S. Soja extrusada na alimentação de codornas japonesas. 2019. 56f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2019.
24. NARINC, D.; AYGUN, A.; KARAMAN, E.; AKSOY, T. Egg shell quality in Japanese quail: characteristics, heritabilities and genetic and phenotypic relationships. *Animal*, v. 9, n. 7, p. 1091-1096, 2015.

25. SALEEM, M. U.; JAVID, M. A.; AKTHAR, S.; KIANI, F. A.; NASEER, O.; WAQAS, M. Y. Comparative effects of different concentrations of garlic (*Allium sativum*) and ginger (*Zingiber Officinale*) on growth performance, goblet cell histochemistry and gut microbiota of broilers. *Indian Journal of Animal Research*, v. 54, n. 7, p. 874-878, 2020.
26. SANTOS, A. T.; MADUREIRA, E. M. P. Estudo bibliográfico sobre promotores de crescimento em aves de corte. In: ANAIS DO CONGRESSO NACIONAL DE MEDICINA VETERINÁRIA FAG. v. 3, 2019.
27. BAJAGAI, Y. S.; ALSEMGEEST, J.; MOORE, R. J.; VAN, T. T.; STANLEY, D. Phytogetic products, used as alternatives to antibiotic growth promoters, modify the intestinal microbiota derived from a range of production systems: an in vitro model. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v. 104, n. 24, p. 10631-10640, 2020.
28. ABD EL-GALIL, K.; MOHMOUD, H. A. Effect of ginger roots meal as feed additives in laying Japanese quail diets. *Journal of American Science*, v. 2, p. 139-144, 2015.
29. MADHUPRIYA, V.; SHAMSUDEEN, P.; MANOHAR, G. R.; SENTHILKUMAR, S.; SOUNDARAPANDIYAN, V.; MOORTHY, M. Phyto feed additives in poultry nutrition—A review. *Int J Sci Environ Technol*, v. 7, n. 3, p. 815-22, 2018.
30. IRIVBOJE, O. A.; OLUFAYO, O.; IRIVBOJE, Y. I. Phytogetic compounds: A review of ginger and garlic as an alternative feed additive in poultry nutrition. *In: Proceedings of 25th Annual Conference of ASAN 2020*, Abuja, Nigeria, 2020.
31. UPADHAYA, S. D.; KIM, I. H. Efficacy of phytogetic feed additive on performance, production and health status of monogastric animals—a review. *Annals of Animal Science*, v. 17, n. 4, p. 929-948, 2017.
32. ZHANG, G. G.; YANG, Z. B.; WANG, Y.; YANG, W. R. Effects of *Astragalus membranaceus* root processed to different particle sizes on growth performance, antioxidant status, and serum metabolites of broiler chickens. *Poultry Science*, v. 92, n. 1, p. 178-183, 2013.
33. KARADAS, F.; PIRGOZLIEV, V.; ROSE, S. P.; DIMITROV, D.; ODUGUWA, O.; BRAVO, D. Dietary essential oils improve the hepatic antioxidative status of broiler chickens. *British Poultry Science*, v. 55, n. 3, p. 329-334, 2014.
34. CHO, J. H.; KIM, H. J.; KIM, I. H. Effects of phytogetic feed additive on growth performance, digestibility, blood metabolites, intestinal microbiota, meat color and relative organ weight after oral challenge with *Clostridium perfringens* in broilers. *Livestock Science*, v.160, p.82-88, 2014.

35. CARDOSO, V. D. S.; LIMA, C. A. R. D.; LIMA, M. E. F. D.; DORNELES, L. E. G.; DANELLI, M. D. G. M. Piperine as a phytogetic additive in broiler diets. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.47, p.489-496, 2012.
36. KHONYOUNG, D., SITTIYA, J.; YAMAUCHI, K. E. Growth performance, carcass quality, visceral organs and intestinal histology in broilers fed dietary dried fermented ginger and/or fermented corncob powder. *Food Nutrition Sciences*, v. 8, n. 05, p. 565-577, 2017.
37. OGBUEWU, I. P.; MBAJIORGU, C. A.; OKOLI, I. C. Antioxidant activity of ginger and its effect on blood chemistry and production physiology of poultry. *Comparative Clinical Pathology*, v. 28, n. 3 p. 655-660, 2019.
38. EL-HACK, A.; MOHAMED, E.; ALAGAWANY, M.; SHAHEEN, H.; SAMAK, D.; OTHMAN, S. I.; ... SITOHY, M. Ginger and its derivatives as promising alternatives to antibiotics in poultry feed. *Animals*, v. 10, n. 3, p. 452, 2020.
39. ZHAO, X.; YANG, Z. B.; YANG, W. R.; WANG, Y.; JIANG, S. Z.; ZHANG, G. G. Effects of ginger root (*Zingiber officinale*) on laying performance and antioxidant status of laying hens and on dietary oxidation stability. *Poultry Science*, v. 90, n. 8, p. 1720-1727, 2011.
40. ZHANG, M.; ZHAO, R.; WANG, D.; WANG, L.; ZHANG, Q.; WEI, S.; ... WU, C. Ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) and its bioactive components are potential resources for health beneficial agents. *Phytotherapy Research*, v. 35, n. 2, p. 711-742, 2021.
41. HISAMUDDIN, A.; KAMARUDIN, N.; SULAIMAN, M. R.; SHAIK MOSSADEQ, W. M. Effect of *Zingiber officinale* on Spasm. *Pertanika Journal of Scholarly Research Reviews* v. 5, n. 1, p. 27-36, 2019.
42. ASHRAF, K. A. M. R. A. N.; SULTAN, S. A. D. I. A.; SHAH, S. A. A.. Phychemistry, phytochemical, pharmacological and molecular study of *Zingiber officinale* Roscoe: a review. *Int J Pharm Pharm Sci*, v. 9, n. 11, p. 8-16, 2017.
43. ALI, H. A. M.; HUSSEIN, A. S.; AL-SHAMIRE, J. S. H.; HAMODI, S. J. Effect of Interaction Between Dietary Two Levels of Cumin (*Cuminum cyminum*) and Ginger (*Zingiber officinale*) on Japanese Quail performance. *Euphrates Journal of Agriculture Science*, v. 10, n. 3, p. 11-19, 2018.
44. ZHANG, Y. F.; MA, Z. C. Ingredients and applications of ginger. *Chemistry Teaching*, v. 8, p. 73-80, 2012.
45. LIU, Y.; LIU, J.; ZHANG, Y. Research Progress on Chemical Constituents of *Zingiber officinale* Roscoe. *BioMed Research International*, v. 2019, p. 21, 2019.

46. SHUHUA, L. Contents of nitrate, nitrite, vitamin C, organic acid and total sugar of *Zingiber officinale* in plastic greenhouse. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, v. 34, n. 14, p. 3346, 2006.
47. KAFI, A.; UDDIN, M. N.; UDDIN, M. J.; KHAN, M. M. H.; HAQUE, M. E. Effect of dietary supplementation of turmeric (*Curcuma longa*), ginger (*Zingiber officinale*) and their combination as feed additives on feed intake, growth performance and economics of broiler. *International Journal of Poultry Science*, v. 16, n. 7, p. 257-265, 2017.
48. KHAN, R. U.; NAZ, S.; NIKOUSEFAT, Z.; TUFARELLI, V.; JAVDANI, M.; QURESHI, M. S.; LAUDADIO, V. Potential applications of ginger (*Zingiber officinale*) in poultry diets. *World's Poultry Science Journal*, v. 68, n. 2, p. 245-252, 2012.
49. AKBARIAN, A.; GOLIAN, A.; SHEIKH AHMADI, A.; MORAVEJ, H. Effects of ginger root (*Zingiber officinale*) on egg yolk cholesterol, antioxidant status and performance of laying hens. *Journal of Applied Animal Research*, v. 39, n. 1, p. 19-21, 2011.
50. MALEKIZADEH, M.; MOEINI, M. M.; GHAZI, S. H. The effects of different levels of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) and Turmeric (*Curcuma longa* Linn) rhizomes powder on some blood metabolites and production performance characteristics of laying hens. *Journal of Agricultural Science and Technology*, v. 14, n. 1, p. 127-134, 2012.

A brown cow is grazing in a lush green field. The background shows a line of trees and a sky with soft, white clouds. A dark green horizontal bar is overlaid on the image, containing the title text in white. A thin green vertical line is on the left side of the page.

ORGANISMOS DO SOLO E INSUMOS BIOLÓGICOS À AGRICULTURA

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-74>

Capítulo 74

AVALIAÇÃO DOS CONSUMIDORES DE ALIMENTOS ORGÂNICOS E CONVENCIONAIS QUANTO AO CONHECIMENTO DA UTILIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS

**Pedro Henrique Silva de Rossi¹; Juliana Audi Giannoni²; Jaqueline Pletsch Santos¹;
Gisele Pereira Paes¹**

¹Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos - Faculdade de Tecnologia de Marília – FATEC; E-mail: pps.2010.ph@gmail.com, ²Docente/pesquisadora do Depto de Toxicologia – Faculdade de Tecnologia de Marília – FATEC. E-mail: jaudigiannoni@gmail.com; ¹Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos- Faculdade de Tecnologia de Marília – FATEC; E-mail: jaque.pletsch20@gmail.com; ¹Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos- Faculdade de Tecnologia de Marília – FATEC; E-mail: giselepaes@hotmail.com

RESUMO: O glifosato é um dos herbicidas mais utilizados no controle de plantas daninhas do Brasil, por ser sistêmico de ação total, de largo espectro, não seletivo e pós emergente, controlando as ervas através da síntese de inibição de aminoácidos aromáticos necessários para as plantas. Este herbicida vem sendo cada vez mais utilizado nas culturas brasileiras, inclusive nas águas, tornando o Brasil líder mundial no consumo deste agrotóxico. Decorrente disso, os impactos na saúde são amplos, podendo desencadear síndromes como o autismo, graves doenças, câncer, desordens hormonais, depressão, infertilidade, mal de Alzheimer, mal de Parkinson, dentre outras. Ainda, com sua ampla utilização, este herbicida é pouco conhecido pelos consumidores. Neste contexto, o objetivo deste estudo foi realizar pesquisa de campo com consumidores orgânico e convencional, por meio de um questionário presencial. Os resultados mostraram que os consumidores convencionais não estão cientes sobre todos os efeitos, toxicidade e consequências que o herbicida pode causar, diferentemente dos consumidores orgânicos, que conhecem e se preocupam com o assunto. Desta forma o consumo de produto orgânico vem ganhando cada vez mais força pela população brasileira, e contribuindo para o desuso deste herbicida de alta periculosidade.

Palavras-chave: autismo; doenças crônicas; efeitos na saúde; herbicida; impacto ambiental

INTRODUÇÃO

Embora o uso de agrotóxicos melhore a produtividade agrícola, seu uso intensivo, muitas vezes, produz um conjunto de externalidades negativas, bem documentadas na literatura. Os efeitos em humanos incluem náusea simples, dor de cabeça e irritação da pele causadas por problemas crônicos como diabetes, deformidades, câncer e vários tipos. Os impactos ambientais também variam, incluindo poluição da água, plantas e solo, redução do número de organismos e aumento a resistência a pragas.²³

O crescente aumento da população mundial acarretou necessidade de aumento de produção de suprimento alimentar. Para que não ocorresse escassez de alimentos, a aplicação de produtos químicos, os conhecidos agrotóxicos, foi a alternativa para contornar a crise instaurada de fome pós-guerras mundiais. No entanto, com o intuito de aumentar a produção de alimentos, de livrar as lavouras de pragas e doenças devastadoras perdeu-se o controle e o uso tornou-se indiscriminado.²⁰

Segundo Amarante (2001), o uso exacerbado dos pesticidas com o passar dos anos, apresentou desdobramentos catastróficos em relação ao meio ambiente e saúde humana. Muitos casos vieram à tona, sobre contaminação de solos e mananciais, além de complicações na saúde de seres vivos devido a resíduos de substâncias tóxicas nos alimentos consumidos. Através dessa dinâmica, preocupação com o meio ambiente e melhor qualidade da saúde do homem, que a produção orgânica obteve pequeno espaço na economia e tem apresentado crescente conquista de fatias no mercado consumidor.¹

Em outra parcela da população, encontramos os consumidores convencionais, que são os que baseiam suas relações de consumo em confiança. Portanto, ao comprar um produto, o consumidor tem a expectativa de que o fornecedor tomou todos os cuidados a fim de protegê-lo. A mera possibilidade de dano, ou seja, o risco, já obriga o fornecedor a prestar as informações adequadas à respeito do produto.²¹

Os impactos na saúde pública são amplos, atingem vastos territórios e envolvem diferentes grupos populacionais, como trabalhadores em diversos ramos de atividades, moradores do entorno de fábricas e fazendas, além dos consumidores de alimentos contaminados. Tais impactos estão associados ao nosso atual modelo de desenvolvimento, voltado prioritariamente para a produção e para a exportação.⁵

Dentro as enormes consequências trazidas pelo largo consumo de agrotóxicos pela população, destacam-se as intoxicações. Últimos dados lançados pelo Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (SINITOX) informam que somente no ano de 2016, houve um registro de 6622 casos de intoxicação e/ou envenenamento por agrotóxicos de uso agrícola.⁸

O glifosato (N-fosfometil glicina) é um dos herbicidas mais utilizados no controle de plantas daninhas no Brasil, sendo também um dos mais vendidos no mundo. É um herbicida sistêmico de ação total, de largo espectro, não seletivo, pós-emergente, amplamente utilizado na agricultura onde o controle total da vegetação é requerido.³

Este herbicida controla as ervas daninhas através da inibição da síntese de aminoácidos aromáticos, que são necessários para a formação de proteínas em plantas susceptíveis e, por isso, a carga de toneladas utilizadas, na agricultura mundial, vem crescendo a cada ano.¹⁴

O glifosato vem sendo utilizado em culturas de algodão, arroz irrigado, cacau, café, cana-de-açúcar, fumo, milho, pastagens, seringueira, soja, ameixa, banana, citros, maçã, nectarina, pera e pêsego, entre outras, com aplicação de cerca de 5 L/ha. Esse herbicida também tem sido aplicado na água para eliminar plantas aquáticas.⁷

Cientistas alertam para o fato de o glifosato estar desencadeando doenças graves cada vez mais comuns na população, tais como autismo, desordens gastrointestinais e hormonais, depressão, infertilidade, câncer, mal de Alzheimer, mal de Parkinson, dentre outras. Além disso, ressaltam que a ampla utilização de produtos à base de glifosato tem resultado na contaminação ambiental não só nas regiões onde é aplicado, mas atinge alvos

distantes dos locais de aplicação, o que torna imperativo que os registros dos herbicidas a base dessa substância química sejam reavaliados.²

Isso coloca uma situação no horizonte, em que o Brasil, maior consumidor mundial de agrotóxicos na atualidade, tende a ter aumentado seu consumo de herbicidas (principalmente o glifosato), colocando em situação de vulnerabilidade não apenas um grande contingente de trabalhadores rurais, mas também de moradores de áreas próximas aos grandes polos e entre outras grandes monoculturas.⁶

Diante do exposto, a pesquisa teve como objetivo verificar o conhecimento dos consumidores de produtos orgânico e convencional por meio de um questionário sobre o uso, efeito, toxicidade e influência de agrotóxicos com direcionamento ao glifosato por ser hoje em dia um tipo de defensivo agrícola amplamente utilizado nas culturas brasileiras e que possui sua segurança questionada.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma pesquisa de campo com consumidores orgânicos (que procura produtos livres de agrotóxicos) e convencional (o qual consome vegetais tratados por agrotóxicos). As pessoas que responderam ao questionário foram abordadas em feiras orgânicas e supermercados da cidade de Marília/SP. O número de participantes tanto do grupo convencional quanto orgânico foi de 30 pessoas totalizando 60 pessoas, de ambos os sexos e com idade entre 25 e 60 anos. Para tanto elaborou-se e aplicou-se um questionário presencial com perguntas relacionadas ao uso do herbicida glifosato.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comércio mundial de agrotóxicos cresce cada vez mais e o Brasil é um dos principais consumidores e produtores. Segundo a literatura, há uma possível relação entre o crescimento do consumo de agrotóxicos versus o crescimento de doenças nas pessoas, tal fato que pode estar interligado ao uso dos agroquímicos.¹³

Questionou-se os consumidores orgânico e convencional, se consideravam agrotóxicos um assunto importante, em geral a maioria considera. Contudo por meio dos resultados constatou-se que o grupo orgânico apresentou unanimidade sobre a importância dos agrotóxicos e com relação aos consumidores convencionais constatou-se que 73% consideram o assunto importante. Pode-se notar que há uma diferença significativa entre os gráficos, porém o número de consumidores convencionais que acham agrotóxicos um assunto importante também é grande.

Quando ambos foram questionados sobre a justificativa de suas respostas, alegaram que agrotóxicos tem grande importância na agricultura, em relação a controle de pragas e doenças que possam vir a surgir.

Segundo uma matéria publicada pela Redação Nordeste Rural, 2017, os agrotóxicos são importantes ferramentas de produção, pois permitem um significativo aumento na produtividade.

Com relação a situação atual do país ao questionar os consumidores convencionais detectamos que 43% deles acreditam que a utilização dos agrotóxicos é para auxiliar no aumento da produção, 23% concordam que o uso é feito sem controle e 34% acredita que

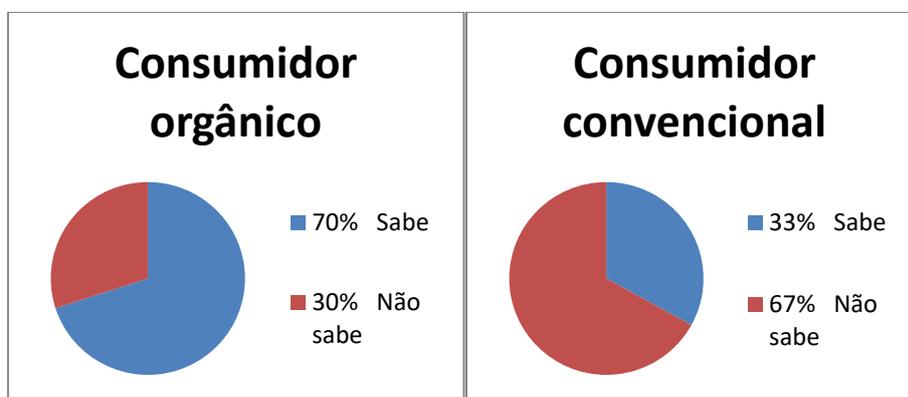
o país usa muito. Já os consumidores orgânicos apenas 8% concorda que sua utilização é para o aumento da produção, 41% determinam o uso sem controle e 51% acredita que o país usa muito. Com isso podemos detectar grande diferença entre as opiniões de consumidores convencionais e orgânicos.

Quando os entrevistados foram questionados, pode-se notar que os consumidores orgânicos, optam por esse meio por questões de saudabilidade, mas há aqueles que estão no mundo orgânico apenas por influência. Essa situação aplica-se também para os consumidores convencionais, que em sua maioria não conhecem muito bem o lado orgânico, por falta de divulgação, propaganda e entre outras.

Segundo Koga (2002) realizou-se uma pesquisa com moradores de Marília e Pompéia, cidades situadas no interior de São Paulo, questionou-se se eles sabiam o que era defensivo agrícola (agrotóxicos) e a maioria dos entrevistados nas duas regiões 88,88% em Marília, 94% em Pompéia demonstrou saber o que são defensivos agrícolas. Apenas 11,12% em Marília e 6% em Pompéia desconhecem esse termo, portanto constatou-se que a grande maioria sabia o significado deste termo. Dito isto podemos realizar uma comparação com o atual trabalho e concluir que a grande maioria dos consumidores acreditam saber o que são e para o que são utilizados os agrotóxicos, porém é perceptível a diferença de informações se comparado aos consumidores orgânicos que buscam hoje uma forma de consumo mais saudável.¹⁹

Dentro das classes agronômicas, o mais utilizado é o herbicida glifosato, com cerca de 40% das vendas, e cuja toxicidade está sendo cada vez mais pesquisada, pelo fato de estar presente na maioria dos alimentos, o que o torna o herbicida mais consumido do mundo.⁸

Gráfico 1: Conhecimento dos consumidores orgânico e convencional sobre o glifosato.



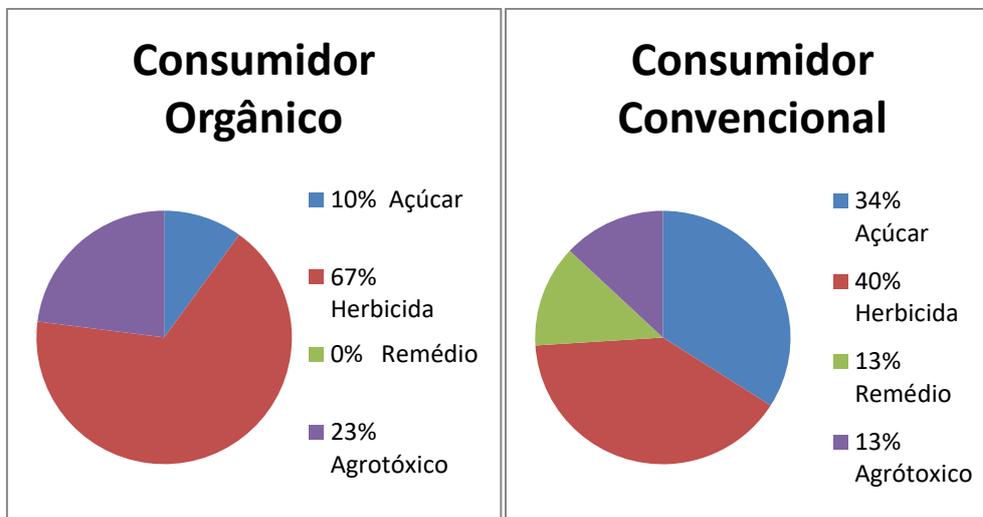
Fonte: Autores.

Analisando o gráfico 1, ficou perceptível a diferença entre a concepção dos consumidores orgânicos e os consumidores convencionas, uma vez que 70% dos consumidores orgânicos sabem o que é glifosato e 30% apenas não sabe, já os consumidores convencionais apenas 33% sabem o que é o herbicida e 67% não sabe. Podemos perceber que o público ao buscar uma opção mais saudável como é o exemplo dos orgânicos, possui maior conhecimento sobre os malefícios quanto a utilização dos agrotóxicos se comparado aos que consomem os produtos convencionais.

De acordo com Mayer (2015) o glifosato é um herbicida que apresenta elevada eficiência na eliminação de ervas daninhas e é utilizado desde 1971. Apesar de o glifosato

ser citado como pouco tóxico, há evidências de efeitos nocivos no ambiente, principalmente devido à resistência adquirida por algumas espécies de ervas, após o uso prolongado do herbicida.

Gráfico 2: O que os consumidores orgânico e convencional acreditam ser o glifosato.



Fonte: Autores.

Segundo o gráfico 2 podemos concluir que a grande maioria dos consumidores orgânicos sabem o que é o glifosato e uma outra pequena parcela não sabe ou não sabe a categoria em que esse agrotóxico se enquadra, nota-se que os consumidores orgânicos entendem mais sobre tal herbicida, por justamente se preocuparem com uma alimentação livre de agrotóxicos e por isso buscam informações para se proteger do uso sem controle realizado nas plantações.

A principal característica que atrai a preferência orgânica é a ausência de resíduos de agrotóxicos em decorrência da utilização de insumos naturais no processo de produção e a confiança de que foi produzido conforme os preceitos que regem a produção orgânica.¹¹

Já os consumidores convencionais demonstram certo desconhecimento sobre o que é o glifosato, considerando que este é hoje um dos herbicidas mais utilizados no país a falta de conhecimento gera preocupação.

A insuficiência de dados sobre o consumo de agrotóxicos, seus tipos e volumes, utilizado nos municípios brasileiros, o desconhecimento do seu potencial tóxico, a carência de diagnósticos laboratoriais e a pressão/assédio de fazendeiros do agronegócio que ocupam cargos públicos, favorecem o ocultamento e a invisibilidade desse importante problema de saúde pública.^{10,12}

Podemos realizar uma comparação importante, constatou-se que 73% dos consumidores orgânicos sabem que o glifosato é utilizado no combate às ervas daninhas e 35% apenas dos consumidores convencionais sabem sua finalidade. Outro dado alarmante é que 15% dos consumidores convencionais acreditam que o glifosato é utilizado para tornar os produtos mais saudáveis, esse é um dado de extrema relevância, considerando todos os possíveis efeitos negativos referente a utilização dos agroquímicos.

As concentrações mais altas de glifosato e seu metabólito, o ácido aminometilfosfônico (AMPA), têm sido encontradas em folhagens novas. A aplicação de glifosato pode resultar na presença de resíduos tanto na colheita dos alimentos quanto em animais usados na alimentação humana. No ambiente, as concentrações mais altas de ambos os compostos foram encontradas no solo. A aplicação direta como herbicida em águas superficiais pode ser responsável pela presença de glifosato em água potável.¹

Quando questionados sobre quais alimentos possuem resíduos de agrotóxicos na opinião dos consumidores orgânico e convencional, existe uma concordância entre as categorias de consumidores. Em média eles concordam que os grãos e tubérculos ocupam uma considerável fatia dos alimentos com resíduos, porém a que tem a maior quantidade são os vegetais como as frutas e hortaliças.

A utilização destes compostos químicos, que de uma forma produz benefícios como o controle de pragas e doenças e um aumento na produção, de outra é responsável pela contaminação do solo, da água e alimentos. Desta forma, o uso de agrotóxicos sem critérios técnicos adequados como, em excessiva quantidade e sem respeito ao período de carência, pode levar a ocorrência de resíduos dessas substâncias nos alimentos.⁹

Quando questionados sobre os possíveis malefícios causados pela utilização do glifosato podemos verificar que 64% dos consumidores orgânicos responderam que todas as doenças citadas são males causados pelo glifosato e nenhum considerou não saber os malefícios causados pelo mesmo. Já os consumidores convencionais acreditam que a utilização do herbicida causa outro malefício e não um conjunto de doenças graves, vemos que apenas 9% deles consideraram a opção “todos citados” e 44% admitiram desconhecer os malefícios causados pelo herbicida.

As causas para desenvolvimento do autismo ainda são incertas, porém estudos mostram que fatores ambientais tais como a exposição a agrotóxicos durante a gestação, podem contribuir para a ocorrência de transtornos do desenvolvimento; estes podem se configurar como hiperatividade e déficit de atenção, autismo e problemas de comportamento e neuro-desenvolvimentais associados.¹⁶

Estudos demonstraram que o glifosato, possui a capacidade de bloquear a enzima *5-enolpiruvilshikimate-3-fosfato sintase* (EPSPs) das plantas, e acaba também por inibir este e outros processos metabólicos das bactérias do trato gastrointestinal de quem o ingere, levando ao desenvolvimento de doenças devido à interrupção da síntese de substâncias que estas bactérias fornecem aos hospedeiros (humanos e outros), incluindo aminoácidos, serotonina, melatonina, epinefrina, dopamina, hormônio da tireoide, folato, coenzima Q10, vitamina K e vitamina E (essenciais para a neurotransmissão, regulação endócrina, reprodução, regulação do sono, controle do metabolismo, sínteses de proteínas e hemoglobina, coagulação sanguínea e proteção contra agentes oxidantes).¹⁷

Seneff (2014), pesquisadora sênior do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), realizou uma possível relação que em 2025, 50% das crianças do mundo serão autistas, e o responsável por esse alarmante número é o uso excessivo de glifosato em nossa alimentação. A pesquisa acima concluiu que o uso do glifosato prejudica a absorção de manganês e que a deficiência de manganês está relacionada ao autismo.

Segundo Peper (2015) há um possível comparativo que o aumento no uso de glifosato ao longo dos últimos 25 anos é proporcional ao aumento na incidência nos casos de autismo e outras doenças no mesmo período. Em seu estudo, o autor observou que o glifosato é

capaz de interromper de forma seletiva o equilíbrio das bactérias intestinais, além de ser um destrutor endócrino. O autor considera faz hipóteses que a deficiência de iodo e a supressão da produção de hormônios da tireoide podem contribuir para a gênese de autismo, e tais alterações são resultados da exposição ao glifosato e a outras substâncias como chumbo, mercúrio, alumínio, timerosal, flúor e partículas de poluição no ar durante a gestação.¹³

Existem grandes diferenças entre os consumidores no método de utilização para reduzir os resíduos. Observa-se que consumidores orgânicos utilizam o método de tratamento com bicarbonato de sódio, e quando questionados, os mesmos disseram que esse método é muito conhecido no meio orgânico. Já os consumidores convencionais têm maior preferência pela água sanitária e desinfetante para hortifrúti, por decorrências a fatores culturais e praticidade.

Procedimentos de lavagem dos alimentos são normalmente realizadas em água corrente ou imersão em água a temperaturas moderadas. Detergentes, hipoclorito de sódio, bicarbonato de sódio, vinagre, cloreto de sódio ou ozônio podem ser adicionados à água de lavagem para melhorar a eficiência do procedimento de lavagem.¹¹

Segundo Rocha 2011, que realizou-se tratamento estatístico de resíduos de agrotóxicos em maçã, observou que a remoção dos resíduos de agrotóxicos pelos diferentes meios sanitificantes ocorreu. No entanto, o de melhor eficiência, solução aquosa de vinagre a 6%, retirou apenas 32% do contaminante, sendo considerado pouco eficaz para assegurar que os alimentos comercializados e consumidos “*in natura*” ofereçam segurança alimentar após qualquer dos tratamentos sanitificantes aplicados.

A obtenção de alimentos saudáveis e de boa qualidade é uma exigência crescente atual. Uma das preocupações do consumidor está relacionada com a contaminação dos alimentos por resíduos de agrotóxicos, uma vez que estes têm sido encontrados de forma irregular em muitos produtos frescos, cozidos ou processados.¹⁵

Agrotóxicos estão disponíveis em abundância no mercado nos últimos anos. Eles estão sendo usados para controlar doenças de plantas para obter um melhor rendimento. No entanto, existem muitas preocupações em relação aos pesticidas e herbicidas que afetam o meio ambiente, incluindo humanos e muitas outras espécies. Espera-se que o uso desses produtos químicos continue no futuro, dados os requisitos para controlar doenças e aumentar a produção de safras e plantas. No geral, a futura revisão sobre pesticidas e herbicidas cobriria uma ampla área como avaliação de risco, sua presença no meio ambiente, ferramentas de modelagem, estratégias de tratamento, políticas e diretrizes necessárias para gerenciá-los no ambiente.²²

CONCLUSÃO

Os consumidores orgânicos, demonstraram maior conhecimento e preocupação com relação aos malefícios causados pelo glifosato e de seu uso indevido. Em sua maioria, estão cientes de que este herbicida causa autismo, intoxicação, câncer dentre outras, e é por esses e mais motivos que optam pela alimentação orgânica. Os mesmos demonstram largo conhecimento em relação à diminuição de resíduos de agrotóxicos, utilizando o método do bicarbonato de sódio. Em contrapartida tem-se o grupo de consumidores convencionais, que em sua maioria consideram agrotóxicos um assunto importante, porém não tem noção sobre seu uso. Acreditam que agrotóxicos é importante, pois aumentam a produção, além

de combater pragas. Este grupo não conhece o herbicida glifosato e muito menos tem-se noção da sua função, finalidade, toxicidade, consequências ambientais e entre outros.

Existem duas situações, o grupo orgânico que nitidamente sabe o que é este herbicida e lutam diariamente para que não chegue aos pratos da população. E os consumidores convencionais, que não se preocupam tanto quanto, pois desconhecem todos os malefícios que agrotóxicos causam, acreditando que seja somente para aumentar produção nos campos, sem causar dano nenhum ao consumidor. Isso comprova que consumidores, em sua maioria convencionais, ingerem litros de agrotóxicos, sem saber do mal que se trata.

REFERÊNCIAS

1. AMARANTE, J.; POSSIDÔNIO O. A. et al., "Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação." Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, v. 25 n. 4, p.589 -583, abr./ago.2001.
2. BARROS, Juliana Almeida. "Uso do herbicida glifosato nas lavouras maranhenses: uma análise fundamentada na teoria da sociedade de risco". 2017. 127 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Energia e Ambiente) – Universidade Federal do Maranhão, São Luis, 2017.
3. BERVALD, Clauber Mateus Priebe, et al. "Desempenho fisiológico de sementes de soja de cultivares convencional e transgênica submetida ao glifosato." Revista Brasileira de Sementes, Pelotas, v.32 n.2 , p.009-018.ago. 2009/fev. 2010.
4. BRASIL. Ministério da saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Lei de agrotóxicos. Diário Oficial da União, Brasília, 12 jul. 1989. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br> Acesso em: 27 outubro 2018.
5. CARNEIRO, Fernando Ferreira. Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde , Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.
6. CARVALHO Dores, GASPAR Eliana Freire, MOREIRA Josino Costa, PERES Frederico. "Uso de agrotóxicos na produção de soja do Estado do Mato Grosso: um estudo preliminar de riscos ocupacionais e ambientais". Rev. bras. Saúde ocup. São Paulo, v. 37 n. 125, p. 78-88, 2012.
7. COSTA, Gessyca Gonçalves. "Avaliação dos efeitos tóxicos individuais e associados de herbicidas a base de glifosato e imazetapir sobre organismos não-alvo" , 2018. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Goiás, 2018.
8. INSTITUTO DE COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM SAÚDE; SINOTOX: Sistema Nacional de Informações Tóxico- Farmacológicas, 2016. Disponível em: <https://sinitox.icict.fiocruz.br>. Acesso em 27 ago 2018.

9. MEDEIROS, Débora Elisabeth Barbosa. "Análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos". 2017. 29 f. Defesa (Trabalho de Conclusão) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.
10. NETO Elias Nasralla , Lacaz Francisco Antonio de Castro, Pignati Wanderlei Antonio. Vigilância em saúde e agronegócio: os impactos dos agrotóxicos na saúde e no ambiente. Perigo à vista!. *Cien Saude Colet* , v. 19, n. 12, p. 4709-4718, 2014.
11. ONG, K. C.; CASH, J. N.; ZABIK, M. J.; SIDDIQ, M.; JONES, A. L. Chlorine and ozone washes for pesticide removal from apples and processed apple sauce, *Food Chemistry*, v. 55, n. 2, p. 153-160, 1996.
12. ONISHI, Clarissa Ayumi. Vigilância em saúde dos trabalhadores e populações expostas a agrotóxicos no município de Campo Verde. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2014.
13. PEPPER, Erik. Food for thought: are herbicides a factor for the increase in allergies and autism? *NeuroRegulation*, v. 2, n. 4, p. 162, 2015.
14. REZENDE, Eva Caroline Nunes, Isabela Jubé Wastowski, and Débora de Jesus Pires. "GLIFOSATO." *Anais SNCMA 8.1* (2017).
15. RURAL, Nordeste. A importância do manejo e uso de agrotóxicos na propriedade rural. Nordeste Rural, verdades do campo. 2017. Disponível em: <http://nordesterural.com.br>. Acesso em 23 out 2018.
16. SILVA, Ana Cristina. "Novas Concepções sobre o autismo: fazendo-se ouvir a partir das abordagens psicanalíticas". Monografia (Graduação em Psicologia) – Faculdade de Educação e Meio Ambiente, FAEMA, Ariquemes, 2017.
17. THIESEN, Elton. "Glifosato: um enfoque sobre a exposição ocupacional". Monografia (Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2017.
18. VILELA, Nirlene Junqueira. et al.. Perfil dos consumidores de produtos orgânicos no Distrito Federal. Brasília, 2006. Disponível em <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br> Acesso em: 19 out 2020.
19. KOGA, Mario Takashi Martins Ribeiro; SHIRAIISHI Victor Ryoiti. "Opinião e conhecimento da população sobre defensivos agrícolas e produtos orgânicos". 2012, 30 f. Trabalho (Conclusão de curso) – Curso de Tecnologia em Alimentos, Faculdade de Tecnologia Estudante Rafael Almeida Camarinha, Marília, 2012.
20. GUILHEME, Lorena Torres, and Maria Eduvirge Marandola. "Estudo sobre os consumidores de alimentos orgânicos do município de Londrina-pr." *Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa* 28.55 (2018): 29-38.
21. VIGANÓ, Thaís. "Os agrotóxicos no contexto da sociedade de risco e a rotulagem adequada de alimentos como garantia do consumidor à informação e segurança alimentar." (2018).

22. CHOUDRI, BS, CHARABI, Y., AL - NASIRI, N., & AL - AWADHI, T. (2020). Pesticidas e Herbicidas. Water Environment Research. doi: 10.1002 / wer.1380.
23. AE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SAÚDE COLETIVA; FIOCRUZ – FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ; INCA – INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER. Uma verdade cientificamente comprovada: os agrotóxicos fazem mal à saúde das pessoas e ao meio ambiente. Abrasco; Fiocruz; Inca, 6 set. 2013.

doi <https://doi.org/10.53934/9786599539633-75>

Capítulo 75

QUITOSANA COMO POTENCIAL BIOPOLÍMERO NO REVESTIMENTO DE SEMENTES ORGÂNICAS: O CENÁRIO ATUAL NO BRASIL

José Narciso Francisco da Silva Filho¹; Anabelle Camarotti de Lima Batista²

¹Estudante do Curso de Agroindústria – CCHSA – UFPB; E-mail: josenarciso@gmail.com, ²Docente/pesquisador do Depto de Agricultura – CCHSA – UFPB; E-mail: bellecamarotti@gmail.com

RESUMO:

A prática do cultivo orgânico tem aumentado exponencialmente em diversas regiões do planeta e pode ser justificada pela crescente demanda por uma alimentação saudável associada à uma agricultura sustentável. O Brasil atualmente ocupa o 12^a lugar no ranking de maiores produtores orgânicos, contudo, existem gargalos importantes para conseguirmos subir de posição. Podemos citar as sementes utilizadas no cultivo orgânico, as quais são mais susceptíveis ao ataque de patógenos, fato que reduz vida útil em prateleira e influencia na germinação e vigor de crescimento. Esse fato ocorre pelas mesmas não poderem ser tratadas com defensivos agrícolas (fungicidas, bactericidas, inseticidas), como ocorre com sementes utilizadas na agricultura convencional. O presente trabalho reuniu conhecimentos técnico-científicos atuais que utilizam polímeros naturais, a exemplo a quitosana, para melhorar as características das sementes sem a necessidade de defensivos químicos. Ao final demonstramos a importância da aplicação desses testes, utilizando quitosana ou quitosana associada, sobre sementes orgânicas diversas com vistas a melhoria do cultivo orgânico no Brasil.

Palavras-chave: agricultura; polímero; proteção; germinação

INTRODUÇÃO

As sementes são estruturas multicelulares eucarióticas que guardam em seu interior o embrião de uma planta, seja ela gimno ou angiosperma. As sementes orgânicas são designadas assim devido as características de cultivo que foram empregadas às suas plantas produtoras. Em razão disso, a elas não podem ser adicionados compostos químicos, como exemplo fungicidas e inseticidas (1,2), como explicitado no inciso I, parágrafo 1^o, art. 1^o, da Lei 10.831/2003 “§ 1^o A finalidade de um sistema de produção orgânico é: I – a oferta de produtos saudáveis isentos de contaminantes intencionais;”.

Além de ajudar a preservar o meio ambiente, no mundo, o cultivo orgânico tem crescido em área devido a demanda nacional e internacional pelo cuidado com a saúde (3-5). Pensando nisso, muitos agricultores brasileiros têm convertido seus plantios para o cultivo agroecológico e trabalhado com cultivares oriundos de sementes orgânicas. Contudo, devido ao não tratamento com produtos químicos não naturais, elas têm o seu

tempo de vida útil diminuído ou sua germinação prejudicada. Essa conclusão ocorre quando comparado com o tempo de prateleira das sementes “comerciais”, as quais são submetidas a tratamentos com fungicidas e inseticidas, entre outros compostos não autorizados para o cultivo orgânico (6-8).

Uma possibilidade para que as características das sementes orgânicas sejam conservadas e para que haja uma melhor proteção das mesmas durante o plantio é o seu tratamento com polímeros naturais. Esses polímeros precisam apresentar boa compatibilidade com o ambiente (solo e água) e não serem tóxicos para a microbiota associada às raízes. Atualmente, diferentes compósitos poliméricos com essas características vêm sendo utilizados como cobertura sobre estruturas orgânicas que serão utilizados no solo ou comestíveis (9, 10). Dentre os polímeros de interesse temos a quitosana, a qual vem sendo muito estudada em diferentes países para aplicação em diferentes áreas (11, 12).

Pela diversidade de estudos e conhecimentos técnico-científicos já divulgados nos últimos anos sobre aplicações da quitosana na agricultura, essa revisão se faz pertinente por reunir os estudos envolvendo quitosana fúngica ou animal aplicada à agricultura, mais especificamente no revestimento de sementes orgânicas.

1.1 Importância do cultivo orgânico

A produção saudável de alimento vem desde a origem da semente até a colheita do produto vegetal produzido. Nessa perspectiva, as sementes orgânicas são as mais indicadas, pois são livres de agrotóxicos. Elas não podem ser modificadas geneticamente de modo intencional e nem serem plantadas de forma a interferir na diversidade biológica do local. Entretanto, atualmente, no Brasil tem havido um aumento na liberação e autorização do uso de agrotóxicos para aplicação em diversos cultivares, sendo registrado, até novembro de 2020, um total de 405 agrotóxicos (13). Fato que compromete muitos cultivares agrícolas orgânicos já implantados e em vistas de certificações internacionais.

Segundo o IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada) o aumento da produção de orgânicos no Brasil reflete no número de exportações desses produtos as quais cresceram 11% entre 2000 – 2017. Situando o Brasil como 12º lugar dentre os 20 países com maiores áreas de produção de orgânicos no mundo em 2017 (14). Devido a cortes orçamentários, por motivos da Pandemia do Covid-19, dados atuais de até 2020 ainda não foram divulgados.

No Brasil, a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) aplica investimentos em várias áreas com orgânicos, como exemplo na produção experimental em larga escala na Chapada Diamantina, Bahia (15). Contudo, para que a manutenção de um cultivo orgânico continue é preciso o uso de sementes orgânicas e a disseminação das mesmas pelos agricultores grandes e pequenos.

Para que haja uma melhor difusão dessas sementes se faz necessário aumento da viabilidade de germinação, proteção contra patógenos edáficos e o aumento do seu tempo de prateleira (vida útil). No preceito do cultivo orgânico já há formas de conservação para as sementes, como recomenda a AS-PTA Agricultura Familiar e Agroecologia (<https://aspta.org.br/>). Onde as sementes são apenas armazenadas em garrafas pet não estéreis e alocadas em ambiente coberto à temperatura ambiente. Entretanto, nem todos os tipos de sementes são bem conservados ou mantêm o seu vigor de germinação adequados nesse tipo de armazenamento.

1.2 Importância da quitosana no revestimento de sementes

A quitosana em um polímero polissacarídeo formado por resíduos de β -(1,4) 2-acetamido-2-deoxi-D-glicopiranosose e 2-amino-2-deoxi-D-glicopiranosose, estando o segundo em proporção acima de 60%. Apresenta uma configuração tridimensional helicoidal estabilizada entre moléculas por ligações de hidrogênio (16). A sua obtenção pode ser de forma química sintética, por processos de deacetilação ácido/base da quitina animal oriunda de rejeitos da indústria processadora de crustáceos (camarão, lagostim, caranguejo); ou por química natural com atuação de enzimas específicas que deacetilam a quitina fúngica presente na parede celular, formando a quitosana fúngica ou microbiológica. Quando produzida de forma natural pode utilizar rejeitos agroindustriais diversos (milhocina, extrato de maçã, bagaço de cana). (11, 17-20). Na forma de revestimento o biopolímero de quitosana tem sido amplamente aplicado sobre frutas e vegetais para uma maior conservação de sua vida útil, principalmente durante o transporte para zonas de comercialização (22- 28). Atualmente, a quitosana também vem sendo aplicada sobre sementes, com o intuito de melhorar a porcentagem de germinação, seu vigor de crescimento, redução à ataques de patógenos e tempo de vida útil (Tabela 1).

Tabela 9 – Descrição de atividade de quitosana associada ou não sobre sementes.

Tipo de semente	Revesti- mento	Benefício	Referência
Pimentão (<i>Capsicum annuum</i> L.)	CS	Melhoria na germinação	(29)
Mamona (<i>Ricinus communis</i> L.)	CS + PEG + Th	Melhoria na germinação e crescimento da planta	(30)
Ginkgo (<i>Ginkgo biloba</i> L.)	CS + TiO ₂ nano ou CS + SiO ₂ nano	Melhoria no tempo de vida útil	(31)
Amendoim (<i>Arachis hypogaea</i> L.) e Cártamo (<i>Carthamus tinctorius</i> L.)	CS + PEG + Th	Melhoria na germinação e crescimento e redução de patógenos	(32)
Feijão mungo (<i>Vigna radiata</i> L.), lentilha (<i>Lens culinaris</i> Medik.) e trigo (<i>Triticum</i> spp. L.)	CS + LYS + NIS	Redução de patógenos	(33)

Siglas: CS quitosana; PEG polietilenoglicol; Th tricomona; TiO₂ dióxido de titânio; SiO₂ dióxido de silício; LYS lisozima; NIS nisina.

Embora a literatura afirme a importância do recobrimento de sementes com quitosana (Figura 1), a sua associação a outros compostos, em alguns casos, se faz necessária para que haja uma maior eficiência de proteção ou germinação. Como descrito por Silva Filho e colaboradores (34) que analisaram o recobrimento de sementes de girassol por quitosana e constataram a necessidade de associação da quitosana com outro composto natural para aumentar significativamente a sua eficiência.

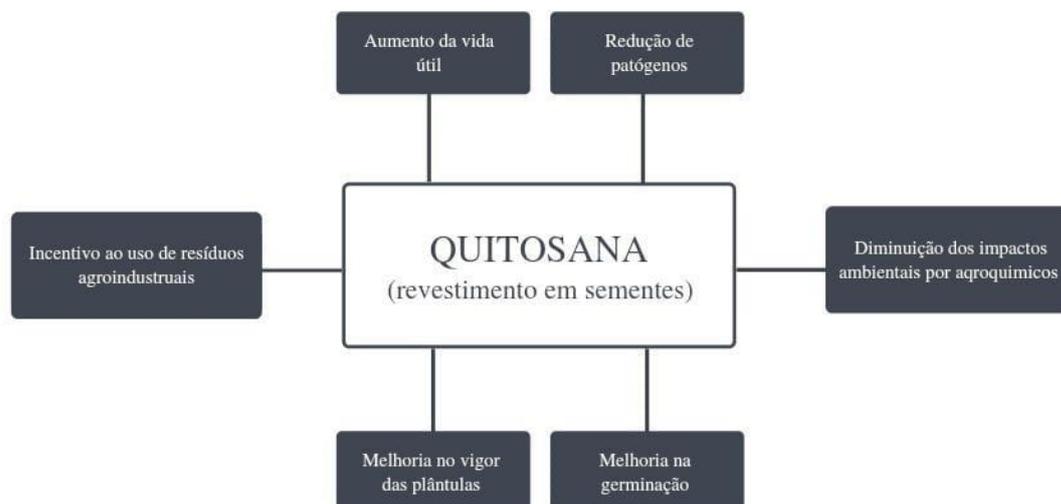


Figura 1 – Possibilidades de aplicações da quitosana no revestimento de diferentes tipos de sementes já descritas pela literatura. Os resultados são dependentes das associações ou não da quitosana a diferentes compostos e da espécie da semente em teste.

Fonte: BATISTA et al., 2018; TIAN et al., 2019; CHANDRIKA et al., 2019; SAMARAH et al. 2020; SOZBILEN; YEMENICIOGLU, 2020; GOMIERO, 2021).

CONCLUSÕES

Embora no Brasil ainda esteja iniciando nas pesquisas em Biotecnologia Agrícola, os estudos de revestimento de sementes para sua proteção ou melhoria na germinação é uma realidade. Por esse motivo, o nosso grupo atua desenvolvendo estudos nessa linha de pesquisa e direcionando esforços para proteção de sementes orgânicas por adição de quitosana. Dessa forma, acreditamos poder colaborar com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU (Organizações das Nações Unidas), no âmbito de uma alimentação saudável, partindo do preceito de uma agricultura sustentável com consumo e produção responsáveis pela não promoção do uso de agrotóxicos que destroem o meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Federal da Paraíba pela bolsa Pibic 2020/2021 (edital n° 01/2020 - PROPESQ/CGPAIC/ UFPB), projeto aprovado n° PIO11590-2020; ao Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias por todo o apoio à pesquisa e desenvolvimento científico.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Decreto-Lei nº10.831, de 23 de dezembro 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Lex: coletânea de legislação: edição federal, Brasília, 2003.
2. Brasil. Decreto-Regulatório nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007. Regulamenta a Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências. Lex: coletânea de legislação: edição federal, Brasília, 2007.
3. SILVA, D. A.; POLLI, H. Q. A importância da agricultura orgânica para a saúde e o meio ambiente. *Int Technol.* 2020; 17:505-516.
4. CANIO, F. D.; MARTINELLI, E. EU quality label vs organic food products: A multigroup structural equation modeling to assess consumers' intention to buy in light of sustainable motives. *Food Res Int.* 2021; 139:109846.
5. GOMIERO, T. Organic agriculture: impact on the environment and food quality. *Environmental Impact of Agro-Food Industry and Food Consumption.* London: Academic Press, 2021.
6. NOVEMBRE, A. D. L. C.; MARCOS FILHO, J. Tratamento fungicida e conservação de sementes de feijão. *Rev Bras de Sementes.* 1991; 13:105-113.
7. RAMANAUSKIENĖ, J.; SEMAŠKIENĖ, R.; JONAVIČIENĖ, A.; RONIS, A. The effect of crop rotation and fungicide seed treatment on take-all in winter cereals in Lithuania. *Crop Prot.* 2018; 110:14–20.
8. MILOSAVLJEVI, I.; ESSERC, A. D.; MURPHY, K.M.; CROWDE, D. W. Effects of imidacloprid seed treatments on crop yields and economic returns of cereal crops. *Crop Prot.* 2019; 119:166–171.
9. OLIVEIRA, T. A.; LEITE, R. H. L.; AROUCHA, E. M. M.; FERREIRA, R. M. A. Efeito do revestimento de tomate com biofilme na aparência e perda de massa durante o armazenamento. *Rev Verde.* 2011; 6:230-234.
10. CHOUHAN, D.; MANDAL, P. Applications of chitosan and chitosan based metallic nanoparticles in agrosociences-A. Review. *Int J Biol Macromol.* 2021; 166:1554-1569.
11. BATISTA, A. C. L.; SOUZA NETO, F. E.; PAIVA, W. S. Review of fungal chitosan: past, present and perspectives in Brazil. *Polímeros.* 2018; 28:275-283.
12. ELSOUD, M. M.; El Kady E. M. Current trends in fungal biosynthesis of chitin and chitosan. *Bull Natl Res Cent.* 2019;43:59-71.
13. TOOGE, RIKARDY. Governo libera o registro de 42 agrotóxicos genéricos para uso dos agricultores [Internet]. 2020 [acesso em 24 de maio de 2021]. Disponível

- em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2020/11/27/governo-libera-o-registro-de-42-agrotoxicos-para-uso-dos-agricultores.ghtml>.
14. IPEA. Demanda crescente estimula a produção orgânica no Brasil e no mundo [Internet]. 2020 [acesso em 24 de Maio de 2021. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=35326&catid=10&Itemid=9.
 15. EMBRAPA. Pesquisa testa fruticultura orgânica em larga escala [Internet]. 2015 [acesso em 11 de Jun. de 2018]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2411902/pesquisa-testa-fruticultura-organica-em-larga-escala>.
 16. TAJIK, H.; MORADI, M.; ROHANI, S. M. R.; ERFANI, A. M.; JALALI, F. S. S. Preparation of Chitosan from Brine Shrimp (*Artemia urmiana*) Cyst Shells and Effects of Different Chemical Processing Sequences on the Physicochemical and Functional Properties of the Product. *Molecules*. 2008; 13:1263-1274.
 17. CAMPANA-FILHO, S. P.; DE BRITTO, D.; CURTI, E.; ABREU, F. R.; CARDOSO, M. B.; BATTISTI, M.; et al. Extração, estruturas e propriedades de alfa- e beta-quitina. *Quim Nova*. 2007; 30: 644-650.
 18. VENDRUSCOLO, F.; NINOW, J. L. Apple pomace as a substrate for fungal chitosan production in an airlift bioreactor. *Biocatal Agric Biotechnol*. 2014;3:338-342.
 19. GHORMADE, V. et al. Can fungi compete with marine sources for chitosan production?. *Int J Biol Macromol*. 2017;104:1415-1421
 20. BATISTA, A. C. L.; MELO, T. B. L. ; PAIVA, W. S.; SOUZA, F. S. DE; CAMPOS-TAKAKI, G. M. Economic microbiological conversion of agroindustrial wastes to fungi chitosan. *Acad Bras Ciênc*. 2020;92:1.
 21. DE SOUZA, A. F.; GALINDO, H. M.; DE LIMA, M. A. B.; RIBEAUX, D. R.; RODRÍGUEZ, D. M.; DA SILVA ANDRADE, R. F.; GUSMÃO, N. B.; DE CAMPOS-TAKAKI, G. M. (2020). Biotechnological strategies for chitosan production by mucoralean strains and dimorphism using renewable substrates. *Int J Mol Sci*. 2020; 21:4286-4300.
 22. DAMASCENO, G. A. Efeito de revestimento bioativo à base de quitosana sobre a vida útil e segurança da cavala (*Scomberomorus cavalla*) refrigerada [dissertação]. Fortaleza: Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará. 2016.
 23. DURAN, M.; ADAY, M. S.; ZORBA, N. N. D.; TEMIKAN, R.; BUYUKCAN, M. S.; CANER, C. Potential of antimicrobial active packaging “containing natamycin, nisin, pomegranate and grape seed extract in chitosan coating” to extend shelf life of fresh strawberry. *Food Bioprod Process*. 2016; 98:354-363.

24. MOKHTARI, H.; GHASEMI, Z.; KHARAZIHA, M.; KARIMZADEH, M.; ALIHOSSEINI, F. Chitosan-58S bioactive glass nanocomposite coatings on TiO₂ nanotube: Structural and biological properties. *Appl Surf Sci.* 2018;441:138–149.
25. MANNOZZI, C.; TYLEWICZ, U.; CHINNICI, F.; SIROLI, L.; ROCCULI, P.; DALLA ROSA, M.; ROMANI, S. Effects of chitosan based coatings enriched with procyanidin by-product on quality of fresh blueberries during storage. *Food Chem.* 2018; 251:18–24.
26. DIVYA, K.; SMITHA, V.; JISHA, M. S. Antifungal, antioxidant and cytotoxic activities of chitosan nanoparticles and its use as an edible coating on vegetables. *Int J Biol Macromol.* 2018; 114:572–577.
27. SHAH, S.; OAZI, M. M.; DURRANI, Y.; SARKHOSH, A.; HUSSAIN, I.; BRECHT, J. K. 2021. Pre-storage chitosan-thyme oil coating control anthracnose in mango fruit. *Sci Hortic.* 2021; 284:110139.
28. NGUYEN, H. T.; BOONYARITTHONGCHAI, P.; BUANNONG, M.; SUPAPVANICH, S.; WONGS-AREE, C. Chitosan- and κ -carrageenan-based composite coating on dragon fruit (*Hylocereus undatus*) pretreated with plant growth regulators maintains bract chlorophyll and fruit edibility. *Sci Hortic.* 2021; 281:109916.
29. SAMARAH, N.H.; AL-QUARAAN, N.A.; MASSAD, R.S.; WELBAUM, G;E. Treatment of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) seeds with chitosan increases chitinase and glucanase activities and enhances emergence in a standard cold test. *Sci Hortic.* 2020; 269:109393.
30. CHANDRIKA, K.S.V. P.; PRASAD, R.D.; GODBOLE, V. Development of chitosan-PEG blended films using *Trichoderma*: Enhancement of antimicrobial activity and seed quality. *Int J Biol Macromol.* 2019; 126:282–290.
31. TIAN, F.; CHEN, W.; WU, C.; KOU, X.; FAN, G.; LI, T.; WU, Z. Preservation of *Ginkgo biloba* seeds by coating with chitosan/nano-TiO₂ and chitosan/nano-SiO₂ films. *Inter J Biol Macromol.* 2019; 126:917-925.
32. PRASAD, R.D.; CHANDRIKA, K.S.V.P.; GODBOLE, V. A novel chitosan biopolymer based *Trichoderma* delivery system: Storage stability, persistence and bio efficacy against seed and soil borne diseases of oilseed crops. *Microbiol Res.* 2020; 237:126487.
33. SOZBILEN, G.S.; YEMENICIOGLU, A. Decontamination of seeds destined for edible sprout production from *Listeria* by using chitosan coating with synergetic lysozyme-nisin mixture. *Carbohydr Polym.* 2020; 235:115968.
34. SILVA FILHO, J. N. F.; SILVA, L. R.; NUNES, G. S.; ALMEIDA, E. S.; BATISTA, J. B.; PEREIRA, E. M.; BATISTA, A. C. L. Estudo do revestimento

polimérico de quitosana x tempo de armazenamento de sementes de girassol orgânicas (*Helianthus Annus L.*). Braz J Dev. 2021; 7:5908-5918.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-76>

Capítulo 76

TENDÊNCIAS DA BIOTECNOLOGIA EM BUSCA DE UMA AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL

Tamires Saldanha de Souza¹; Augusto Hauber Gameiro²

¹Engenheira Bioquímica pela Escola de Engenharia de Lorena - Universidade de São Paulo (EEL-USP); E-mail: tamiressouzasjc@gmail.com, ²Docente do Departamento de Nutrição e Produção Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Universidade de São Paulo (USP). E-mail: gameiro@usp.br

RESUMO: A presente revisão tratou da aplicação da biotecnologia como ferramenta orientada para o desenvolvimento de uma agropecuária mais sustentável. Diante da aceleração do aquecimento global e sabendo-se que o modelo convencional proporcionado pela Revolução Verde se baseou na: a) utilização de soluções paliativas para problemas estruturais; b) utilização de soluções universais para problemas específicos locais; c) utilização de insumos externos e máquinas de alto custo energético; d) subordinação dos aspectos ecológicos à eficiência econômica; surge a necessidade de migrar para um modelo produtivo que esteja alinhado ao sistema de economia da natureza. Para tanto, deve-se redesenhar o atual modelo, buscando-se atender aos princípios de sustentabilidade, biossegurança e biodiversidade. Desta forma, cria-se sistemas agropecuários de maior resiliência e adaptabilidade, proporcionando segurança alimentar local, em um planeta de mudanças ambientais. Assim, o presente artigo delineou a interdependência entre a agroecologia e os sistemas biológicos, de modo a fornecer um conjunto de possibilidades biotecnológicas para transição agroecológica da agropecuária nos trópicos.

Palavras-chave: Agropecuária, agroecologia, biotecnologia, sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

Em 2018 o Brasil assumiu o papel de fornecer, aproximadamente, 40% da produção de alimentos de origem animal até 2050 (1). Além disso, o país já havia se comprometido a reduzir, até 2025, 37% dos níveis de emissões de gases de efeito estufa (GEE) abaixo do nível de 2005 e 43% dos níveis de 2005 até 2030 (2). Conforme o Acordo de Paris determina, é prioridade manter o aumento da temperatura abaixo de 2 °C com relação aos níveis pré-industriais até 2025, o que significa reduzir para 40Gton a emissão de GEE (3).

Diante do incremento na temperatura média global, da crescente vulnerabilidade das produções agrícolas, da maior pressão por sanidade agropecuária e dos riscos ambientais, a Embrapa prevê a necessidade de expansão multifuncional e sustentável da produção agropecuária. O que implica na adequação ambiental, incentivos à diversidade produtiva vegetal e animal, novas tecnologias de adaptação e mitigação às mudanças climáticas, maior preservação dos recursos naturais, sistemas agropecuários de baixa

emissão de carbono, entre outras tendências de intensificação produtiva, convergência tecnológica e desenvolvimento sustentável (2).

Desta forma, torna-se estratégico para o país promover a intensificação da sustentabilidade na agropecuária. Neste sentido, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), criou o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação à Mudança do Clima para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC) e o Programa Nacional de Bioinsumos (4) (5) (6).

O presente trabalho investigou as potenciais biotecnologias disponíveis para intensificação da sustentabilidade por meio da transição agroecológica. Assim, priorizou-se a mitigação de GEE e a redução de insumos industrializados em unidades de produção agropecuária.

AGRICULTURA, SUSTENTABILIDADE E TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA

Segundo a Embrapa, um dos objetivos do termo “agroecologia” é demarcar um novo foco de necessidades humanas, o de orientar a agricultura à sustentabilidade. Assim, “para que a agroecologia cumpra seu papel, é necessário que produza mudanças na sociedade, colocando os alicerces para uma gradual transformação das bases produtivas e sociais da agricultura” (7). Para que produza tais mudanças, é necessária uma visão holística do local de produção. Ou seja, observar que o entorno da propriedade rural (ecossistema circundante), oferece serviços ecológicos essenciais à produção (8)(9)(10)(11). Desta forma, é necessário reconhecer o interesse econômico em conservar e agregar biodiversidade aos sistemas agrícolas (8) e reduzir suas emissões de GEE (3).

Além da redução da emissão de GEE, é de interesse da sustentabilidade a agropecuária que reduz a quantidade de insumos externos, sejam eles fertilizantes, pesticidas, herbicidas ou energia. Nesta perspectiva, a agrobiodiversidade é capaz de fornecer tais serviços, contribuindo para a fitossanidade, para o aumento da eficiência energética e disponibilização de nutrientes (9)(12).

Tais objetivos podem ser alcançados por meio do plantio de espécies vegetais nativas; do aumento da microbiota do solo e sua diversidade, da diversificação do sistema com demais plantas de interesse; da integração de outros sistemas de produção vegetal e animal, e do incentivo a fixação de GEE em plantas e solos (4)(6). Desta forma, inicia-se o gradual processo de transição agroecológica.

BIOTECNOLOGIA APLICADA À AGRICULTURA

Para Ralph W. F. Hardy, a “biotecnologia é a tecnologia que torna possível o uso de sistemas biológicos como um produto, como um processo ou como um serviço” (13). Esta definição serve de subsídio para compreender como a biotecnologia pode levar a sistemas de produção mais adaptados e resilientes, evitando perdas por adversidades ambientais (bióticas e abióticas) e proporcionando o aumento da produção em sintropia com a natureza.

A interdependência entre biotecnologia e agroecologia fornece informações sobre o funcionamento ecossistêmico, oferecendo subsídio para sua aplicação na agricultura. A biotecnologia aplicada é capaz de promover a otimização das relações cooperativas entre biodiversidade, intensificando as relações ecológicas. O incremento da complexidade de sistemas agropecuários agrega biossegurança à produção, gerando adaptabilidade e resiliência à unidade produtiva.

Recentemente (2004), Holling e colaboradores definiram a resiliência como “a capacidade de um sistema de absorver perturbações e reorganizar-se enquanto sofre

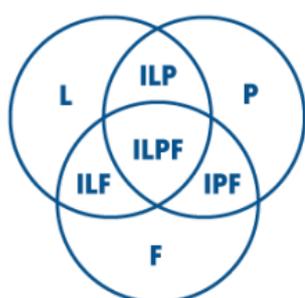
mudanças”, mantendo suas funções, estrutura, identidade e retroalimentação (14). Enquanto, a adaptabilidade é a capacidade de adaptação dos organismos às condições ambientais (15).

Em outras palavras, a complexidade de um sistema de produção vegetal e animal, é diretamente proporcional às interações entre os organismos que o compõem. O que implica dizer que, a simplificação da agricultura fragiliza o sistema (12), aumentando os riscos sobre a produção, gerando perdas, elevando os custos e reduzindo a fertilidade do solo.

AGROECOLOGIA EM SISTEMAS INTEGRADOS

A Engenharia Ecológica oferece subsídio para analisar sistemas de produção em sua totalidade. Ou seja, as externalidades, o complexo conjunto de entradas e saídas e as interações entre suas partes (11). Por conseguinte, pode-se projetar, otimizar e gerir qualquer processo integrado ao agroecossistema (16).

Como forma de diversificar a produção agrícola, os sistemas ILPF, IFP, ILP e ILF (ou SAFs) (Figura 1) são aplicados à agricultura convencional, ampliando-se a agrobiodiversidade.



Componentes	Sigla	Sistema
Lavoura-pecuária	ILP	Agropastoril
Lavoura-floresta	ILF	Silviagrícola
Pecuária-floresta	IPF	Silvipastoril
Lavoura-pecuária-floresta	ILPF	Agrossilvipastoril

Figura 1 – Sistemas de produção integrados.
Fonte: 17

Atualmente, a Embrapa promove pesquisas e projetos incentivando, sobretudo, a ILPF (18). Segundo a instituição:

Trata-se de uma estratégia de produção agropecuária que integra diferentes sistemas produtivos, agrícolas, pecuários e florestais dentro de uma mesma área. Pode ser feita em cultivo consorciado, em sucessão ou em rotação, de forma que haja benefício mútuo para todas as atividades (18).

Entretanto, a adoção de sistemas integrados tem sido baixa no Brasil. A figura 2 apresenta o resultado da pesquisa de adoção dos diferentes sistemas de integração na safra 2015/2016. A pesquisa mostrou que no país, 83% da área com sistemas integrados utiliza a configuração ILP (17).

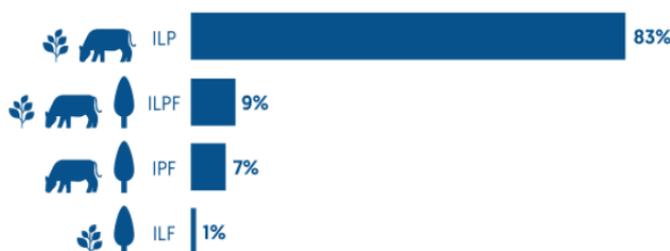


Figura 2 – Dados da pesquisa de adoção de sistemas integrados na safra 2015/2016.
Fonte: 17

A baixa adoção de sistemas ILPF, mesmo com políticas de incentivo representa um lapso que deve ser refletido para que se inicie a transição agroecológica, sobretudo, em latifúndios de monoculturas transgênicas.

BIOTECNOLOGIA *ON FARM*

Outro ponto da transição agroecológica é a redução de insumos industriais. Neste sentido os bioinsumos estão em pleno desenvolvimento no país. Estes, são divididos em: biofertilizantes; biopraguicidas; bioinseticidas; bioenergia; bioestimulantes; fitormônios; reguladores de crescimento vegetal; inoculantes (vírus, bactérias e fungos) e macrorganismos, como polinizadores, parasitoides e ácaros predados (19). Sendo que, “o bioinsumo que mais impacta economicamente a agricultura brasileira é o inoculante à base de bactérias fixadoras de nitrogênio (FBN) do gênero *Bradyrhizobium* na soja.” Mais recentemente, inoculantes à base de *Azospirillum* (uma bactéria promotora de crescimento vegetal), foram incorporados à inoculação simultânea com o *Bradyrhizobium* em cultura de soja. Este processo é chamado de coinoculação, que resulta em maior produtividade (20).

Existe também, uma tendência em produzir os bioinsumos dentro da propriedade rural, uma produção conhecida como *on farm*. Trata-se da integração de bioprocessos, ou intensificação dos mesmos, com propósito de auto abastecimento, reduzindo os custos com insumos externos (19). Desta forma, a produção *on farm* se torna uma vantagem competitiva no mercado agroecológico, uma vez que incrementa a agrobiodiversidade, promove ganhos com os serviços ecológicos e reduz os custos, além de possuir potencial aplicação na mitigação de GEE (21)(22).

É irrevogável que a agricultura familiar deva ter espaço no desenvolvimento rural sustentável. Entretanto, são os grandes latifundiários, produtores de monoculturas transgênicas os maiores impactantes do setor agrícola. Por isso, faz-se necessário uma conscientização direta, com base nas evidências do aumento de produtividade com manejo de base ecológica (23)(24). Assim, um dos desafios do Brasil na transição agroecológica, é criar mecanismos que mobilizem a transição de grandes fazendas, aproveitando os serviços que os pequenos e médios produtores podem oferecer.

LIMITAÇÃO DA APLICAÇÃO DE BIOINSUMOS *ON FARM*

A rigorosidade na utilização de bioinsumos inoculantes pode exigir competência técnica especializada, podendo se tornar um fator de acesso excludente, endossando a desigualdade no campo e opondo-se aos valores agroecológicos.

Uma alternativa aos inóculos, seria as bactérias endofíticas. Segundo a Embrapa Agrobiologia, o conceito de endofítico possui interpretações divergentes, as que melhor descrevem este tipo de microrganismo são, a da Embrapa:

Bactérias endofíticas são organismos que se caracterizam pela associação íntima com a planta hospedeira, despertando grande interesse agrônomo. Estes organismos oferecem a vantagem de estarem completamente compatibilizados com o hospedeiro, e permitem a utilização de plântulas já colonizadas por estirpes

selecionadas antes das etapas de cultivo comercial, evitado a necessidade do estabelecimento dos potenciais inoculantes (25).

Por sua vez, Kloepper *et al.*, as define como bactérias que não causam danos nem produzem sintomas de patogenicidade, incluindo tanto colonizadores de comportamento neutro, como simbioses (25).

Estudos como os de González e colaboradores (2021) revelam as inúmeras interações bacterianas com raízes de diferentes culturas e suas funções. O estudo explora a possibilidade de desenvolver plantações mais resistentes, com estratégias de biofortificação e abordagens de sequestro de carbono. A descoberta possui também aplicações potenciais em nutrição vegetal e humana e na qualidade e segurança alimentar. Por meio da metabolômica, a pesquisa revelou que a suberização da endoderme é importante para a adaptação da planta a meios praticamente estéreis e com baixa quantidade de nutrientes (22).

Outro estudo combinou a metagenômica, a biogeoquímica e a modelagem para determinar como a microbiota do solo atende suas necessidades de carbono e energia. As informações obtidas corroboram com a compreensão das relações ecológicas em um mundo de mudanças ambientais, gerando potencial aplicação na agricultura (21).

Portanto, é imperativo a compreensão da expressão e regulação dos genes envolvidos nas relações cooperativas. Tais informações geram aplicabilidade de bactérias endofíticas na produção de diferentes bioinsumos diretamente no solo. A falta de exigência de um inoculante para culturas endofíticas representa uma vantagem competitiva para o produtor rural. Assim, defende-se a viabilização de soluções biotecnológicas (não excludentes) através da metagenômica, da metabolômica, da modelagem, da biogeoquímica e de convergências tecnológicas.

SÍNTESE DAS PRINCIPAIS BIOTECNOLOGIAS POTENCIAIS

De modo geral, o desenvolvimento da agroecologia como ferramenta biotecnológica, permitiu ao ser humano acessar as informações da natureza necessárias ao desenvolvimento da sustentabilidade.

Conforme a investigação, identificou-se diferentes frentes de estudo que buscam a sustentabilidade da produção agropecuária. A tabela 1 reúne biotecnologias e tecnologias associadas, de modo a facilitar a visualização das opções tecnológicas que agregam valor e competitividade à produção.

Tabela 1 – Biotecnologias e tecnologias associadas, com vista à sustentabilidade.

Área de conhecimento	Tecnologia	Valor agregado à produção
1 - Cultural	a) Saberes empíricos;	a) Controle alternativo de pragas; misturas nutritivas;
2 - Biologia e Ecologia	a) Bioprocessos;	a) Desenvolvimento de bioprodutos (bioinsumos, bioenergia); produtividade, eficiência nutricional, energética e econômica;
	b) Biorremediação;	b) Combate à poluição e aos GEE; conservação dos

c) Melhoramento genético;

d) Indicadores biológicos e ecológicos;

e) Agroecologia;

serviços e recursos dos solos, das águas e dos minerais;

c) Produtividade, qualidade nutricional, fármacos;

d) Qualidade, biossegurança, eficiência, sustentabilidade, estado de conservação dos recursos naturais;

gerenciamento e tomada de decisão;

e) Valoração e benefícios da biodiversidade, dos serviços ecológicos e ganhos econômicos;

Área do conhecimento	Tecnologia	Valor agregado à produção
2 – Biologia e Ecologia	f) Integração de bioprocessos (bioprodução <i>on farm</i>);	f) Redução de <i>input</i> e custo; valorização dos processos agroecológicos;
	g) <i>Design</i> de agroecossistemas;	g) Eficiência, sustentabilidade e biossegurança;
	h) Dados;	h) Informações (benefício indireto);
3 - Ciência dos solos	i) Bioinformática;	i) Modelagem e simulação de sistemas abertos, agilidade na identificação de funções gênicas;
	a) Bioprocessos;	a) Opções de microrganismos eficientes; FBN; coinoculação; fixação de GEE no solo e nas plantas;
	b) Relações ecossistêmicas e metabólicas;	b) Suporte; resiliência; controle fitossanitário; manutenção das condições básicas;
4 - Engenharia	c) Indicadores bioquímicos;	c) Qualidade; eficiência, sustentabilidade; gerenciamento e tomada de decisão;
	a) Design de agroecossistemas;	a) Eficiência; adaptabilidade; resiliência; sustentabilidade; biossegurança; transição ecológica;

	b) Manutenção;	b) Bom funcionamento do sistema;
	c) Otimização;	c) Melhoria contínua;
	d) Automação;	d) Eficiência; segurança; redução de perdas e desperdícios; agilidade;
	a) Bigdata;	a) Banco de dados integrados; informação; gerenciamento e tomada de decisão;
5 - Sistemas de informação	b) Inteligência artificial;	b) Agilidade do fluxo de informação, descentralização das tomadas de decisão;
	c) Internet das coisas	c) Segurança no armazenamento de dados;

Fonte: Elaboração própria.

Entende-se que, a variedade de opções tecnológicas é importante para garantir a acessibilidade dos produtores rurais às bio-soluções disponíveis.

CONCLUSÕES

As vantagens econômicas e a importância da mudança na base agrícola devem ser buscadas. Os incentivos às práticas de produção sustentável devem ser capazes de atrair os grandes produtores para o novo modelo agrícola, valorizando o serviço socio-ecológico de pequenos e médios produtores.

Num primeiro momento, a produção *on farm* integrada parece atender às necessidades de pequenos a grandes produtores, constituindo uma poderosa ferramenta para promoção do desenvolvimento sustentável, com o potencial de reequilibrar o carbono atmosférico, tornando-se um elemento-chave na redução da aceleração das mudanças climáticas. Portanto, o agricultor do século XXI tem duas missões principais: a) garantir a segurança alimentar e a sustentabilidade do planeta, contribuindo com ações locais; b) contribuir com o controle dos impactos ambientais.

Acredita-se que a identificação do uso de bactérias fixadoras de carbono presentes em solos, rochas e outros ecossistemas minerais, possa contribuir para recuperação da homeostase dos gases atmosféricos, evitar a máxima temperatura projetada e desacelerar o aquecimento global. Cabe à ciência desenvolver soluções inovadoras para remoção dos demais GEE. Desta forma, reforça-se a necessidade da intensificação da metagenômica.

O resultado das pesquisas na literatura com a finalidade de apontar soluções biotecnológicas para o desenvolvimento sustentável da agricultura tropical, sugere que a agroecologia (sistema orgânico) tem o potencial de garantir a segurança alimentar global, usando sistemas complexos para preservar a seguridade ecossistêmica e climática (23).

É possível constatar, também, que modelos agroecológicos promovem o aumento de oportunidades de emprego no espaço rural, tanto para mão de obra operária quanto técnica, tornando-se um fator promotor da manutenção da população no meio rural, evitando o êxodo.

Conclui-se que, para atingir o objetivo de produzir 40% de alimentos de origem animal para humanidade até 2050 e promover a adaptabilidade às mudanças climáticas, a

agricultura brasileira deve ser redesenhada sob os preceitos da agroecologia (portanto, da sustentabilidade) e fazer uso das inovações tecnológicas desenvolvidas a partir das informações presentes na própria natureza.

Entende-se que, a limitação dos recursos, o aumento populacional e as alterações climáticas são elementos chaves para compreender como a espécie humana pode agir no sentido de mitigar os impactos decorrentes das características de sistemas abertos, não de forma a controlá-los, mas administrá-los de forma mais racional.

Neste sentido, recomenda-se a leitura das obras de Howard T. Odum, para o estudo de ecologia e economia da natureza; Stephen R. Gliessman, para o estudo da agricultura sustentável e transição agroecológica; William J. Mitsch, para o estudo da Engenharia Ecológica; Manuel G. Mollina para o estudo de escalonamento de modelos agrossustentáveis.

REFERÊNCIAS

1. Portal revista safra. Brasil deve produzir 40% a mais de alimentos de origem animal até 2050. [Internet]. Revista Safra, 2018. [acesso em: 2021 Abr 28]. Disponível em: <<http://revistasafra.com.br/31224-2/>>.
2. Ministério Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR); Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Visão 2030: O futuro da agricultura brasileira. Brasília (DF): MAPA/Embrapa, 2018.
3. Nações Unidas. Convención Marco sobre el Cambio Climático. Paris; 2015. [acesso em: 2021 Mai 8]. Disponível em: <<https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/109s.pdf>>.
4. Ministério Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: Plano ABC. Brasília (DF): MAPA, 2012.
5. Lima RCA, Harfuch L, Palauro GR. Plano ABC: Evidências do período 2010-2020 e propostas para uma nova fase 2021-2030. [Internet]. Agroicone e INPUT; 2020. Disponível em: [Agroicone-Estudo-Plano-ABC-2020.pdf](#) (inputbrasil.org).
6. Ministério Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Programa Nacional de Bioinsumos é lançado e vai impulsionar o uso de recursos biológicos na agropecuária. [Internet]. MAPA; 2020. [acesso em 2021 Abr 18]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/programa-nacional-de-bioinsumos-e-lancado-e-vai-impulsionar-uso-de-recursos-biologicos-na-agropecuaria-brasileira>
7. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Marco referencial em agroecologia. [Internet]. Embrapa informação tecnológica, Brasília (DF), 2006. [acesso em 2021 Jul 2]. Disponível em: MARCO referencial em agroecologia. (embrapa.br)

8. Academia Brasileira de Ciências, Fundação Amparo a Pesquisa Minas Gerais. *Biomass e agricultura: oportunidades e desafios*. Rio de Janeiro: Vertente edições; 2019. 304 p.
9. Odum EP. *Fundamentos de ecologia*. 6ªed. Fundação Calouste Gulbenkian: Lisboa, 2001.
10. Wezel A, Bellon B, Doré T, Francis C, Vallod D, David C. *Agroecology as a science, a movement and a practice. A review*. *Agronomy for sustainable development*; 2009.
11. Gliessman SR. *Agroecología: Procesos ecológicos em agricultura sostenible*. Costa Rica: Litocat; 2002. 359 p.
12. Lopes PR, Lopes KCSA, *Sistemas de produção de base ecológica*. *Revista espaço de diálogo e desconexão*. Araraquara. 2011; 4(1).
13. Silva JSA. *A biotecnologia e a economia política de sua definição*. *Cadernos de difusão de tecnologia*. 7(1/3):99-112, jan./dez., 1990.
14. Walker, Brian; Holling, C. S.; Carpenter, Stephen R.; Kinzig, Ann P. *Resilience, Adaptability and Transformability in Social–ecological Systems*. *Ecology and Society*. 2004; 9(2):9 p. Disponível em: *Ecology and Society: Resilience, Adaptability and Transformability in Social–ecological Systems*
15. Lima EF, Filho JPS, Araújo AFS. *Dicionário de termos usados em ecologia*. Parnaíba; 2016. 180 p.
16. Mistsch WJ. *Ecological engineering. A cooperative role with the planetary life-support system*. *Environment, Science and Technology*. 1993; 27(3):438-446.
17. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). *Integração lavoura-pecuária-floresta*. [Internet]. Portal Embrapa; c201- [acesso em 2021 Mar 10]. Disponível em: *Sobre o tema - Portal EMBRAPA*.
18. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). *Capacitação continuada de técnicos multiplicadores de tecnologias de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF)*. Portal Embrapa; c2016 [acesso em 2021 Mar 25]. Disponível em: *Capacitação continuada de técnicos multiplicadores de tecnologias de integração lavoura-pecuária- floresta (ILPF) - Portal EMBRAPA*
19. Sistema CNA/Senar. *Seminário produção on farm de bioinsumos: eficiência, segurança e regulamentação*. [Internet]. CNA; 2020 Nov 17 [acesso em 2021 Mar. 25]. Vídeo: 3:27:22 horas. Disponível em: (97) *Seminário Produção on Farm de Bioinsumos: eficiência, segurança e regulamentação - YouTube*
20. Dall’agnol A, Nogueira MA. *Bioinsumos: a terceira onda da agricultura brasileira*. 2020 Jul 16 [acesso em 2021 Abr. 16]. In: *Blog da Embrapa Soja*. Canal Rural [Internet]. Disponível em: *Bioinsumos: a terceira onda da agricultura brasileira (canalrural.com.br)*

21. Bay SK, Dong X, Bradley JA, Leung PM, *et al.* Trace gas oxidizers are widespread and active members of soil microbial communities. *Nature microbiology*. 2021; 6:246-256.
22. Salas-Gonzalez I, Reyt, G, Flis P, Custódio V, Gopaulchan D, *et al.* Coordination between microbiota and root endodermis supports plant mineral nutrient homeostasis. *Science*. 2021; 371.
23. Bacic MJ, Ortega E, Ferraz-Gusman JM, Santos ABGF. Contabilidad ambiental incorporando análisis emergético y externalidades: aplicación en la producción de soja. *Revista do instituto internacional de custos*. 2020; 8-45. Disponível em: <<https://intercostos.org/ojs/index.php/riic/article/view/11>>
24. Tooge R. Gente do campo: o agricultor que consegue produzir soja orgânica em grandes quantidades. G1 [Internet]. 2020 Set 30 [acesso em 2021 Mai 3]. Disponível em: Gente do campo: o agricultor que consegue produzir soja orgânica em grandes quantidades | Agro a indústria-riqueza do Brasil | G1 (globo.com)
25. Ministério Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR); Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Processos e mecanismos envolvidos na influência de microrganismos sobre o crescimento vegetal. Seropédica: Embrapa Agrobiologia; 2003. 40 p.

A brown cow is grazing in a lush green field. The background shows a line of trees and a cloudy sky. A green vertical bar is on the left side of the image, and a green horizontal bar is overlaid on the middle, containing the text.

PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM ALIMENTOS DE ORIGEM ANIMAL

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-77>

Capítulo 77

A MARKET STUDY ON THE QUALITY CHARACTERISTICS OF EGGS FROM DIFFERENT ESTABLISHMENTS

Paula Gabriela da Silva Pires¹; Caroline Bavaresco²

¹Doutora em Zootecnia - UFRGS; E-mail: paula.pires@ufrgs.br, ²Doutora em Zootecnia - UFPel;

E-mail: carolinebavaresco@hotmail.com

Abstract: Egg storage conditions, including sales locations, are a determining factor in maintaining the internal quality of eggs. Although eggs are an excellent protein source, they are a perishable product. The aim of this study is to investigate the quality of eggs acquired in different places (supermarkets, groceries stores, and fairs). A total of 300 eggs were obtained from three different kinds of marketing places (supermarkets, grocery stores, or local fairs) located in different areas of Porto Alegre, RS, Brazil, being 120 eggs from supermarkets and grocery stores each and 60 eggs from local fairs. Eggshell characteristics, egg weight, Haugh unit, albumen and yolk pH were determined for all individual eggs in each experimental group. Statistical procedures were performed using SAS statistical software (9.4, SAS Inst. Inc., Cary, NC, United States). The data were submitted to analysis of variance (ANOVA) and differences between means were evaluated with Tukey test ($P < 0.05$). The results indicated that the point of sale led to a significant ($p < 0.05$) decrease in egg weight, specific gravity, and Haugh unit. Eggs purchased from grocery stores had smaller Haugh units ($P < 0.05$) and higher albumen and yolk pH, while table eggs purchased from supermarkets showed better quality. Eggs marketed in supermarkets have better internal quality than eggs sold in other types of establishments, probably due to the greater flow of sales and product replacement on shelves in this type of establishment.

Key-words: commercial table eggs; haugh unit; yolk index; storage period

RESUMO: As condições de armazenamento dos ovos, incluindo os locais de venda, são um fator determinante na manutenção da qualidade interna dos ovos. Embora os ovos sejam uma excelente fonte de proteína, eles são um produto perecível. O objetivo deste estudo é investigar a qualidade dos ovos adquiridos em diferentes locais (supermercados, mercearias e feiras). Um total de 300 ovos foram obtidos em três diferentes pontos de comercialização (supermercados, mercearias ou feiras locais) localizados em diferentes áreas de Porto Alegre, RS, Brasil, sendo 120 ovos em supermercados e mercearias cada e 60 ovos em feiras. Características da casca do ovo, peso do ovo, porcentagem de cada fração do ovo, unidade Haugh, pH da clara e da gema foram determinados para todos os ovos individuais em cada grupo experimental. Os procedimentos estatísticos foram realizados usando o software estatístico SAS (9.4, SAS Inst. Inc., Cary, NC, Estados Unidos). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as diferenças entre as médias foram avaliadas pelo teste Tukey ($P < 0,05$). Os resultados indicaram que o ponto de venda levou a uma diminuição significativa ($P < 0,001$) no peso do ovo, gravidade específica, e unidade Haugh. Ovos comprados em pequenos estabelecimentos

apresentaram unidade Haugh menores ($P < 0,001$) e pH mais alto de albumen e gema, enquanto ovos comprados em supermercados e feiras locais apresentaram melhor qualidade. Ovos comercializados em supermercados apresentam melhor qualidade interna do que ovos comercializados em outros tipos de estabelecimentos, provavelmente devido ao maior fluxo de vendas e reposição de produtos nas gôndolas nesse tipo de estabelecimento.

Palavras-chave: Ovos de mesa, unidade Haugh, índice de gema, período de armazenamento

INTRODUCTION

Eggs are a source of nutrients for a healthy diet. Furthermore, eggs are considered by the consumer to be an economical source of animal protein, vitamins, and minerals (1). In 2018, the world egg production reached approximately 76.7 million tons (2). In 2020, approximately 53 billion units of eggs were produced in Brazil. The per capita consumption of eggs by the Brazilian population increased from 148 eggs in 2010 to 251 eggs in 2019 (3).

Several factors can influence the quality of the eggs, such as the genetics and age of the laying hen, the season, nutrition, health condition and storage conditions (4). Eggs are perishable products and lose quality more quickly when they are not stored correctly (1). In Brazil, the absence of egg cooling occurs because this process is not required, only suggested during domestic storage, according to the Resolution RDC n. 35 of June 17 of ANVISA (5).

Also Bayel, Alshaikhi, and Al-Abdullatif (6) showed that the place where the eggs are sold, and the season (summer or winter) can affect the internal and external quality of the eggs. Souza et al. (7) showed that eggs bought directly from the farm presented better internal quality when compared to eggs sold in different establishments. Leandro et al. (8) evaluated the internal quality of eggs special, marketed in two types of establishments (supermarkets and markets popular) and concluded that there were no differences statistics for none of the parameters analyzed between eggs from different establishments. However, they observed a high coefficient of variation for albumen height and Haugh unit. This high coefficient of variation demonstrates there is a wide variation of the quality between eggs within the same type of commercial establishment and therefore the consumer you must not ignore the expiration date of the product.

The aim of this study is to investigate the quality of eggs acquired in different places (supermarket, groceries stores and fairs).

METHODS

For this study, a total of 300 samples of brown eggs which were acquired at random, without observing the expiration date and in different pre-established locations: A) eggs marketed in different supermarkets; B) eggs sold in different grocery stores in the city; C) eggs sold at the local fair of small producers in the region. The egg collections occurred at the same time and day of the week. The samples were taken to a central location for quality measurements during the afternoon of the day the sample was collected. All eggs were identified, individually weighed on a precision scale, and separated by treatment.

Initially, the eggs were visually analyzed to find the presence of external spots or cracks in the shell. To determine the percentage of eggs that have had one of these

variables, we considered the number of eggs that had a defect in relation to the total number of eggs evaluated, which means: % dirty = Total dirty eggs x 100 / total eggs collected. The eggs were considered dirty when they presented external stains, such as feathers, down, blood, or excreta stain. It was also possible that the same egg had more than one of the evaluated defects, that is, an egg could have its shell cracked and dirty at the same time. Thus, all variables recorded were accounted for individually in relation to the total number of collected eggs.

Specific gravity evaluations were made using saline solutions with known density, ranging from 1.050 to 1.102 g cm⁻³, with a variation gradient of 0.004, measured by means of a densimeter. The determination of gravity was performed by dipping the eggs in each solution and, in the solution where they floated, the gravity was defined.

The Haugh unit was calculated by the formula: $UH = 100 \log (H + 7.57 - 1.7W^{0.37})$, where H is albumen height (mm), and W is egg weight (g). The width and height of the yolk (mm) were measured with a digital caliper (TMX PD - 150) and the yolk index was calculated through the equation: yolk height / yolk width. The albumen and yolk pH were homogenized for 20 seconds, and then the pH was determined using a digital pHmeter (Kasvi model k39-2014B).

Statistical procedures were performed using SAS statistical software (9.4, SAS Inst. Inc., Cary, NC, United States). The data were submitted to analysis of variance using PROC GLM, considering each egg an experimental unit. Eventual differences ($P < 0.05$) were assessed with a Tukey multiple comparison test.

RESULTS AND DISCUSSION

Figure 1 presents the results of the visual analysis of eggs sold in different establishments. There was no significant difference ($P > 0.05$) in the percentage of dirty and cracked eggs.



Figure 1. Percentage of eggs that presented undesirable characteristics, in relation to the total eggs evaluated.

Souza et al. (7) observed no significant differences in the percentage of dirty eggs purchased at different commercial establishments in Parintins city, Amazonas state, Brazil.

Dirty eggshells can cause rejection by consumers, as well as being a major vehicle of contamination for the eggs.

Egg quality is defined as the set of external and internal characteristics that influence the market acceptance of the product. Egg quality is directly related to laying characteristics, such as lineage, age, nutritional status and sanitary conditions, and the productive system (9). In addition to these factors, storage conditions directly influence egg quality. Table 1 presents the values of quality of eggs from different sales locations.

Table 2. Egg quality according to the different commercial establishments (means± standard deviation).

Variables	Supermarkets	Grocery stores	Local fair	<i>P</i> value
Egg weight (g)	62.97±3.95a	59.25±3.40b	61.84±3.77a	0.001
Specific gravity (g cm ⁻³)	1080.63±3.99a	1077.33±4.81b	1078.70±5.57b	0.001
Haugh Unit	76.37±5.04a	69.19±5.47b	74.96±5.28a	0.001
Albumen pH	8.18±0.50b	9.10±0.31a	8.25±0.33b	0.001
Yolk pH	6.15±0.26b	6.31±0.52a	6.07±0.48b	0.001
Yolk index	0.47±0.02a	0.45±0.03b	0.47±0.03a	0.001

^{a-b} Means in the same row with different lowercase letters are significantly different.

Egg weight is an important parameter that can be determined without breaking the egg and is an important feature for assessing the quality of fresh eggs during the storage period (10). Eggs may be classified by weight. The eggs of all points of sale were classified as big type according to the established classification, which says that big eggs must weigh with a minimum weight of 55 (fifty-five) grams per unit or 660 (six hundred and sixty) grams per dozen according to Decree No. 56585 of July 20, 1965. The lower weight of eggs from grocery stores must be related to a longer stay on the shelves. The conditions of the egg storage environment are a determining factor for the speed of deterioration of the internal quality of the eggs (11).

Specific gravity is considered an indirect method to assess eggshell quality, and it is a non-destructive method that enables fast and accurate answers to be obtained. It is a variable highly correlated with eggshell thickness. The assessment of specific gravity even allows the industry to assess the quality of eggshells, without the destruction of the product Butcher and Miles, (12). In the present work, the specific gravity also shows differences between eggs from different sales locations. Eggs from supermarkets had higher specific gravity (1080.63a), followed by eggs from grocery stores (1077.33b) and local fair (1078.70b) (*P* < 0.001). Higher values for this variable indicate better shell quality, showing that supermarket eggs had the best result. Butcher and Miles (12) stated that as specific gravity decreases, there is an increase in cracks in the eggshell. The study carried out by Abdallah et al. (13), corroborates the previous statements, which concluded that the percentage of cracked eggs decreases with increasing specific gravity.

Fresh eggs with better shell quality, have internal components with greater integrity, since shells with fewer cracks will delay the gas exchange that occurs between the egg and the environment. From oviposition, the egg performs gas exchange with the environment, losing water and carbon dioxide, there may be a change in the internal content of the eggs. Yolk density plus albumen in fresh eggs is very close to the density of water, old eggs tend to have lower specific gravity. The loss of water that occurs in the egg as a result of

evaporation causes a progressive increase in the air chamber and consequently a decrease in the specific gravity of the egg. Santos et al. (14) observed that with the storage of eggs for 21 days, regardless of temperature, causes a decrease in specific gravity when compared to eggs with 7 and 14 days of storage.

The Haugh unit (HU) is an assessment that allows obtaining quick results on egg quality (15). Decreased HU is associated with reduced egg quality due to albumen liquefaction. The fluidization and loss of viscosity of the dense albumen is a consequence of the hydrolysis of the amino acid chains, which release the water when degraded (16).

Eggs can be classified according to HU values, where eggs are divided in categories, as follows: class AA, eggs that have $HU > 72$; class A, eggs with HU between 71 to 60; class B, eggs with HU between 59 and 31; and class C, eggs that have a HU of less than 30 (17). In the present study, it was found that eggs sold in supermarkets and fair venues had the highest HU values, both rated AA (76.34 and 74.96, respectively).

The measurements of albumen quality (pH) are an excellent indicator of egg freshness (10). After ovoposition, the albumen pH naturally increases, due to gas exchange between egg and environment (18), resulting in the carbonic acid dissociation (H_2CO_3), which produces water and carbon dioxide (CO_2) (7). This reaction can be accelerated or delayed according to egg storage conditions. During egg storage, the migration of water from albumen to the yolk occurs, which may result in changes in the palatability of the product (19), in addition to changes in the pH of the yolk. In this study, the highest pH values of albumen and yolk in eggs from grocery stores were observed ($P < 0.001$).

The albumen becomes liquefied and semais may occur leakage of yolk contents due to weakening of the membranes that surround (20). The water when migrating from the albumen to the yolk, during the storage of the eggs, increases the weight of the yolk, making the yolk membrane less elastic and more susceptible to rupture (4).

Large supermarkets have a greater flow of sales, so eggs tend to remain on the shelf for a shorter period. In addition to the lower sales flow, small markets may have a worse egg packaging system and environment refrigeration (without the presence of air conditioning) contributing to a more accentuated loss of internal egg quality. The reduction in the internal quality of these eggs can be explained mainly by the loss of water and carbon dioxide during the storage period and is proportional to the rise in the temperature of the environment, which in small establishments, tends to be higher.

One of the challenges of poultry is providing the consumer with an egg of the best possible standard. Adapting egg quality to consumer preferences has significantly contributed to the success of the poultry industry (21). In supermarkets, there is a large flow of sales and replacement of shelves compared to small establishments located in smaller neighborhoods. This can mean that in these establishments the consumer ends up impaired by purchasing eggs stored for a longer period a consequently lower quality (7).

CONCLUSION

The results showed that eggs sold in supermarkets or local fairs have better internal quality than eggs sold in grocery stores, which is due to the greater flow of sales compared to eggs from small establishments.

REFERENCES

1. Pires PG da S, Pires PD da S, Cardinal KM, Bavaresco C. The use of coatings in

- eggs: A systematic review. *Trends Food Sci Technol.* 2020. Dec;106(August):312–21.
2. FAO - Food and Agriculture Organization of United Nations. World food and agriculture. Statistical Yearbook 2020. [acesso em 21 jan 2021]. Available from: <http://www.fao.org/documents/card/en/c/cb1329en/>
 3. ABPA - Brazilian Association of Animal Protein. Annual Report. 2021.
 4. Oliveira BL, Oliveira DD. Egg quality and Technology. Lavras: UFLA; 2013. 225 p.
 5. ANVISA. National Health Surveillance Agency. RDC N° 35., Mandatory instructions for conservation and consumption on egg labeling (in Portuguese). 2009.
 6. Alsobayel AA, Alshaikhi AM, Al-Abdullatif AA. Quality and weight grades classification of stored commercial Table eggs marketed in supermarket and grocery stores in Riyadh city during winter and summer seasons according to GCC standard. *J Saudi Soc Agric Sci.* 2020 Jul 1;19(5):339–52.
 7. Souza T, Lopes C, Vieira R, Santos C, Silva R, Calixto E, et al. Quality of brown-shelled eggs marketed in different commercial establishments. *Acta Sci.* 2020;42:e46552.
 8. Leandro N, Deus H, Stringhini J, Cafe M, Andrade M, Carvalho F. Aspectos de qualidade interna e externa de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na região de goiânia. *Ciência Anim Bras.* 2005, Sep, 6(2):71–8.
 9. Pires P, Bavaresco C, Prato B, Wirthc M, Moraes P. The relationship between egg quality and hen housing systems - A systematic review. *Livest Sci.* 2021;250: 10459.
 10. Pires P, Bavaresco C, Pires P, Cardinal K, Leuven A, Andretta I. Development of an innovative green coating to reduce egg losses. *Clean Eng Technol.* 2021, Jun, 2:100065.
 11. Liu Y, Chen T, Wu Y, Lee Y, Tan F. Effects of egg washing and storage temperature on the quality of eggshell cuticle and eggs. *Food Chem.* 2016;211:687–93.
 12. Butcher G, Richard D. Egg Specific Gravity - Designing a Monitoring Program. This document is VM72, one of a series of the Veterinary Medicine-Large Animal Clinical Sciences Department, UF/IFAS Extension.
 13. Abdallah A, Harms R, El-Husseiny O. Various methods of measuring shell quality in relation to percentage of cracked eggs. *Poult Sci.* 1993;72:2038–43.
 14. Santos M, Espíndola G, Lôbo R, Freitas E, Guerra J, Santos A. Efeito da temperatura e estocagem em ovos. *Cien Tec Ali.* 2009;29:513–7.

15. Yimenu S, Kim B. Prediction of egg freshness during storage using electronic nose. *Poult Sci.* 2017;96:3733–46.
16. Moreng RE, Avens JS. Anatomia e fisiologia das aves. In: *Ciência e produção de aves.* São Paulo: ROCA; 1990. p. 43–75.
17. Yuceer M, Caner C. Antimicrobial lysozyme-chitosan coatings affect functional properties and shelf life of chicken eggs during storage. *J Sci Food Agric.* 2014 Jan 15;94(1):153–62.
18. Soares R, Borges S, Dias M, Piccoli R, Fassani E, Silva E. Impact of whey protein isolate/sodium montmorillonite/sodium metabisulfite coating on the shelf life of fresh eggs during storage. *LWT – Food Sci Technol.* 2021;139:110611.
19. Figueiredo T, Cançado S, Viegas R, Rêgo I, Lara L, Souza M, et al. Qualidade de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2011;63:712–20.
20. Pires P, Bavaresco C, Leuven A, Gomes B, Souza A, Prato B, et al. Plasticizer types affect quality and shelf life of eggs coated with rice protein. *J Food Sci Technol.* 2020 Mar, 57(3):971–9.
21. Preisinger R. Innovative layer genetics to handle global challenges in egg production. *Br Poult Sci.* 2018, Jan, 59(1):1–6.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-78>

Capítulo 78

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DO LEITE COMERCIALIZADO EM MUNICÍPIOS DO AGRESTE MERIDIONAL DE PERNAMBUCO

Bruna Mirelle Vicente Alves Freitas¹; Jose Nnehanderson Freitas da Silva²

¹Engenheira de Alimentos – UFRPE-UAG; E-mail: bruna_ceeg@hotmail.com

²Engenheiro Agrônomo – UFRPE-UAG; E-mail: Nnehanderson@gmail.com

RESUMO: O leite rico em nutrientes precisa atingir os requisitos básicos de qualidade higiênico-sanitária e os padrões físico-químicos, e, além disso, passar por todo o tratamento térmico sem sofrer alterações organolépticas e nutricionais para o consumo seguro, livre de microrganismos patogênicos garantindo segurança a saúde pública. Objetivo desse trabalho foi analisar a qualidade microbiológica do leite cru obtido em diferentes municípios do Agreste Meridional de Pernambuco. As amostras de leite *in natura* foram adquiridas nos municípios de Bom Conselho, Garanhuns e Saloá. Ao todo foram coletadas 9 amostras, estas foram encaminhadas para o Laboratório de microbiologia da UFRPE-UAG para a realização das análises microbiológicas. Os resultados para *Escherichia coli* foram negativos para todas as amostras analisadas. Para análise de *Staphylococcus*, foi detectada a presença na amostra do leite de Saloá, para análise de coagulase positiva, esta amostra de leite de Saloá foi a única que apresentou resultado positivo. Para *Salmonella*, todas as amostras mostraram ausência total do micro-organismo. Em relação à contagem de Coliformes totais, todas as amostras apresentaram contagem muito superior à permitida por legislação, de no máximo 4 NMP/mL. De acordo com os resultados obtidos pode-se verificar que o leite que apresentou melhor qualidade foi o obtido na cidade de Bom Conselho, no qual não foram detectados resultados positivos para a maioria dos micro-organismos. Entretanto, vale salientar que para solucionar o problema da presença de micro-organismos é fundamental manter boas condições higiênico-sanitários tanto na ordenha quanto no armazenamento, aliados ao uso de tratamentos de pasteurização ou esterilização para garantir a inocuidade do produto.

Palavras-chave: leite; qualidade higiênico-sanitária; refrigeração

INTRODUÇÃO

Devido à sua riqueza de nutrientes, o leite tornou-se um alimento indispensável na dieta dos seres humanos. De acordo com suas características físico-químicas, é um líquido branco e opaco de sabor doce, uma mistura homogênea complexa constituída por um grande número de substâncias que podem apresentar-se em emulsão, como a gordura e substâncias associadas, em suspensão, como as caseínas ligadas a sais minerais, e em solução, como a lactose, as vitaminas e as proteínas do soro. O leite é bastante utilizado

como alimento na dieta em todas as faixas etárias especialmente por ser um dos produtos mais completos em termos nutricionais. Possui alta digestibilidade e valor biológico, possui excelente fonte de proteína e cálcio, contendo teores elevados de tiamina, niacina e magnésio (1), (2).

Do ponto de vista comercial e industrial, o leite de vaca é o que apresenta maior destaque, com uma composição química de 87,3% de água e 12,7% de sólidos totais, que são distribuídos entre as proteínas totais (3,3% a 3,5%), gordura (3,5% a 3,8%), lactose (4,9%), minerais (0,7%) e vitaminas (3).

Diversos fatores podem interferir na quantidade de leite produzida e na sua composição química, físico-química e microbiológica, como por exemplo, a espécie, a raça, a fisiologia, a alimentação, o período de lactação. Fatores relacionados a cada animal, como o período de lactação, o escore corporal ou situações envolvendo estresse também são relevantes quanto à qualidade composicional (4).

Normalmente, a qualidade do leite é influenciada pelas condições higiênico-sanitárias, que estão associadas às etapas de produção, processamento e armazenamento. Desta forma, o controle microbiológico pode ser uma ferramenta essencial, para garantir que este produto está apto para o consumo. Os microrganismos indicadores quando presentes em um alimento, podem sinalizar a ocorrência de contaminação fecal, provável presença de patógenos, deterioração potencial do alimento, além de ser parâmetro indicativo de condições sanitárias precárias, seja no processamento, produção ou armazenamento (5), (6).

O comércio de leite *in natura* sem os devidos cuidados relacionados à refrigeração ocasiona em aumento na susceptibilidade de deterioração, contribuindo para reduzir a qualidade do produto. O resfriamento é importante pois garante a qualidade microbiológica e a segurança do leite e seus derivados (7).

O leite cru refrigerado produzido em propriedades rurais, é mantido sob refrigeração e será encaminhado aos estabelecimentos de responsabilidade sanitária oficial de leite e derivados. O leite *in natura* dentro da propriedade deve ser armazenado por até 48 horas, em uma temperatura de até 7°C, pois é um meio de desenvolvimento para microrganismos psicotrópicos. Uma das formas de identificação de higiene do leite é a contagem de células somáticas, o valor permitido de até 400.000 células por mililitro de leite. O leite cru refrigerado deve apresentar limite máximo para Contagem Padrão em Placas de até 900.000 UFC/mL antes do seu processamento no estabelecimento beneficiador (8).

A presença de determinados micro-organismos no leite, como por exemplo, os Coliformes, utilizados como indicadores das condições sanitárias durante o processamento, o *Staphylococcus aureus*, indicador da deficiência do processo de refrigeração, e a *Salmonella*, podem ser sinalizadores de uma possível ocorrência de contaminação (6).

Como a presença de micro-organismos no leite pode causar intoxicação alimentar, objetivou-se neste trabalho analisar a qualidade microbiológica do leite cru obtido em diferentes municípios do Agreste Meridional de Pernambuco.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de leite *in natura* foram adquiridas nos municípios de Bom Conselho, Garanhuns (amostras 1 e 2) e Saloá, foram escolhidas estas cidades devido à proximidade entre elas com o local onde foi realizado as análises, no laboratório de microbiologia da UFRPE-UAG.

Ao todo foram coletadas 9 amostras de leite em diferentes pontos de comercialização do produto. A coleta das amostras foi realizada diretamente do recipiente no qual o leite era armazenado (latão, tanque de expansão, etc.) para frascos esterilizados, estes foram acondicionadas em ambiente isolante térmico com gelo, em temperatura inferior a 4°C e encaminhadas diretamente para o Laboratório para a realização das análises.

Foram feitas análises microbiológicas para verificar a presença de: *Staphylococcus aureus*, *Coliformes* totais, *Escherichia coli* e *Salmonella*. Para realização das análises microbiológicas foi seguida a metodologia recomendada pelo Ministério da Agricultura (9), utilizando o método ISO 6579/2007 (10) e (11).

Inicialmente fez-se o preparo dos inóculos para as análises microbiológicas. Os inóculos foram preparados pesando-se $25 \pm 0,2$ g da amostra de leite em 225 mL de solução salina peptonada 0,1%, posteriormente homogeneizadas, e inoculadas 0,1 mL, diluição 10-1.

1.1 Contagem de *Staphylococcus aureus*

A inoculação foi realizada sobre a superfície seca do ágar Baird-Parker (BP) utilizando-se diluições de 10-1, espalhadas com auxílio de alça de Drigalski. as placas invertidas foram incubadas em estufa a 36 ± 1 °C por 48 horas. Para a confirmação de *S. aureus* selecionaram-se três colônias típicas (negras brilhantes com anel opaco) de cada placa para teste da coagulase em tubo (semear cada colônia em tubos com BHI para confirmação, incubar a 36 ± 1 °C, por 24 horas).

1.2 Contagem de *Coliformes* totais

A inoculação foi realizada por profundidade em placas utilizando o meio ágar vermelho violeta bile (VRB), incubadas em estufa a 36 ± 1 °C por 24 horas, após realizada a contagem de *Coliformes* totais.

1.3 *Escherichia coli*

As placas positivas para *Coliformes* totais foram repicadas em tubos contendo 10mL de caldo E.C., estes foram incubados por 24 horas a 45 °C em banho Maria. Para determinar a presença de *E. coli*, os tubos com gás foram analisados sob luz ultravioleta, os positivos apresentaram fluorescência azul.

1.4 *Salmonella*

As amostras foram inoculadas em tubos contendo caldo Rappaport Vassiliadis, e em tubos com caldo Selenito Cistina. Ambos os tubos foram incubados a $41 \pm 0,5$ °C em banho Maria com agitação por 24 horas. A partir dos caldos seletivos de enriquecimento, foram feitos repiques sobre a superfície de placas com ágar BPLS, estriando de forma a obter colônias isoladas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos podem ser vistos na tabela 1. Das amostras analisadas, apenas a obtida em Bom Conselho não apresentou resultado positivo para *Salmonella* H2S. Contudo, para *Salmonella* lactose as amostras de Bom Conselho e Garanhuns 1 mostraram resultado positivo.

Os resultados para *Escherichia coli* foram negativos para todas as amostras analisadas.

Na análise de *Staphylococcus*, foi detectada a presença na amostra do leite de Saloá, para análise de coagulase positiva, esta amostra de leite de Saloá foi a única que apresentou resultado positivo.

Tabela 1: Resultados das análises de leite *in natura* coletado em algumas cidades da mesorregião do Agreste Meridional de Pernambuco

Micro-organismo	Leite Bom Conselho	Saloá	Garanhuns 1	Garanhuns 2
<i>Salmonella</i> H ₂ S	Ausente	Presente	Presente	Presente
<i>Salmonella lactose</i>	Presente	Ausente	Presente	Ausente
<i>E. coli</i>	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausente	2x10 ⁴ UFC/mL	Ausente	Ausente
<i>Coliformes</i> totais	20 NMP/mL	18 NMP/mL	35 NMP/mL	15 NMP/mL

Fonte: Autor, 2021

Para análise de *Salmonella*, todas as amostras mostraram estar fora dos padrões regulamentados, que exigem ausência total do micro-organismo.

Em relação à contagem de *Coliformes* totais, todas as amostras apresentaram contagem muito superior à permitida por legislação, de no máximo 4 NMP/mL. Estes resultados corroboram aos resultados encontrados por (12), cujas análises mostraram qualidade microbiológica inferior do leite cru comercializado na cidade de Solânea - PB para coliformes totais. Contudo, em nenhuma das amostras foi observada a presença de *E. coli*, mostrando que para este micro-organismo as amostras estão dentro do padrão regulamentado (total ausência).

A amostra de Saloá foi a única que apresentou coagulase positiva, no valor de 2x10⁴ UFC/mL, estando fora dos padrões microbiológicos regulamentados (103 UFC/mL). Em seus estudos obteve 23,3% de resultados positivos para *Staphylococcus* coagulase positiva, estando todos eles acima do nível permitido, resultados similares aos encontrados neste trabalho (13).

As amostras de leite apresentaram-se com elevada contagem de coliformes, presença de *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* H₂S e *Salmonella lactose*, indicando contaminação após a ordenha e o/ou armazenamento inadequado, visto que com o processamento ou tratamento térmico adequado, estes microrganismos são eliminados ou reduzidos a um nível aceitável, já os patogênicos são eliminados.

O leite cru destinado a fabricação de leite tipo A e seus derivados deve apresentar contagem padrão trimestral em placas de no máximo 10.000 UFC/mL. Para o leite pasteurizado, é permitido contagem padrão em placas (máximo de 3,0 x 10⁵ UFC/mL), contagem de coliformes a 35 °C (máximo de 4 NMP/mL) e contagem de coliformes a 45 °C (máximo de 2 NMP/mL) (14).

CONCLUSÕES

De acordo com a análise dos resultados obtidos pode-se verificar que o leite que apresentou melhor qualidade foi o obtido na cidade de Bom Conselho, no qual não foram detectados resultados positivos para a maioria dos micro-organismos. Entretanto, vale salientar que os leites analisados eram crus, ou seja, não haviam passado por nenhum tratamento térmico, de modo que, para solucionar o problema da presença de micro-organismos podem ser utilizados tratamentos de pasteurização ou esterilização para garantir a segurança do alimento destinado para consumo humano.

REFERÊNCIAS

1. Dias, R. V. C. Principais métodos de diagnósticos e controle da mastite bovina. *Acta Veterinária Brasília*, v. 1, n. 1, p. 23-27, 2007.
2. Santana, Y. A. G.; Fernandes, P. C. A.; Santana, M. C. M. S.; Alves, L. B. S.; Ferreira, S. B. Análise microbiológica do leite de vacas com mastite subclínica no município de Bom Jesus-PI. *Nutritime Revista Eletrônica, on-line, Viçosa*, v. 13, n. 2, p. 4594-4600, 2016.
3. Sgarbieri, V. C. Revisão: Propriedades estruturais e físico-químicas das proteínas do leite. *Braz. J. Food Technol.*, v. 8, n. 1, p. 43-56, 2005.
4. Brito, M. A. V. P.; Brito, J. R. F. B. Qualidade do leite. Embrapa, 2005. Disponível em: http://www.fernandomadalena.com/site_arquivos/903.pdf. Acesso em: 02/07/2021.
5. Souza, V.; Nader Filho, A.; Ferreira, L. M.; Cereser, N. D. Características microbiológicas de amostras de leite de tanque comunitário. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 61, n. 3, p. 758-761, 2009.
6. Salvador, F. C.; Burin, A. S.; Frias, A. A. T.; Oliveira, F. S.; Faila, N. Avaliação da Qualidade Microbiológica do Leite Pasteurizado Comercializado em Apucarana-PR e região. *Revista F@pciência, Apucarana-PR*, v. 9, n. 5, p. 30-41, 2012.
7. Silva; T. O.; Sandi; A. L. S.; Oliveira; T. C.; Tranches; T. A.; Cardoso, P. F. Qualidade do leite cru comercializado no município de Muzambinho/MG. 7º Jornada Científica e Tecnológica do IF Sul de Minas, Poços de Caldas, 2015.
8. Jesus, E, L. Qualidade do leite cru refrigerado sob inspeção federal: revisão de literatura. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Medicina Veterinária) - Rolim de Moura, RO. Fundação Universidade Federal de Rondônia 2018.
9. BRASIL. Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária (DISPOA). Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. *Diário Oficial da União, Brasília*, 26 de agosto de 2003. Seção 1.

10. AOAC - Association of Official Analytical Chemists. Official Method 972.32 (16.5.11). In: Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of AOAC International. 19.ed. Maryland: AOAC, 2012. Rev. 2013.
11. Lancette, G. A.; Bennett, R. W. Staphylococcus Aureus and Staphylococcal Enterotoxins. In: Downes, F. P. and Ito, K., Eds., Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, 4 Edition, APHA, Washington DC, 387-403, 2001.
12. Amaral, C. R. S.; Santos, E. P. Leite cru comercializado na cidade de Solânea, PB: Caracterização Físico-Química e Microbiológica. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.13, n. 1, p.7-13, 2011.
13. Alves, L. M. C.; Amaral, L. A.; Corrêa, M. R.; Sales, S. S. Qualidade microbiológica do leite cru e de queijo de coalho comercializados informalmente na cidade de São Luís – MA. Pesquisa em Foco, v. 17, n. 2, p. 01-13, 2009.
14. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. Aprova e oficializa o Regulamento Técnico de identidade e qualidade de leite pasteurizado tipo C refrigerado. Diário Oficial da União, Brasília, 20 de setembro de 2002. Seção 1.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-79>

Capítulo 79

APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA 3D EM ALIMENTOS DE ORIGEM ANIMAL: REVISÃO

Ana Paula Rodrigues dos Santos¹; Ana Luiza Castro dos Santos²

¹Estudante do Curso de Medicina Veterinária - CCA – UEMA; E-mail: rodriguespaulaana10@gmail.com, ²Estudante de pós-graduação em Ciência Animal - CCA – UEMA. E-mail: analuizacastros@hotmail.com.

RESUMO: Conhecida popularmente como impressão 3D e o termo bastante mencionado nos meios de comunicação, a prototipagem rápida ou manufatura aditiva é uma tecnologia cuja finalidade inicial era a criação de maquetes e protótipos industriais, mas que com o passar dos anos também visou quebrar paradigmas em outros setores, como no setor alimentício.

Estima-se que nos próximos 30 anos, os sistemas alimentares irão enfrentar uma confluência de pressões centradas no acesso à alimentação, nutrição e sustentabilidade dos sistemas agroecológicos, os quais induzirão à profundas mudanças no sistema alimentar. Nesse contexto, a impressão de alimentos tridimensionais (3D) é uma tecnologia que permitirá a transformação do mercado existente, proporcionando assim conveniências, praticidade e até a personalização na fabricação de alimentos diferenciados. Logo, visa-se aqui ressaltar a importância da incrementação de novas tecnologias na indústria de alimentos de origem animal, bem como a visão oportuna da aplicabilidade da impressão 3D em diferentes setores e a explanação dos desafios ainda enfrentadas.

Palavras-chave: impressão 3D; desafios; manufatura aditiva; personalização; sustentabilidade

INTRODUÇÃO

Ainda que haja relatos de inúmeras especulações ocorridas no passado, foi somente em 1987 que surgiu a primeira impressora 3D, criada e patenteada por Charles Hull, também fundador da companhia hoje conhecida como 3D Systems. A princípio tal invenção utilizaria o método batizado de “*Stereolithography*”, caracterizado pela solidificação de camadas finas de polímeros líquidos sensíveis à luz ultravioleta, mediante a utilização de um laser (1). Já nos anos 2000 surgiram as primeiras impressoras 3D desktop, estas compactadas e com tamanho suficiente para serem utilizadas no uso doméstico e no contexto de pequenos negócios (2).

Apesar de popularmente conhecida como impressão 3D e o termo bastante mencionado nos meios de comunicação, a prototipagem rápida ou manufatura aditiva é uma tecnologia cuja finalidade inicial era a criação de maquetes e protótipos industriais, mas que com o passar dos anos também visou quebrar paradigmas em outros setores, como no setor alimentício. Infelizmente os seus custos ainda não chegaram a um patamar no qual

seja viável para uma pessoa imprimir a própria comida em sua casa, de modo rápido e barato (3).

Inicialmente o dispositivo não exigiria do operador nenhuma experiência culinária, podendo este ser facilmente utilizado na complementação da ingesta diária humana. Outro ponto é o de que a impressão de alimentos sob demandas personalizadas também minimizaria os desperdícios dentro dos processos industriais e conseqüentemente, criam a necessidade de elaboração de protótipos para aplicativos de impressão 3D, permitindo uma pré-visualização e avaliação dos modelos alimentares (4).

Estima-se que nos próximos 30 anos os sistemas alimentares enfrentarão uma confluência de pressões centradas no acesso à alimentação, nutrição e sustentabilidade dos sistemas agroecológicos, os quais induzirão à profundas mudanças no sistema alimentar. Essas mudanças implicarão na necessidade de novas abordagens sobre como lidar com as tensões relacionadas às possíveis interrupções nas cadeias produtoras e também na eficiência do uso de novos recursos tecnológicos (5). De acordo com um relatório de pesquisa publicado pela *MarketsandMarkets*, o tamanho do mercado global de impressão 3D deve crescer de US \$ 12,6 bilhões em 2021 para US \$ 34,8 bilhões em 2026, com uma taxa de crescimento anual composto de 22,5%. (6).

Logo, a impressão de alimentos tridimensionais (3D) é uma tecnologia que permitirá transformar o mercado existente, proporcionando conveniências, praticidade e até personalização na fabricação de alimentos diferenciados. Entretanto, os alimentos digitais correspondem a um campo de conhecimento ainda em construção na literatura, onde ressalta-se que tais impressões não iriam sanar todas as necessidades nutricionais e muito menos substituir as técnicas de culinária existentes (4). Portanto, todos os fatores mencionados até aqui, contribuiriam significativamente como incentivo à construção de uma revisão de literatura que ressaltasse a importância da incrementação de novas tecnologias na indústria de alimentos de origem animal, bem como a explanação dos desafios ainda enfrentados.

IMPRESSÃO 3D NO SETOR DE LÁCTEOS

De acordo com estudos preliminares de pesquisadores da Universidade College Cork, na Irlanda, alguns tipos de queijos, como os fundidos, possuem os parâmetros adequados para a impressão 3D. Verificou-se através de ciclos de compressão e descompressão, que o queijo impresso, quando comparado ao queijo convencional, exigiu menos força de compressão, ou seja, se mostrou mais macio e suave. Entretanto o queijo obtido por impressão 3D exibiu uma coloração mais escura, possível resultado da modificação do tamanho e da morfologia dos glóbulos de gordura durante o processamento (7).

Outra referência na aplicação da tecnologia de impressão 3D no setor de laticínios são os produtos fabricados pela Perfect Day®, que levam a fama por também serem veganos, ricos em proteínas, sem lactose, hormônios, antibióticos ou colesterol e que possuem uma vida útil mais longa do que o leite tradicional. A introdução da tecnologia se dá pela produção da caseína e proteínas do soro molecularmente idênticas às proteínas encontradas no leite das vacas, obtidas pela inserção de uma versão modificada de DNA bovino (vaca) na microflora de leveduras. O material genético introduzido é responsável por instruir as leveduras a produzirem soro de leite e caseína quando fermentadas com açúcar, sendo a impressora 3D utilizada para colocar o DNA em locais específicos da levedura. Após a fermentação a microflora é filtrada, restando apenas as proteínas lácteas, que combinadas

com gorduras vegetais, água, vitaminas e minerais permitem a elaboração de produtos como queijos, iogurtes e sorvetes, com propriedades nutricionais semelhantes, sabor e textura semelhantes ao produto convencional (8).

Em outros estudos foram avaliados o desempenho da impressão 3D de uma pasta de proteína do leite (com adição da proteína isolada do soro) e o aumento correspondente no teor total de proteína na formulação, onde observou-se que a pasta baseada em leite em pó semidesnatado (com 60% de teor de sólidos totais) rendeu excelente capacidade de impressão, enquanto a pasta à base de leite em pó desnatado não apresentou desempenho satisfatório (9). O desempenho da impressão tridimensional baseada na extrusão é otimizado quando a pasta de leite em pó é preparada com concentrado proteico do leite e isolado de proteína de soro de leite na proporção de 5/2, garantindo a viscosidade e resistência mecânica adequadas para deposição e adesão, com precisão geométrica e maior fidelidade de impressão (10).

Esses resultados ressaltam a necessidade de busca pelo conhecimento das propriedades e componentes dos produtos lácteos no processo de impressão, que permitiria a utilização de tintas alimentares à base de lácteos até fora da indústria de alimentos, como na inclusão dos produtos farmacêuticos, onde a lactose purificada é usada como agente de volume para comprimidos (11).

Nas versáteis propriedades tecnológicas dos principais constituintes do leite, observa-se um grande potencial de fonte de matéria-prima oportuna para a impressão 3D de alimentos. Entretanto, um ponto a ser analisado é a distribuição da água, sendo esta intimamente relacionada às propriedades físicas dos materiais alimentares, de modo que quando um gel forte é formado, a mobilidade da água é restrita na estrutura do gel (12). Já o comportamento reológico de um gel de proteína é determinado pelo tamanho do grânulo de distribuição, formato do grânulo e interação proteína-proteína (13).

Quanto a queda rápida na viscosidade do gel composto, esta é observada como uma resposta ao aumento da tensão de cisalhamento, onde a incorporação da proteína concentrada do leite (MPC) aumentou consideravelmente a viscosidade. Portanto, uma "tinta ideal" deve apresentar características semelhantes a um gel, ter viscosidade adequada para ser extrudada como um filamento autônomo e com uma resistência mecânica suficiente para manter a integridade estrutural após a impressão. Tais técnicas de caracterização podem ainda ser utilizadas para avaliar a capacidade de impressão 3D de outras matérias moles (10).

IMPRESSÃO 3D NA PRODUÇÃO DE CÁRNEOS

Quando se pensa a respeito das alternativas que estão surgindo para substituir a carne animal, é muito comum confundir os termos carne vegetal e carne cultivada. Enquanto o primeiro busca a criação de uma proteína similar a carne bovina, mas baseada e desenvolvida por plantas, o segundo busca desenvolver uma carne de laboratório, por meio de biotecnologia (14).

Estima-se que até em 2050, várias proteínas cultivadas em laboratórios estarão disponíveis e serão incorporadas às dietas dos consumidores. Inúmeras empresas de tecnologia já começaram a investir em carne cultivada em laboratório, com destaques para Memphis Meats (EUA), Aleph Farms (Israel), Higher Steaks (Reino Unido), Mosa Meat (Holanda) e Meatable (Holanda), onde todas competem pela viabilização mercadológica da carne cultivada em laboratórios. Embora as proteínas de origem vegetal se concentrem atualmente em imitar carne processada, há a previsão de que isso seja estendido a

praticamente todos os tipos de proteínas de origem animal, como nos cortes de peixes ou ovos (5).

Uma notícia que gerou bastante impacto foi a de que a carne foi cultivada pela primeira vez no espaço através da tecnologia 3D. O experimento ocorreu na Estação Espacial Internacional (ISS), onde neste caso, a carne bioimpressa em 3D foi originada a partir do cultivo de duas células bovinas, que imitaram a regeneração do tecido muscular de uma vaca. É válido lembrar que o amadurecimento de órgãos e tecidos bioimpressos com gravidade zero ocorre muito mais rápido do que nas condições de gravidade terrestre (15).

A empresa israelense Redefine Meat apresentou ao mercado a sua inédita impressora 3D, as quais quando alimentadas com uma combinação de plantas e moléculas bovinas são capazes de imprimir filés que, visualmente, são semelhantes aos bifês tradicionais. A mesma afirma que o sabor remete ao das carnes de verdade, com obtenção de um produto com a mesma consistência e que imita músculos e gorduras da carne. Tais máquinas teriam a capacidade de produzirem 20 quilos por hora, o suficiente para abastecer um restaurante de porte médio (16).

Sob influência dos novos avanços, Kuszer (17) elaborou um trabalho cujo objetivo era entender melhor o ecossistema brasileiro de startups e apresentar um modelo de negócio para esse tipo de empreendimento, aplicando o conceito de transferência de tecnologia israelense. Segundo ele, as pessoas que se definem como vegetarianas ou veganas, consumidores preocupados com uma alimentação mais saudável e com um mundo mais sustentável são os que inicialmente demonstrariam maior interesse nos produtos impressos.

Neste ano a startup israelense Future Meat inaugurou a primeira fábrica de carne cultivada do mundo, produzindo carne de frangos, porcos e cordeiros. A mesma possui capacidade para produzir 500 kg de alimentos por dia (aproximadamente 5 mil hambúrgueres de tamanho médio) e alega que a carne cultivada gera 80% menos emissões de gases de efeito estufa, usa 99% menos terra para pastagens e consome 96% menos água do que uma produção convencional de carne (18).

A consciência dos consumidores e a aceitação desse tipo de alimento pode representar um grande desafio. É o caso do projeto Insects Au Gratin que investiga a possibilidade de usar filamento de pasta de inseto extrudado dimensionalmente (3D) como um método de criação de alimentos. A farinha à base de proteína de larvas, grilos e pupas de bicho-da-seda, foi combinada com transportadores de alimentos (manteiga de confeiteiro, chocolate, cream cheese ou especiarias) para formar uma pasta extrudável e impressa em formas inspiradas em insetos. Tal estudo ainda afirma que os insetos são muito eficientes na conversão da vegetação em proteínas comestíveis, cheias de vitaminas e minerais, onde quatro grilos forneceriam tanto cálcio quanto um copo de leite e os “besouros de esterco” contêm mais ferro do que a carne (19).

Portanto, uma série de métodos de impressão 3D são utilizados, como a extrusão, a impressão a jato de tinta, deposição de ligação ou bioimpressão, sendo aplicados a materiais pastosos, alimentos à base de líquidos, alimentos à base de pó e células de cultura (20). Nesse cenário, além das carnes vermelhas tradicionais e as carnes exóticas, também foram realizados estudos que avaliaram a adequação da carne de peru impressa adicionada de transglutaminase e gordura de bacon para pós-processamento (21), a impressão do surimi de peixe (22) e a impressão 3D de atum por meio de purê de atum e vegetais (23).

CONCLUSÕES

Atualmente, com o avanço das pesquisas que investigam o potencial da impressão 3D nos alimentos de origem animal e a oferta de vários modelos de impressoras 3D já disponíveis no mercado, parece cada vez mais possível que a humanidade poderá consumir alimentos impressos em um futuro próximo.

A introdução de novas tecnologias no setor alimentício precisa estar aliada aos princípios fundamentais relativos à forma como tais processos afetam as microestruturas dos alimentos, frisando a necessidade de investigação das características físico-sensoriais para uma maior diversificação nas áreas de aplicação.

A aceitação de novas tecnologias pelo consumidor também é um obstáculo a ser superado, onde se é necessário garantir que os produtos oriundos dessa tecnologia não sejam associados a um conceito de artificialidade pelos consumidores. Logo, é recomendado que tais alimentos sejam apresentados de forma bastante clara, associando-as às suas inúmeras vantagens.

REFERÊNCIAS

1. Wohlers T, Gornet T. History of additive manufacturing. Wohlers report, 2014, 24:118.
2. Assis MAP. Impressão 3D, modelos de negócios e os novos cenários para a propriedade intelectual [Dissertação]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais – Instituto de Ciências Biológicas; 2018.
3. Figueirêdo TGB. Impressão 3d e os impostos sobre o consumo [Monografia]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Direito; 2021.
4. Leandro S M, Pessoa J D C. Protótipo de aplicativo para dispositivos móveis compatível com uma impressora 3d de alimentos. Multiciência, São Carlos, 2016;14:35-52.
5. Fitch Ratings. Global Economic Outlook: Crisis Update May 2020. [Internet]. Fitchwire; 2020. [Acesso em 11 de junho de 2020]. Disponível em: https://app.fitchconnect.com/search/research/article/RPT_10123265.
6. Mehra A. 3D Printing Market worth \$34.8 billion by 2026. [Internet]. 2021. [Acesso em: 09 de agosto de 2021]. Disponível em: <https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/3d-printing.asp>
7. Tohic C, O’Sullivan JJ, Drapala KP, Chartrin V, Chan, T, Morrison, AP, Kerry JP, Kelly AL. Effect of 3D printing on the structure and textural properties of processed cheese. J Food Eng, 2020; 220: 56-64.
8. Cameron. Perfect Day is 3D printing dairy milk without the cow. [Internet]. 2018. [Acesso em: 09 de agosto de 2021]. Disponível em: <https://www.3ders.org/articles/20181120-perfect-day-is-3d-printing-dairy-milk-without-the-cow.html>
9. Lille M, Nurmela A, Nordlund E, Metsä-Kortelainen S, Sozer M. Applicability of Protein and Fiber-rich Food

- Materials in Extrusion-based 3D Printing. *J Food Eng.* 2018; 220: March 2018: 20–27.
10. Liu Y, Liu D, Wei G, Ma Y, Bhandari B, Zhou P. 3D printed milk protein food simulant: Improving the printing performance of milk protein concentration by incorporating whey protein isolate. *Innov Food Sci & Emerg Techn.* 2020; 49:116-126.
 11. Ross MM, Kelly AL, Crowley SV. Potential Applications of Dairy Products, Ingredients and Formulations in 3D Printing. *Fundamentals of 3D Food Printing and Applications.* Elsevier, 2019.
 12. Yang F, Zhang M, Bhandari BR, Liu Y. Investigation on lemon juice gel as food material for 3D printing and optimization of printing parameters. *LWT - Food Sci and Tech*, 2018; 87:67-76.
 13. Dankar I, Haddarah A, Omar FE, Sepulcre F, Pujolà M. Assessing the microstructural and rheological changes induced by food additives on potato puree. *Food Chemistry*, 2018; 240: 304-313.
 14. Stephens N, Silvio LD, Dunsford I, Ellis M, Glencross A, Sexton A. Bringing cultured meat to market: technical, socio-political, and regulatory challenges in cellular agriculture. *Trends in Food Science & Technology*, 2018; 78:155-16
 15. Gohd C. Meat Grown in Space for the First Time Ever. [Internet]. 2019. [Acesso em: 09 de agosto de 2021]. Disponível em: <https://www.space.com/meat-grown-in-space-station-bioprinter-first.html>
 16. Segalla A. Equipamentos 3D são capazes de imprimir de um tudo – agora, até carnes. [Internet]. 2020. [Acesso em: Acesso em 09 de agosto de 2021]. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/tecnologia/equipamentos-3d-sao-capazes-de-imprimir-de-um-tudo-agora-ate-carnes/>
 17. Kuszer B. Desenvolvimento do modelo de uma startup de biotecnologia, para a criação de carne cultivada com transferência de tecnologia israelense: uma pesquisa-ação. [Tese] Niterói: Universidade Federal Fluminense - Escola de Engenharia; 2020.
 18. Martin N. 5,000 burgers a day: World's first cultured meat production plant opens in Israel. [Internet]. 2021. [Acesso em: Acesso em 09 de agosto de 2021]. Disponível em: <https://www.israelhayom.com/2021/06/24/5000-burgers-a-day-worlds-first-cultured-meat-production-plant-opens-in-israel/>
 19. Soares S, Forkes A. Insects Au gratin-an investigation into the experiences of developing a 3D printer that uses insect protein based flour as a building medium for the production of sustainable food. 16th International conference on Engineering and Product Design Education

- (E&PDE14), Design Education and Human Technology Relations, University of Twente, The Netherlands, 04-05.09. 2014.
20. Godoi, FC, Prakash, S, Bhandari BR (2016). 3D printing technologies applied for food design: status and prospects. *Journal of Food Engineering*, 179, 44-54.
 21. Lipton J, Arnold D, Nigl F, Lopez N, Cohen D, Norén N, Lipson H. Multi-material food printing with complex internal structure suitable for conventional post-processing. *Annual International Solid Freeform Fabrication Symposium*, Austin, Texas, 2010
 22. Kouzani AZ, Adams S, Whyte DJ, Oliver R, Hemsley B, Palmer S, Balandin S. 3D printing of food for people with swallowing difficulties. *KnE Engineering*. 2017; 2:23-29.
 23. Wang L, Zhang M, Bhandari B, Yang C. Investigation on fish surimi gel as promising food material for 3D printing. *J Food Eng*. 2018; 220:101-108.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-80>

Capítulo 80

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE REQUEIJÃO CREMOSO COM POLPA DE FRUTAS

Aline Finatto Alves¹; Márcia Liliane Rippel Silveira²; Andréia Cirolini³; Vanessa Pires da Rosa⁴

¹Tecnóloga em Alimentos – UFSM; E-mail: aline_finatto@yahoo.com.br, ²Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos – CCR– UFSM; E-mail: marciarippel@gmail.com, ³Docente Universidade Federal de Santa Maria – UFSM; E-mail: andreiacirolini@gmail.com, ⁴Docente Universidade Federal de Santa Maria – UFSM; E-mail: vprosa_rs@hotmail.com

RESUMO: Produto típico do Brasil, o requeijão cremoso é o mais consumido no país quando comparado aos outros queijos fundidos. Através desse grande consumo novos mercados do produto com a adição de novos ingredientes em sua composição ganham destaque e espaço. Devido à importância do requeijão cremoso no mercado brasileiro este trabalho teve como objetivo desenvolver e caracterizar quanto aos seus parâmetros físico-químicos o requeijão cremoso doce com adição de polpas de frutas. A partir da elaboração base do requeijão foram desenvolvidas três formulações com 5% de polpa nos sabores morango, pêssego e coco. Foram realizadas análises físico-químicas em triplicata para determinar a acidez titulável, pH, umidade, cinzas totais, proteínas e gordura. As amostras diferiram significativamente todos os parâmetros analisados, com exceção do teor de gordura, onde não houve diferença significativa entre a amostra de requeijão com sabor de morango e requeijão com sabor de pêssego. O requeijão cremoso com adição de polpa de morango, pêssego e coco apresentaram valores satisfatórios e de acordo com a legislação e literatura, sendo um possível potencial viável na contribuição do desenvolvimento de novos produtos lácteos.

Palavras-chave: coco; morango; pêssego; polpa de frutas; requeijão cremoso

INTRODUÇÃO

Originalmente o requeijão era considerado um subproduto, sendo elaborado a partir do soro do leite nas regiões onde eram produzidos creme para obtenção de manteiga (1).

Fabricado em quase todo território nacional, sendo um produto tipicamente brasileiro, o requeijão é desenvolvido com variações de tecnologia e características, que se difere de região para região. Comercialmente encontramos no mercado o produto com diversos teores de umidade, sendo ele cremoso ou então bastante firme, sendo possível de ser cortado em fatias, como é o caso do requeijão do Norte (2).

A legislação brasileira através da Portaria nº359 aprova o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Requeijão que define requeijão cremoso como o produto obtido por fusão de uma massa coalhada, dessorada e lavada, obtida por coagulação ácida e/ou enzimática do leite com adição de creme de leite e/ou manteiga e/ou gordura anidra de leite ou butter oil. Podendo ser adicionado de condimentos, especiarias

e outras substâncias alimentícias. A denominação requeijão está reservada ao produto no qual a base láctea não contenha gordura e/ou proteína de origem não láctea (3).

A produção de queijos processados no país mostra um aumento considerável, este crescimento é notável na produção total deste tipo de queijo, englobando os queijos fundidos, requeijão culinário e o requeijão cremoso, com destaque para este último. Diante o aumento do consumo e da produção de requeijão, surgiram no mercado novos produtos com adição de diversos ingredientes, devendo ser denominados “requeijão com” (4).

Com a globalização da economia e a entrada de novos produtos no mercado, a indústria de laticínios busca manter-se competitiva e investe em novos produtos e processos, com destaque especial para os queijos cremosos (5).

As frutas são ricas em compostos biativos e fibras. Além do seu consumo in natura, tem-se mostrado como uma potencial opção para agregar valor aos produtos da agroindústria, principalmente os produtos lácteos, visando melhorar seu valor nutricional e sensorial (6).

Vista ao grande consumo do requeijão e suas diferentes formas de uso e a diversidade das polpas de frutas que agregam cores e sabores, a união desses alimentos pode gerar um novo produto com características próprias e muito interessantes. Assim, tornando-se um possível novo produto para as indústrias de laticínios.

Considerando a importância do requeijão cremoso no mercado brasileiro e o interesse crescente do consumidor e da indústria por novos alimentos, este trabalho teve como objetivo desenvolver e caracterizar quanto aos seus parâmetros físico-químicos o requeijão cremoso doce com adição de polpas de frutas nos sabores morango, coco, pêssego.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras foram preparadas de acordo com a Instrução Normativa nº 68 de 2006 do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) – Métodos analíticos oficiais físico-químicos para controle de leite e produtos lácteos (7).

O requeijão cremoso com adição de polpa de fruta foi elaborado no laboratório de leites da Universidade Federal de Santa Maria. Foram desenvolvidas três formulações de diferentes sabores (morango, pêssego e coco) partindo-se da mesma elaboração base, conforme descrito na tabela 1.

Tabela 1- Formulação de requeijão com sabores de frutas.

Formulação	Massa	Creme	Sal Fundente	Água	Sorbato de Potássio	Polpa da Fruta
Requeijão sabor morango	49,0%	24,5%	1,3%	24,0%	0,05%	5,0%
Requeijão sabor pêssego	49,0%	24,5%	1,3%	24,0%	0,05%	5,0%
Requeijão sabor coco	49,0%	24,5%	1,3%	24,0%	0,05%	5,0%

Fonte: autora

Para a fabricação do requeijão o leite foi colocado em um tanque queijomatic após foi adicionado cloreto de cálcio e o fermento láctico liofilizado composto (*Streptococcus termophilus*) puro, e posteriormente adicionou-se o coalho bovino a 33°C. Após coagulação do leite realizou-se o corte da coalhada, a mesma foi aquecida até a temperatura de 42°C em agitação por um tempo aproximado de 30 minutos. Após o ponto a massa foi pré-prensada em uma drenoprensa pneumática para extrair um pouco do soro, logo após a mesma foi cortada e colocada em um tanque de fermentação até chegar ao pH ideal (5,2). Em seguida a massa foi pesada e colocada na máquina de requeijão e foi adicionado o sal fundente, creme de leite fresco e parte da água para ajudar na agitação e mistura de todos os ingredientes.

Posteriormente foi realizado o aquecimento com vapor direto em alta rotação até atingir 90°C, por 10 minutos ou até a total cremificação do produto. Após, foi realizado o resfriamento através da (saia) camisa dupla do equipamento com água fria até atingir 72°C e adicionado 160 mL de ácido láctico 85% ficando o pH final em 5,75.

O produto foi fracionado em três partes iguais em diferentes recipientes nos quais foi realizada a adição das polpas das frutas na proporção de 5% cada uma delas. Em seguida, o produto foi embalado em potes de plástico. O requeijão foi resfriado por 24 horas e após foram realizadas suas análises físico-químicas. Na figura 1 abaixo estão os três produtos elaborados com os diferentes sabores de requeijão: morango, pêssego e coco.



Figura 1 – Da esquerda para direita: requeijão sabor morango, requeijão sabor pêssego e requeijão sabor coco.

Fonte: autor

As análises físico-químicas realizadas foram de acidez titulável (em % de ácido láctico), pH (método potenciométrico), umidade (secagem em estufa), cinzas totais (incineração em mufla), proteínas (método de Kjeldahl) e gordura (método butirométrico de Gerber para queijo), conforme metodologias descritas na Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006 do MAPA – Métodos analíticos oficiais físico-químicos para controle de leite e produtos lácteos (7). Todas as análises foram feitas em triplicata.

Os resultados obtidos foram tratados estatisticamente pela análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, utilizando o software estatístico SASM - Agri® versão 4.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos através das análises físico-químicas para o requeijão de diferentes sabores de frutas estão expressos na tabela 2 abaixo.

Tabela 2 - Resultados estatísticos das análises físico-químicas do requeijão cremoso com adição de polpa de frutas.

Formulação	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteína (%)	Gordura (%)	Acidez titulável (%)	pH
Requeijão sabor morango	65 ^a ±0,3	2,50 ^a ±0,1	8,9 ^a ±0,2	18,8 ^a ±0,2	0,35 ^a ±0,04	5,6 ^a ±0,1
Requeijão sabor pêssego	64 ^b ±0,3	2,44 ^b ±0,1	9,4 ^b ±0,2	19 ^a ±0,5	0,38 ^b ±0,07	5,8 ^b ±0,2
Requeijão sabor coco	63 ^c ±0,3	2,47 ^c ±0,1	9,8 ^c ±0,2	19,9 ^b ±0,5	0,42 ^c ±0,06	6,1 ^c ±0,2

Dados seguidos de mesma letra na coluna não diferem entre si estatisticamente ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

Fonte: autora

Após a análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ao nível de 5% de significância, verificou-se diferença significativa entre as amostras em todos os parâmetros analisados, com exceção do teor de gordura, não havendo diferença significativa entre a amostra de requeijão com sabor de morango e requeijão com sabor de pêssego. Mas, neste parâmetro, ambas diferiram significativamente da amostra de requeijão com coco que apresentou maior valor.

O requeijão é constituído de um sistema complexo composto de proteínas, gordura, água, sais minerais dentre outros ingredientes, onde a quantidade de gordura influencia no sabor, na textura, na cremosidade, na aparência e na palatabilidade (8).

O teor de umidade variou de 63 a 65% nos produtos elaborados, estando de acordo com a legislação brasileira que estabelece o máximo de 65% para requeijão cremoso (3). O menor teor de umidade no requeijão sabor coco pode explicar o teor de gordura e proteína apresentar-se mais elevado, pois quando menor a umidade os demais componentes do requeijão ficam mais concentrados.

A composição do requeijão pode influenciar na variação de pH e acidez titulável, de modo geral, requeijões cremosos que apresentam baixos teores de proteínas possuem valores de acidez titulável menores. Da mesma forma, que a variação entre os teores de cinzas está relacionada com as diferenças na composição do requeijão. O grau de fusão e derretimento do requeijão é influenciado pelo teor de minerais, sendo que quanto maior o teor de minerais menor será sua capacidade de derretimento (9).

A faixa de pH recomendado varia de 5,4 a 6,2. O pH abaixo de 5,4 pode prejudicar a estrutura do produto, alterando o paladar por formar textura granulosa, enquanto que valores de pH na faixa entre 5,5 a 5,7 resultam em consistência cremosa e firme. Valores de pH acima de 6,2 causa alteração no sabor, promove a separação da gordura tornando a consistência pastosa, além de reduzir a durabilidade (10) (11).

Em uma pesquisa ao avaliar a composição centesimal de requeijão cremoso tradicional, requeijão cremoso com amido, e requeijão cremoso com amido e gordura vegetal, o percentual de gordura encontrado variou entre 20 e 30% nas amostras de

requeijão cremoso tradicional e requeijão cremoso com amido. O teor de gordura do requeijão sabor coco assemelha-se com o encontrado no requeijão cremoso com amido analisado. O teor de cinzas do requeijão sabor morango apresentou o mesmo resultado do requeijão com amido, enquanto que o requeijão sabor pêssego e sabor coco obtiveram resultados próximos ao requeijão com amido e gordura vegetal. Quanto ao teor de proteína e umidade os requeijões com polpa de frutas mostraram valores significativamente mais alto que os analisados no estudo (12).

CONCLUSÕES

Através dos resultados das análises físico-químicas realizadas, concluiu-se que o requeijão cremoso com adição de polpa de frutas apresentou valores satisfatórios e de acordo com a legislação e a literatura.

A adição da polpa de morango, pêssego e coco na formulação de requeijão cremoso mostrou-se uma alternativa viável na contribuição do desenvolvimento de novos produtos lácteos, bem como fornecendo diversidade nas opções de requeijão, produto de grande consumo pelos brasileiros.

REFERÊNCIAS

1. Rodrigues F. Requeijão, fondue, especialidade e queijo processado. Juiz de Fora: Do Autor, 2006.
2. Oliveira JS. Queijos: fundamentos tecnológicos. Campinas: Ícone, 1990.
3. Brasil, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Portaria N° 359 de 4 de setembro de 1997. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Requeijão Cremoso ou Requesón. Diário Oficial da União 4 set 1997. Seção 1.
4. Van Denger AGF. Requeijão cremoso e outros queijos fundidos: tecnologia de fabricação, controle do processo e aspectos de mercado. São Paulo: Fonte Comunicações e Editora, 2006.
5. Sobral D. Otimização do processo de fabricação de análogos de requeijão culinário. Campinas. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, 2007.
6. Melo EA, Maciel MIS, Lima VLAG, Nascimento RJ. Capacidade antioxidante de frutas. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas. 2008, n. 2, v. 44, p. 193- 201.
7. Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa N°68, de 12 de dezembro de 2006. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos. Diário Oficial da União de 14 dez 2006. Seção 1.
8. Prentice JH. Dairy rheology: a concise guide. Cambridge: VCH, 1992.

9. Silva AT, Van Dender AGF, Mello FM. Capacidade de derretimento de requeijão cremoso obtido por diferentes processos. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*. 2005, n. 345, v. 60, p. 414-417.
10. Lubeck GM. Estudo da fabricação de requeijão cremoso com diferentes concentrações de gordura no extrato seco, sal emulsificante e concentrado proteico de soro obtido por ultrafiltração. Campinas. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2005.
11. Rapacci M. Estudo comparativo das características físicas e químicas, reológicas e sensoriais do requeijão cremoso obtido por fermentação láctica e acidificação direta. Campinas. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 1997.
12. Torres FR. Estudo das características sensoriais, físicas e químicas em requeijão cremoso tradicional e adicionado de amido e gordura vegetal, obtidos no comércio varejista. Niterói. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal Fluminense, 2015.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-81>

Capítulo 81

CONTEXTUALIZAÇÃO INTERGERACIONAL QUANTO AOS HÁBITOS DE CONSUMO E À DECISÃO DE COMPRA DE LEITES

Flavia Maria Vasques Farinazzi-Machado¹; Renata Bonini Pardo²; Wilson Chagas Gouveia³; Mariana Tomoko Gohara Matsuda⁴; Henrique Queiroz Paula⁵; Laisa Cristiana Gonçalves Ruiz⁶; Cauê Vicentini Ruiz⁷

^{1,2,3}Docentes do Curso de Tecnologia em Alimentos, Fatec Marília; e-mails: flavia.machado2@fatec.sp.gov.br; renata.pardo2@fatec.sp.gov.br; wilson.gouveia@fatec.sp.gov.br; ⁴Estudante do Curso de Administração- Etec Paulo Guerreiro Franco; e-mail: mariana.matsuda@etec.sp.gov.br; ^{5,6,7}Estudantes do Curso de Desenvolvimento de Sistemas - Etec Antonio Devisate; e-mails: henrique.paula14@etec.sp.gov.br ; laisa.ruiz@etec.sp.gov.br; caue.ruiz@etec.sp.gov.br

RESUMO: Leite e derivados são indispensáveis para a dieta humana devido à riqueza em nutrientes essenciais à saúde e longevidade nas diferentes fases da vida. O uso de conceitos Tecnológicos vem permitindo a transformação do leite em diversos tipos de produtos, justificando sua presença na mesa de diferentes gerações temporais coexistentes no Brasil. O consumo destes está diretamente associado a questões culturais e a comportamentos geracionais. Contextualizar, identificar e comparar hábitos de consumo e critérios de compra de leite, intergeracionais (*Baby Boomers*, *X*, *Y* ou *Z*), caracterizam os objetivos desta pesquisa com vista a direcionar estratégias de incentivo ao consumo de leite, considerando os benefícios que pode trazer nos diferentes estágios de vida. Os dados foram coletados aplicando questionário virtual (aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Fatec Marília), disponibilizado por meio de link compartilhado em redes sociais. Foram 417 respondentes (idade média de $33,5 \pm 13,58$ anos) distribuídos, respectivamente, entre *Gerações*: *Y* (49%), *X* (28%), *Z* (18%), *Baby Boomers* (4%) e *Silenciosa* (1%). As *Gerações Baby Boomers* e *Z* incluíram os maiores números de consumidores de leite (respectivamente: 81,25% e 85%). Dos 417 respondentes, 25% afirmaram não consumir leite, sendo “presença de desconfortos gastrintestinais” e “ausência do hábito” as justificativas predominantes entre as *Gerações*. Os *Baby Boomers* e *Y* optaram expressivamente pelo leite UHT. Quanto ao critério de escolha do leite: *Baby Boomers* foi mais fiel à marca; *X* e *Z*, ao preço; e para *Y*, preço e marca apresentaram o mesmo “peso”.

Palavras-chave: estágios de vida; hábitos; lácteos; tecnologia

INTRODUÇÃO

O leite é considerado uma das *commodities* agropecuárias mais importantes do mundo, tanto em volume de produção quanto em valor gerado. Encontrando-se entre os cinco produtos mais comercializados, alimenta por volta de 1 bilhão de pessoas e garante a sobrevivência de 600 milhões que, envolvidas na atividade de produção leiteira, vivem em 133 milhões de propriedades rurais distribuídas pelo globo (1). Há décadas, o Brasil se

encontra entre os maiores países produtores de leite e atualmente se destaca entre os seis primeiros (2), produzindo cerca de 24,95 milhões de toneladas em 2020, e sendo ultrapassado pela União Europeia, Estados Unidos, Índia, China e Rússia.

Além da sua importância econômica, o leite e seus derivados são indispensáveis para a dieta humana, pois, em função de suas semelhanças e particularidades nutricionais, mostram-se naturalmente ricos em nutrientes essenciais à saúde e longevidade nas diferentes fases da vida, desde que se observem características como originalidade de composição e estrutura, e compatibilidade fisiológica (3).

Além de ser consumido em sua forma original, na dependência das espécies mamíferas empregadas para a produção leiteira, dos hábitos de preparação e consumo característicos de culturas dos povos e, ainda, influenciado por comportamentos geracionais, o leite pode e tem sido, também, transformado em diversos tipos de produtos. O uso de conceitos Tecnológicos vem pulverizando a matéria-prima leite em uma multiplicidade de queijos, manteigas, iogurtes, bebidas lácteas, leite condensado, leite fermentado, doce de leite, fórmulas lácteas entre tantos outros. Este é o motivo que justifica a presença do leite na mesa das diferentes gerações temporais coexistentes no Brasil atualmente (4).

Delineando relações entre as categorias geracionais e seus hábitos de consumo de leite, tem-se que, historicamente, os chamados *Baby Boomers (BB)*, que representam o início da terceira idade hoje, são consumidores natos do leite em sua forma mais original. Figuram eles o grupo diretamente influenciado pela cultura e pelos hábitos da geração antecessora chamada *Geração Silenciosa*, constituída por indivíduos moradores de propriedades rurais, ou primitivamente urbanizadas, avessos às tecnologias, e, portanto, consumidores de alimentos em sua forma mais primitiva (5).

Por outro lado, o fato de vivenciarem intensamente transição e avanço tecnológicos por mais de cinco décadas, é possível observar uma crescente mescla entre as *Gerações X, Y e Z*, que englobam a maior parte da população brasileira (6). Questões relativas a maior praticidade e conveniência, garantias de saúde e sustentabilidade, entre outras expectativas atuais, acabaram por impulsionar mudanças nas tendências de consumo de alimentos, incluindo o consumo de leite e derivados, os quais têm sido submetidos, muitas vezes, a uma tecnologia em alimentos particularmente destinada ao atendimento de conveniências econômicas, sociais e culturais, modernas (7).

O presente estudo tenciona oferecer dados e sugerir reflexões, considerando que essas demandas tecnológicas, tão rapidamente modernizadas, não se fizeram acompanhar devidamente pela adaptação fisiológica ou pela educação dos consumidores de leite (*BB, X, Y ou Z*) aos novos tipos e às novas doses de aditivos legalmente aprovados.

Contextualizar e identificar hábitos de consumo e critérios de compra do leite e derivados lácteos entre as diferentes *Gerações (BB, X, Y ou Z)*, caracterizam os objetivos desta pesquisa com vista a: direcionar estratégias intergeracionais de incentivo ao consumo dos referidos alimentos, tendo em vista os benefícios que estes podem trazer aos diferentes estágios de vida.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho consistiu num estudo observacional do tipo transversal. O instrumento de coleta de dados foi um questionário virtual contendo 26 questões, das quais quatro eram questões abertas, possibilitando maior liberdade de expressão e linguagem própria nas respostas. O estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Fatec

Marília/SP, por meio da Plataforma Brasil (parecer nº 4.358.890). A coleta de dados utilizando um instrumento virtual foi escolhida, tendo em vista a necessidade de isolamento social provocado pela pandemia relacionada ao COVID-19.

O questionário foi elaborado por meio do aplicativo Microsoft Forms, com direcionamento das perguntas por meio de ramificações automáticas, de acordo com as respostas selecionadas pelos entrevistados. O link gerado pelo aplicativo foi compartilhado por meio de redes sociais (Facebook e Instagram), e-mail e grupos de conversa, além de grupos escolares. No ato do envio foi assegurado o caráter voluntário e o anonimato da pesquisa, descrito no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de Assentimento (TALE) apresentados aos participantes junto ao questionário, informando-os ainda sobre os aspectos gerais da pesquisa realizada, sua finalidade, tempo médio de resposta, solicitação de autorização para o uso dos dados, além de outros aspectos, de acordo com a Resolução CNS 466/2012.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Responderam ao questionário online 417 pessoas, com idade média de $33,5 \pm 13,58$ anos, das quais 74% identificaram-se como sendo do gênero feminino.

Atendendo às finalidades propostas quanto ao comportamento alimentar geracional, os indivíduos foram agrupados conforme as idades informadas no preenchimento dos questionários (Gráfico 1). É importante ressaltar que, de acordo com Veiga Neto et al. (8), não existe consenso sobre a definição dos limites temporais de cada geração. A classificação adotada no presente trabalho segue a proposta de Veen; Vrakking (9).

Consumidores distribuídos por gerações

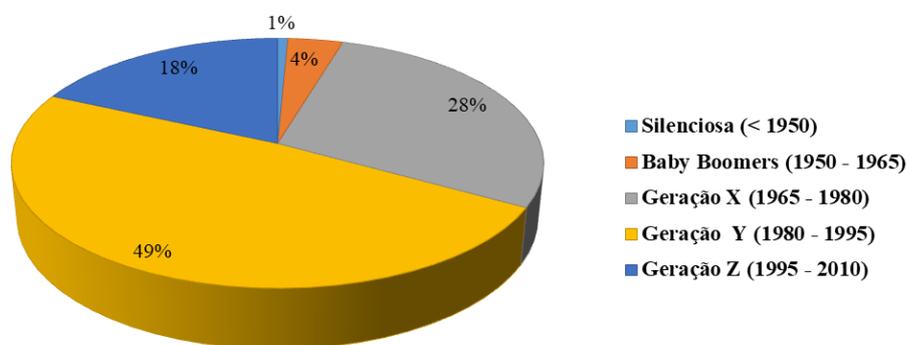


Gráfico 1. Distribuição geracional dos respondentes do inquérito sobre consumo de leite e derivados, segundo Veen; Vrakking (9).

De acordo com a idade (26 a 40 anos) a maioria dos entrevistados (49%) foi classificada como pertencendo à *Geração Y*, caracterizada pela literatura científica, como a “geração digitalizada”, tendo em vista que seu nascimento coincidiu com a entrada, de forma rápida e intensa, das novas tecnologias nas sociedades (9). Segundo Xavier (10), esta geração, imersa na interatividade tecnológica, é a que utiliza aparelhos digitais com muita desenvoltura, em especial computador e celular, todos os dias, durante várias horas, de modo que, para muitos, estes se tornaram um apêndice em seu dia a dia.

Entre os entrevistados desta *Geração Y* (75% do gênero feminino), 73% se declararam consumidores de leite (Gráfico 2) e a frequência de consumo mais indicada foi de uma vez ao dia (47%).

A *Geração X*, representada por 28% dos entrevistados, em sua grande maioria mulheres (72,6%), corresponderam aos nascidos entre 1965 e 1980 (41 a 55 anos) que, ao passarem por grandes momentos e fatores históricos sociais, descontinuaram antigos padrões de comportamento social e cultural herdados da geração anterior, os *Baby Boomers*: seus pais, nascidos entre 1945 e 1964 (11).

Entre os entrevistados da *Geração X*, 71,7% eram consumidores diários de leite (48,8%), em sua maioria, as mulheres.

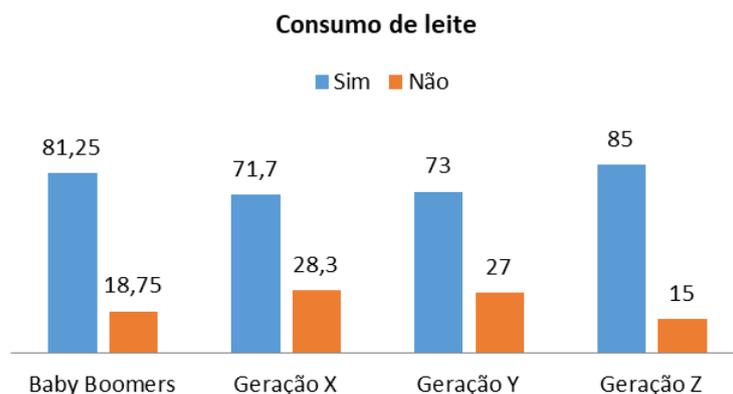


Gráfico 2 – Distribuição dos entrevistados consumidores e não consumidores de leite dentro de cada geração (descritos em porcentagem)

Os nascidos entre 1995 e 2010 (11 a 25 anos) constituem a *Geração Z* (18%). Se a *Geração Y* é dita digitalizada, os indivíduos que pertencem à *Geração Z* são os próprios “nativos digitais”, visto que nasceram e cresceram conectados à internet e com as tecnologias de comunicação, utilizando essas ferramentas para se informar e se comunicar (12).

De acordo com a pesquisa, os entrevistados da *Geração Z* somaram o maior número de consumidores de leite entre seus componentes (85%), entre os quais 80% corresponderam ao gênero feminino. No entanto, ao contrário das demais gerações, a maior frequência de consumida indicada por este grupo foi uma vez por semana (45%), seguida de uma vez ao dia (33%).

A *Geração Baby Boomers* (55 a 70 anos) representou apenas 4% dos indivíduos do estudo. Segundo Dhanapal et al. (13), esta geração é a menos familiarizada com as novas tecnologias e, conseqüentemente, aquela que realiza menos transações via internet.

Apesar de representarem o menor grupo entre os entrevistados, composto por 62,5% de mulheres, 81,25% deles afirmaram consumir leite e metade destes o consome todos os dias.

Os resultados de pesquisa realizada em 2019, pela Láctea Brasil e Milkpoint indicaram que os brasileiros consideram o leite como um alimento essencialmente importante para idosos e crianças (14). Esta informação vem de encontro com os achados do presente estudo, onde as Gerações que concentraram maior número de consumidores de leite corresponderam, exatamente, a indivíduos mais velhos (*Baby Boomers*) e de adolescentes e jovens (*Geração Z*) (Gráfico 2),

Dentre os 417 participantes do estudo, 25% afirmaram não consumir leite por motivos distintos. O agrupamento das respostas apresentado no gráfico 3 revela que, dentro de cada Geração, a “presença de desconfortos gastrintestinais” praticamente superou a “ausência do hábito” enquanto justificativa predominante para a ausência do consumo.

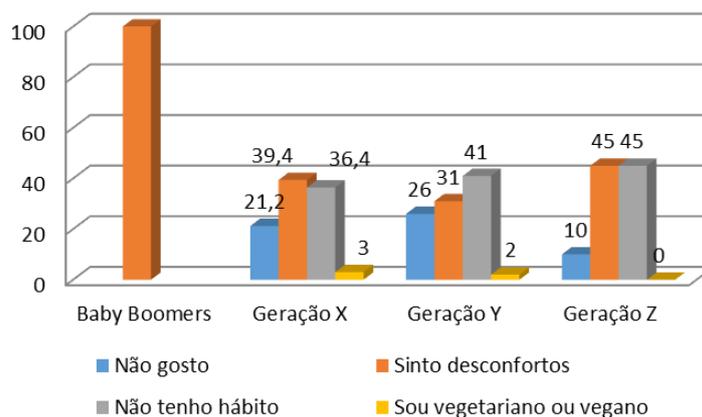


Gráfico 3. Motivos apresentados pelos entrevistados para exclusão do leite da sua dieta (descritos em porcentagem).

Em estudo realizado por Ribeiro Junior et al. (3), abrangendo todo o território brasileiro, 11% dos indivíduos por eles entrevistados, mediante a aplicação de formulário online, afirmaram não consumir leite pelas mesmas razões apontadas neste estudo. Apesar de não citarem a distribuição dos seus respondentes quanto à classificação etária, pode-se encontrar que até mesmo a ordem de prevalência dos motivos foi coincidente: 1) desconfortos causados pela intolerância à lactose (24,7%); 2) falta do hábito (12%); 3) rejeição quanto ao sabor (11%); e 3) questões relacionadas ao estilo de vida, como veganismo.

Considerando o hábito alimentar, sabe-se que a ingestão regular de leite tem flutuado bastante ao longo dos anos tendo em vista alterações no comportamento e nas preferências dos consumidores. Seja por mudanças de estilo de vida ou pelo expressivo envolvimento da indústria alimentícia e da mídia, é inquestionável o crescimento da aquisição de alimentos e bebidas processados e ultraprocessados, como: refrigerantes, sucos e outras bebidas açucaradas gaseificadas (15).

Ainda que em ocorrência bastante reduzida, é interessante citar que nas faixas etárias intermediárias (*Gerações X e Y*) se anotou a presença de não-consumidores de leite em função de hábitos veganos e/ou vegetarianos. Longe de qualquer outra consideração, este é um reflexo da “descontinuidade de antigos padrões de comportamento social e cultural herdados da geração anterior”, isto é, dos *BB* (possivelmente na posição respectiva de: pais de *X* e avós de *Y*).

Outro aspecto que foi comparado entre os comportamentos geracionais fez referência ao tipo de leite preferido pelos consumidores acima declarados (Gráfico 4). Nesse item, as *Gerações BB e Y* foram aquelas cujos integrantes expressivamente optaram pelo leite UHT (Ultra High Temperature).

Constitui o tratamento térmico que garante a maior praticidade entre todos (talvez maior ainda que a do leite em pó) em função do tempo de vida útil sem e com refrigeração. Tal condição torna legítima sua preferência (em proporção direta à “juventude” geracional) pelas *Gerações X* (49%), *Y* (68%) e *Z* (81%), de quem as rotinas caracterizam-se pela escassez do tempo destinado ao preparo e consumo de refeições (16). Porém, ter encontrado o leite “longa vida” assumindo, de longe, o posto do mais consumido entre os *Baby Boomers*, foi realmente um indicador de mudança de comportamento, sugerindo-nos que os conceitos de afetividade, saúde e de confiança, tradicionalmente conferidos ao “leite original da fazenda”, foram transferidos para o conteúdo da “caixinha”.

O estudo demonstrou, ainda, que o leite pasteurizado ocupou a 2^a posição entre o tratamento consumido nas diferentes categorias etárias. Sua aquisição foi mais abrangente por integrantes da *Geração X*, grupo composto em sua maioria pelas mulheres (72,6%) e que apesar da *Geração Y* ser também constituída em maior parte pelo público feminino neste estudo, apenas 23% têm o hábito de utilizar este tipo de leite.

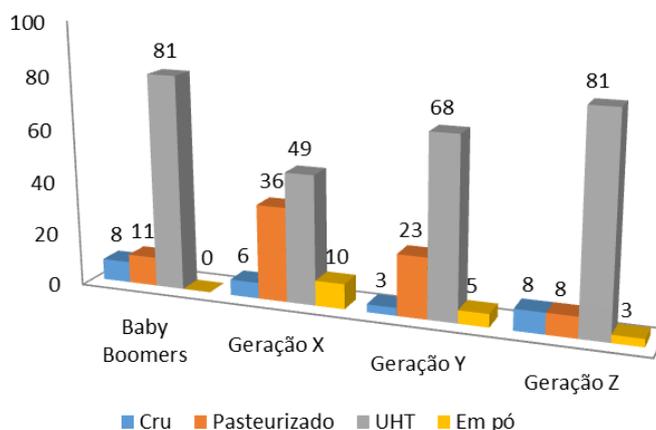


Gráfico 4 – Tipos de leite consumidos entre as gerações, quanto à apresentação comercial (descritos em porcentagem).

Embora Ribeiro Junior et al. (3) tenham encontrado que 83,5% dos usuários de todas as regiões do país declararam consumir leite UHT regularmente, a análise de alguns outros estudos de inquérito alimentar, indicou que a distribuição dos tipos de leite quanto à apresentação comercial, isto é, em prateleiras ou em gôndolas/balcões refrigerados, tende a acompanhar as características de disponibilidade e de hábitos culturais da região na qual o produto é consumido. Assim, consumidores paulistas foram caracterizados como aqueles que adquirem principalmente leite esterilizado (17, 18); e os mineiros, aqueles que escolheram leite pasteurizado, e até mesmo, leite cru (19, 20).

Frequentemente, o processo de compra de alimentos envolve a consideração de fatores sociais, econômicos e culturais. Lendo a distribuição dos critérios indicados na decisão da compra, verificou-se que, entre as diferentes gerações estudadas, os critérios preço e marca foram juntos, os predominantes (Tabela 1).

Quanto ao quesito econômico, não cabem muitos argumentos para convencer os compradores sobre qualquer outro que garanta maior qualidade e segurança para o produto. Também o marketing bem feito e a falta de maiores esclarecimentos revelam que o consumidor escolhe dentro da faixa de preço possível, aquela marca que aprendeu a respeitar desde criança ou porque encontrou nela uma mensagem inspirando a segurança que deseja.

Particularizando os achados, também na tabela 1, a *Geração BB* foi mais fiel às marcas, enquanto para os consumidores das *Gerações X e Z*, o preço superou à fidelidade à marca do leite consumido. Para os *Y*, não houve diferença entre ambos os critérios.

Tabela 1 – Critérios de decisão de compra do leite entre as gerações

Critérios de decisão de compra	Baby Boomers (%)	Geração X (%)	Geração Y (%)	Geração Z (%)
Preço	21	44	35	48

Marca	63	24	36	32
Tipo de embalagem	7	8	3	3
Sabor/cheiro	0	13	16	12
Outro	9	11	10	5

Sabendo que entre os consumidores as escolhas do leite acontecem principalmente com base em critérios de preço e de confiança em determinada marca, resta avaliar o interesse na leitura das informações constantes no rótulo.

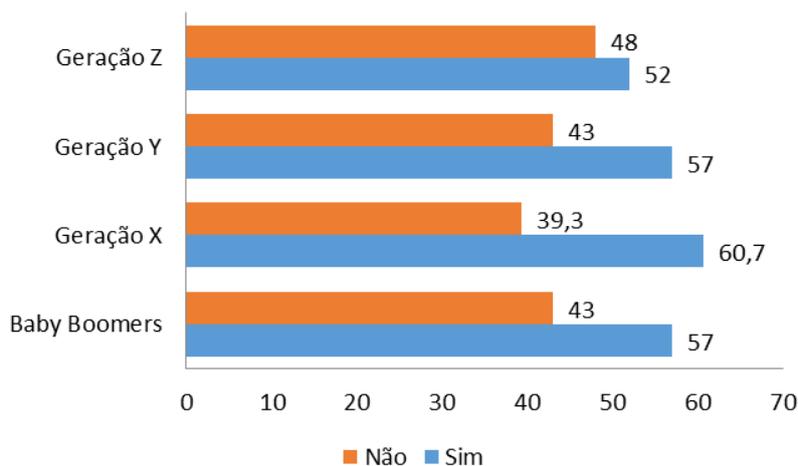


Gráfico 4 – Percentual de consumidores que fazem a leitura das informações da embalagem de leite que compram

Diante de tal pergunta, encontra-se no gráfico 4 os valores que apresentam porcentagens iguais e/ou aproximadas entre as quatro *Gerações* quanto aos consumidores interessados em ler o rótulo. Esse dado revela o interesse em buscar garantias de qualidade dentro da embalagem daquele produto escolhido pelo preço acessível e de marca confiável.

Tabela 2 – Informações lidas nas embalagens de leite pelos consumidores

Informações lidas nas embalagens de leite	Baby Boomers (%)	Geração X (%)	Geração Y (%)	Geração Z (%)
Tabela nutricional	10	35,3	12	23
Prazo de validade	25	84,3	21	31
Ingredientes	15	37,3	13	17
Origem	20	23,5	11	7
Não responderam	30	0	43	63

Na tabela 2, entre aqueles que responderam à pergunta, indicaram que a informação mais procurada no rótulo foi o prazo de validade. Entre as gerações, a segunda informação mais referida foi a leitura de ingredientes, mencionada pelos respondentes das *Gerações X e Y*. E, apesar de muitos lerem os ingredientes descritos nas embalagens e afirmarem

conhecimento sobre sua utilização (Tabela 3), quando solicitados a citarem o que indicava a informação escrita ali, nada de útil foi revelado.

Tabela 3 – Porcentagem de consumidores que compreendem outros ingredientes descritos nas embalagens do leite que consomem

Se encontra ingredientes, sabe para que servem?	Baby Boomers (%)	Geração X (%)	Geração Y (%)	Geração Z (%)
Sim	74	58,3	67	41
Não	26	41,7	33	59

CONCLUSÕES

Retomando algumas considerações quanto ao consumo de leite em cada uma das gerações, a introdução deste trabalho citou que, historicamente, os *BB* representam o início da terceira idade hoje e apresentam-se como consumidores natos do leite, ponto que foi confirmado entre os entrevistados. Verificando os resultados, porém, esse consumo não mais se ateu à forma próxima da original do leite (cru e/ou pasteurizado) como a principal consumida, mas se concentrou na sua versão mais prática, o UHT, que dispensa tratamentos térmicos como refrigeração e fervura, encontrando-se grande semelhança com as outras *Gerações* relativamente mais novas.

Quanto à porcentagem de consumidores, diferente de *X* e *Y*, os *Z* (aquela onde estão os entrevistados mais jovens) se aproximaram dos *BB* porque também se mostraram bons bebedores de leite.

Por outro lado, enquanto os *BB* decidiram a compra do UHT mais frequentemente pela marca, os *Z* e os *X* escolheram o mesmo com base no preço, enquanto os *Y* dividiram-se quase igualmente entre os dois critérios, sugerindo que o peso da confiança se adaptou, temporalmente, às condições econômicas dos consumidores de leite, diluindo gradativamente a influência da *Geração* mais antiga, a *Silenciosa*, cujo número de respondentes foi ínfimo.

Ainda que os *X* tenham se mostrado como os mais frequentes leitores de rótulos, aparentemente preocupados com questões de saúde, a informação que os respondentes indicaram como a mais procurada foi a mesma: Prazo de Validade. A segunda informação mais pesquisada foi: para *X* e *Y*, os Ingredientes; para *Z*, a Tabela Nutricional; e a Origem, para *BB*. A *Geração Z*, em sua maioria, informou que não encontra os Ingredientes no rótulo. Apesar das outras (*BB*, *X* e *Y*) encontrarem a informação, não sabem o que indicam ou significam.

Em conclusão, fica evidente, para os autores desse estudo que as questões relativas à praticidade e conveniência superam expectativas como saúde e segurança alimentar na compra do leite preferido para o consumo, uma vez que seus consumidores não têm conhecimento sobre as pequenas e grandes diferenças que acompanham os alimentos preparados para atenderem perfeitamente aos desejos econômicos e sensoriais modernos. Ingredientes descritos em letras minúsculas, impressos em locais pouco destacados das embalagens, podem estar envolvidos como causas dos sintomas e desconfortos que abundam entre as justificativas para exclusão do leite da dieta de 25% dos consumidores entrevistados.

Assim, oferecemos as reflexões que serão a base de nossos processos de educação aos consumidores de leite, reforçando a necessidade de repetição e de aperfeiçoamento de levantamentos de informações geracionais nesse sentido.

REFERÊNCIAS

1. GDP – Global Dairy Platform. Annual Review 2016. Rosemont, IL. 2017 [acesso em 2021 agosto 02]. Disponível em: <https://www.globaldairyplatform.com/>.
2. Embrapa. Anuário Leite 2021 [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Agosto 12]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355117/1528925/Anu%C3%A1rio+do+Leite+2021/03c94946-5ac0-4d10-4f1c-394a659503e7>.
3. Ribeiro Junior JC, Santos IGC, Dias BP, Mendes LP, Barbon APAC. Perfil do consumidor brasileiro e hábitos de consumo de leite e derivados. *Archives of Veterinary Science*. 2020;25(2):21-30.
4. Siqueira KB. O mercado consumidor de leite e derivados. Embrapa. Circular Técnica. 2019;120:1-17.
5. Freitas AD, Pita, MBV, Alexandre, RC. Do antigo ao novo: Geração Baby Boomers, Geração X, Geração Y, Geração Z e seus conflitos nas organizações. *Rev Universo*. 2017;7:1-11.
6. Mazurkewicz B, Fabricio A, Dessbesell VH, Bussler NR, Rotili LB, Lopes LF. A influência da vaidade no comportamento de compra do consumidor masculino das gerações X e Y. *ScientiaTec*: 2017;4(3):69-92.
7. Lirio AB, Gallon S, Costa C. Percepções da qualidade de vida no trabalho nas diferentes gerações. *Gestão & Regionalidade*. 2020;36(107):201-220.
8. Veiga Neto AR, Baena de Souza SL, Almeida ST, Castro FN, Silva Braga Júnior S. Fatores que influenciam os consumidores da geração Z na compra de produtos eletrônicos. *RACE*. 2015;14(1):287–312.
9. Veen W, Vrakking B. *Homo zappiens: educando na era digital*. Tradução Vinicius Figueira. Porto Alegre: Artmed; 2009.
10. Xavier AC. Letramento digital: impactos das tecnologias na aprendizagem da Geração Y. *Calidoscópico*. 2011;9(1):3-14.
11. Lepre TRF, Mello JAS, et al. Comportamento do consumidor da Geração “X” de acordo com as ferramentas de comunicação de marketing. *Revista Alomorfia*. 2020;4(3):131-147.
12. Nakata LE, Bertoia N. Mudanças de hábitos e qualidade de vida durante a quarentena de acordo com os diferentes grupos geracionais. *Revista Estudos e Negócios Academics*. 2021;1(1):57-68.

13. Dhanapal S, Vashu D, Subramaniam T. Perceptions on the challenges of online purchasing: a study from “baby boomers”, generation “X” and generation “Y” point of views. *Contaduría y Administración*. 2015;60(1):107–132.

14. Milkpoint. O marketing de lácteos sob a luz de novas pesquisas com o consumidor [Internet]. 2019 [acesso em 2021 Abr 18]. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/marcelo-pereira-de-carvalho/o-marketing-de-lacteos-sob-a-luz-de-novas-pesquisascom-o-consumidor-60672n.aspx?r=1537731952>. Acesso em: abril 2021.

15. Singh GM, Micha R, Khatibzadeh S, Lim S, Ezzati M, Mozaffarian D. Estimated global, regional, and national disease burdens related to sugar-sweetened beverage consumption in 2010. *Circulation*. 2015;132(8):639-66.

16. Novaes S. Perfil geracional: um estudo sobre as características das gerações dos veteranos, Baby Boomers, X, Y, Z e Alfa. *Anais do VII SINGEP – Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade*. 2018. [acesso em 2021 agosto 12]. Disponível em: <http://singep.org.br/7singep/resultado/428.pdf>.

17. Vidal-Martins AMC, Borges KP, Gonçalves ACS, Grisólio, APR, Aguilar CEG, Rossi GAM. Avaliação do consumo de leite e produtos lácteos informais e do conhecimento da população sobre os seus agravos à saúde pública, em um município do Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Industria Animal*. 2013;70(3):221-227.

18. Bassan JC, Fabrício LF, Pavarina LC, Roselino NN, Rossi EA, Celiberto LS. Consumo de leite informal na cidade de Araraquara-SP. *Alimentos e Nutrição*. 2013;24(4):403-408.

19. Aguilar PB, Vieira-Silva F, Zeferino ES, Soares FDS, Gonçalves WC, Oliveira FM, et al. Perfil dos consumidores de leites pasteurizado tipo C e esterilizado (UHT) de Janaúba – MG. *Semina: Ciências Agrárias*. 2012;33(4):1581-1588.

20. Lima EL, Romaniello MM, Vilas Boas LHB, Amâncio COG, Amâncio R. Satisfação dos consumidores de leite no município de Alfenas –MG após a proibição do leite *in natura*. 2005. In: *Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, Alfenas. Anais...* Alfenas: SBES, 2005. p. 20.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-82>

Capítulo 82

EFEITO DO ULTRASSOM NO PROCESSAMENTO DE IOGURTE: REVISÃO

**Letícia Bruni de Souza¹; Ana Flávia Coelho Pacheco²; Arthur Pompilio da Capela³;
Alécia Daila Barros Guimarães⁴; Lorena Soares Xavier⁵; Jeferson Silva Cunha⁶;
Bruno Ricardo de Castro Leite Junior⁷**

¹Estudante do Curso de Ciência e Tecnologia de Laticínios - CCE – UFV; E-mail: leticia.bruni@ufv.br, ²Estudante do Curso de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - CCE – UFV; E-mail: ana.f.pacheco@ufv.br, ³Estudante do Curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos – CCE – UFV; E-mail: arthurpompilio@hotmail.com, ⁴Estudante do Curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - CCE – UFV; E-mail: alecia.guimaraes@ufv.br, ⁵Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CCE – UFV; E-mail: lorena.xavier@ufv.br, ⁶Estudante do Curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - CCE – UFV; E-mail: jeferson.cunha@ufv.br, ⁷Docente/pesquisador do Depto de Tecnologia de Alimentos – DTA – UFV. E-mail: bruno.leitejr@ufv.br.

RESUMO: Iogurte é um tipo de leite fermentado que apresenta uma elevada produção sendo comercializado mundialmente. Isso se deve ao elevado valor nutricional e as favoráveis características sensoriais que resultam em alta aceitabilidade. Durante o processamento, diversas etapas são aplicadas visando a obtenção de um produto de qualidade, como a padronização da mistura láctea, homogeneização, tratamento térmico, adição das culturas lácteas específicas, fermentação, resfriamento e envase. Entretanto, é comum a ocorrência de problemas na textura e na aparência do iogurte que estão correlacionados com a frágil consistência do gel e a separação de fases. Desta forma, diversas estratégias vêm sendo aplicadas para superar esses desafios. Neste contexto, alguns estudos têm mostrado que o uso de tecnologias não convencionais têm apresentado resultados significativos, como a utilização da tecnologia de ultrassom. Essa tecnologia é capaz de promover algumas alterações nos constituintes do leite e, conseqüentemente, impactar positivamente o processo de fermentação do iogurte, bem como a qualidade do produto final. Dentre os principais impactos positivos destacam-se o aumento da capacidade de retenção de água e da consistência do gel e a redução do tempo de fermentação. Dessa forma, esta revisão tem por objetivo apresentar os efeitos da aplicação do US no processamento de iogurte como uma estratégia para potencializar a qualidade deste derivado lácteo.

Palavras-chave: fermentação; iogurte; reologia; ultrassom

INTRODUÇÃO

Leites fermentados são produtos lácteos obtidos por meio da fermentação microbiana que promovem a coagulação ácida do leite em decorrência da diminuição do pH e, consequente, formação do gel lácteo (1). Dentre esses produtos temos o iogurte que obrigatoriamente deve ser fermentado pela ação simbiótica de *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* sobre o leite (2). Este produto pode ser classificado quanto ao teor de gordura, características físicas do gel e quanto a adição de outras substâncias alimentícias. O iogurte é um produto com um alto teor proteico e possui etapas do seu processamento bem definidas como a padronização da mistura láctea, homogeneização, tratamento térmico, adição das culturas lácteas, fermentação, resfriamento e envase (3).

Entretanto, falhas durante o processamento podem resultar em um produto com problemas tecnológicos como pH muito baixo, elevada acidez, baixa capacidade de retenção de água, separação de fases, sinérese, entre outros. Esses problemas resultam em um iogurte descaracterizado estruturalmente e sensorialmente. Desta forma, diferentes estratégias vêm sendo desenvolvidas pela indústria para superar essas limitações. Como alternativa, alguns estudos têm mostrado que a utilização de tecnologias não convencionais têm apresentado resultados positivos para melhoria da qualidade do iogurte (4).

Entre essas tecnologias não convencionais destaca-se o ultrassom (US). Essa tecnologia é capaz de promover alterações sobre os constituintes do leite e como consequência tem proporcionado a obtenção de iogurte de alta qualidade. Dentre os principais efeitos destacam-se o aumento da capacidade de retenção de água e da consistência do gel e a redução do tempo de fermentação (4). Dessa forma, a presente revisão tem por objetivo apresentar os efeitos da aplicação do US no processamento de iogurte como uma alternativa para potencializar a qualidade deste derivado lácteo.

PRINCÍPIOS DO ULTRASSOM

O ultrassom (US) se baseia em ondas sonoras acima do limiar da audição humana, normalmente maiores que 20 kHz. Na indústria de alimentos, o US pode ser aplicado usando dois tipos de dispositivos: banho ultrassônico (aplicação indireta) ou equipamento de ultrassom tipo sonda (aplicação direta) (Figura 1), sendo ambos os sistemas baseados em um transdutor que converte energia elétrica em energia mecânica por meio da propagação de ondas no meio em frequência ultrassônica (1-4).

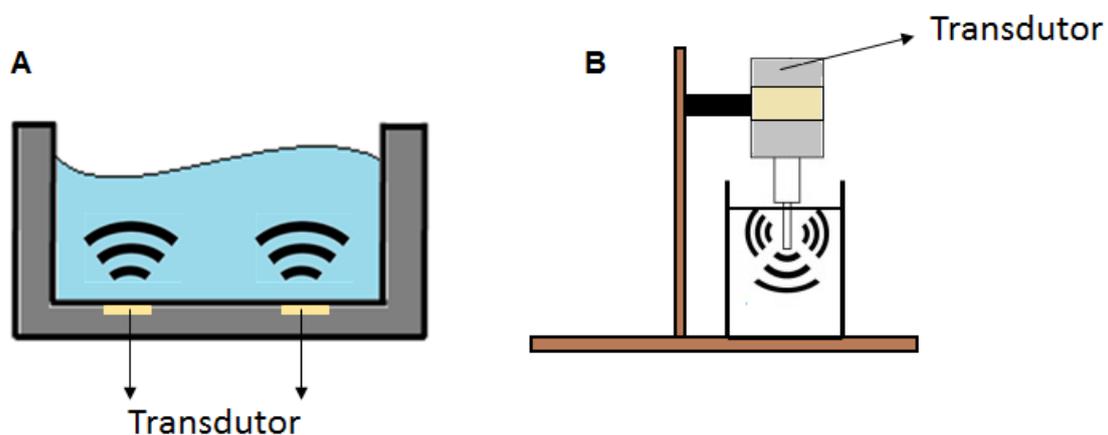


Figura 1: Sistemas ultrassônicos (A) banho de ultrassom e (B) ultrassom tipo sonda.

O banho ultrassônico é o mais conhecido e sua aplicação ocorre de forma indireta, onde a energia ultrassônica é dissipada indiretamente do transdutor para a amostra por meio de um fluido de acoplamento (na maioria das vezes água). No caso do ultrassom tipo sonda, apresenta maior intensidade cavitacional quando comparado com o banho ultrassônico devido a maior potência volumétrica aplicada (1-4).

A aplicação do US pode ser dividida de acordo com dois perfis: alta intensidade - baixa frequência e baixa intensidade - alta frequência. Aplicações de alta intensidade ($10-1000 \text{ W/cm}^2$) usam frequências que variam de 20 a 100 kHz, enquanto que, os de baixa intensidade ($<1 \text{ W/cm}^2$) a frequência é superior a 1 MHz (5).

Na indústria de alimentos, o US de baixa intensidade é usado como uma técnica analítica não destrutiva e não invasiva, que emprega níveis de potência muito baixos. Esse sistema é empregado para análise de alimentos e controle de qualidade sem afetar o produto. Já o US de alta intensidade, tem sido utilizado para produzir modificações físicas, mecânicas e químicas nos alimentos. Tais modificações incluem alterações na viscosidade, geração de emulsão, ruptura celular, dispersão de agregados, inativação de microrganismos e enzimas, entre outros, devido aos altos níveis de potência que podem ser atingidos, bem como os efeitos gerados como a cavitação acústica (1).

A cavitação acústica é um fenômeno que compreende a formação, crescimento e colapso de bolhas. Quando as ondas ultrassônicas passam por um meio líquido, a cavitação acústica ocorre devido ao deslocamento longitudinal das partículas que criam uma série de ciclos alternados de rarefação e compressão no meio. Durante os ciclos de rarefação, as bolhas de cavitação crescem e durante as fases de compressão elas diminuem. Com a absorção de energia acústica, as bolhas de cavitação vão crescendo até atingir seu ponto crítico, momento na qual estão altamente instáveis e, com isso, ocorre a implosão liberando uma grande quantidade de energia em uma área circundante que resulta em alta temperatura e pressão em pontos específicos em curtos períodos de tempo (milissegundos), o que pode gerar alta turbulência e alta tensão de cisalhamento na zona de cavitação (6-8).

A criação de temperaturas e pressões localizadas extremamente altas, pode levar também a alterações químicas, ou seja, a formação de radicais livres. Os radicais livres podem ser formados devido a sonólise das moléculas de água, ou seja, as condições de cavitação podem romper as ligações O-H levando à formação de radicais H e OH e outros produtos recombinados como o peróxido de hidrogênio (5).

A combinação desses fatores tem uma variedade de efeitos que podem levar a melhoria das características de diversos produtos lácteos, como por exemplo, o iogurte (Figura 2).

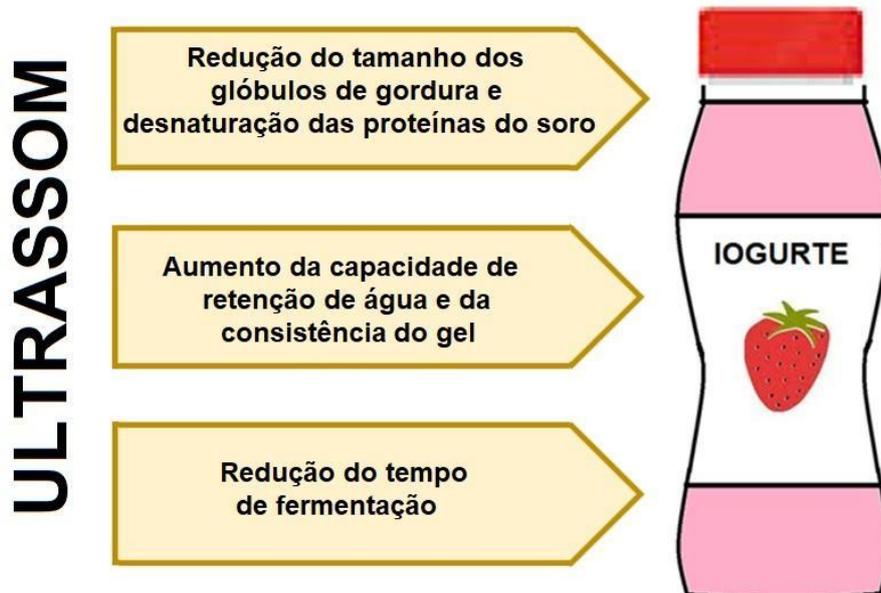


Figura 2: Principais efeitos do ultrassom no processamento de iogurte.

REDUÇÃO DO TAMANHO DOS GLÓBULOS DE GORDURA

O US tem um efeito significativo nas propriedades físico-químicas, sensoriais e reológicas do iogurte. Quando o US é aplicado no leite, condições de alta pressão, assim como temperatura e tensão de cisalhamento, são atingidas devido ao colapso das bolhas induzidas pelo fenômeno de cavitação acústica. Tais condições levam ao rompimento das membranas dos glóbulos de gordura, reduzindo consideravelmente o diâmetro destes glóbulos de 3-5 μm para até 0,1-0,6 μm , em processos com frequência de 20 kHz e potência superior a 100 W (9). De forma geral, quanto maior a potência aplicada mais intenso são os efeitos sobre os glóbulos de gordura (10).

No pH do leite (pH 6,6-6,8), as micelas de caseínas (proteínas responsáveis pela formação do gel do iogurte) apresentam cargas elétricas líquidas negativas e se mantêm em suspensão devido a repulsão eletrostática e ao impedimento estérico. No entanto, durante a fermentação, ocorre uma desestabilização do sistema em decorrência do abaixamento do pH provocado pela ação das bactérias lácticas que reduz a repulsão eletrostática das micelas de caseínas devido à aproximação do seu ponto isoelétrico (pH 4,6), bem como a solubilização do fosfato de cálcio coloidal (contido no interior da micela e que atua como efeito cimentante). Essa desestabilização resulta na agregação das micelas de caseína e na formação do gel do iogurte

Neste sentido, a redução do tamanho dos glóbulos de gordura promove um aumento da área interfacial gordura/fase aquosa e favorece uma melhor interação entre as proteínas lácteas, principalmente as micelas de caseína, durante a fermentação e formação do gel. Como consequência, há um aumento da capacidade de retenção de água e da consistência do gel, o que é atrativo do ponto de vista sensorial (Figura 3).

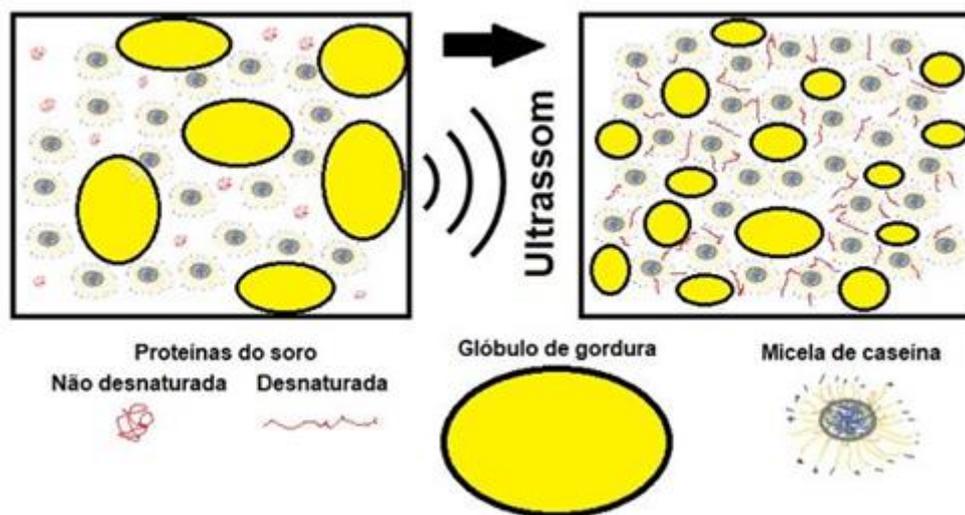


Figura 3. Efeito do ultrassom no leite e impacto na microestrutura do gel de iogurte.

DESNATURAÇÃO DAS PROTEÍNAS DO SORO

A capacidade de retenção de água tem grande importância na qualidade do iogurte. As proteínas do soro de leite possuem estrutura terciária e podem desnaturar mediante a aplicação do US, especialmente a β -lactoglobulina. Com o colapso das bolhas de cavitação, grande energia é gerada, o que pode induzir um desdobramento das proteínas do soro. Assim, dependendo da potência ultrassônica aplicada, o processo pode promover uma desnaturação das proteínas do soro, conforme no processo realizado a 20 kHz, 50 - 500 W, 1 - 10 min (10). Em outro estudo, a aplicação do US no leite antes da fermentação com o tratamento de 25 kHz, 400 W, 45 °C por 10 min resultou em uma formação de gel com maior capacidade de retenção de água e viscosidade (11-12).

Quando desnaturadas, as proteínas do soro têm seus grupos sulfidrílicos expostos e, portanto, disponíveis para formar ligações dissulfeto (S-S) entre si e/ou com as micelas de caseína. Esse complexo formado (proteínas do soro/proteínas do soro e/ou proteínas do soro/micelas de caseínas) possuem a capacidade de aprisionar moléculas de água que irão contribuir para o aumento da viscosidade do meio. Conforme discutido anteriormente, essas alterações favorecem uma melhor interação entre as proteínas aumentando a capacidade de retenção de água e a viscosidade (Figura 3).

Além disso, conforme descrito anteriormente, com a redução do tamanho dos glóbulos de gordura e a adsorção das proteínas do leite sob esses glóbulos, tem-se um aumento na capacidade de retenção de água do iogurte. Conseqüentemente, estes efeitos podem levar a uma diminuição da sinérese e um aumento da aceitação do produto pelo consumidor (12).

REDUÇÃO DO TEMPO DE FERMENTAÇÃO

A fermentação é uma das etapas que consome mais tempo, energia e recursos durante a produção de iogurte. Nesse caso, o US pode ser adotado como uma alternativa de reduzir e otimizar o tempo de fermentação. Uma das formas de reduzir esse tempo é a aplicação do US como um pré-tratamento do leite que será utilizado na fabricação do iogurte ou durante a etapa de fermentação. No primeiro caso, o US pode promover a redução do tempo de fermentação devido a modificação estrutural dos substratos

facilitando o acesso das enzimas microbianas, bem como acelerar as reações bioquímicas, enzimáticas e de transferência de massa durante a fermentação estimulando o desenvolvimento do *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* que atuam durante a fermentação. No entanto, essas condições devem ser otimizadas, uma vez que condições de alta potência ultrassônica podem ocasionar uma inativação desses microrganismos e, assim, prolongar a fermentação e resultados em defeitos no gel (4).

CONCLUSÕES

A utilização do US no leite para o processamento de iogurte resulta em uma diminuição do tamanho dos glóbulos de gordura e por consequência favorece a obtenção de um gel com maior consistência. Além disso, o uso do US pode promover a desnaturação das proteínas do soro e contribuir com a formação do complexo k-caseína- β -lactoglobulina, resultando em um aumento da capacidade de retenção de água e viscosidade do iogurte. Por fim, o US aplicado de forma otimizada no leite ou durante a fermentação pode acelerar o processo fermentativo, o que pode ser interessante do ponto de vista industrial. Portanto, a aplicação do US na produção de iogurte pode ser uma estratégia interessante devido a melhoria nas propriedades físico-química, reológicas e sensoriais deste derivado.

AGRADECIMENTOS

REFERÊNCIAS

1. Ojha KS et al. Ultrasound technology for food fermentation applications. *Ultras Sono*. 2017; 34:410-417.
2. Garcia-Burgos M et al. New perspectives in fermented dairy products and their health relevance. *Journal of Functional Foods*. 2020; 72:104059.
3. Gilbert A et al. Studying stirred yogurt microstructure and its correlation to physical properties: A review. *Food Hydrocolloids*. 2021; 121:106970.
4. Abesinghe AMNL et al. Effects of ultrasound on the fermentation profile of fermented milk products incorporated with lactic acid bacteria. *International Dairy Journal*. 2019; 90:1-14.
5. Munir M, Nadeem M, Qureshi T, Leong T, Gamlath C, Martin G, Ashokkumar M. Effects of high pressure, microwave and ultrasound processing on proteins and enzyme activity in dairy systems — A review. *Innov Food Sci & Emerg Technol*. 2019; 57: 102-192.
6. Vargas SA, Delgado-Macuil RJ, Ruiz-Espinosa H, Rojas-Lopez M, Amador-Espejo GG. High-intensity ultrasound pretreatment influence on whey protein isolate and its use on complex coacervation with kappa carrageenan: Evaluation of selected functional properties. *Ultras Sono*. 2021; 70:105-340.
7. Wang F, Zhang Y, Xu L, Ma H. An efficient ultrasound-assisted extraction method of pea protein and its effect on protein functional properties and biological activities. *LWT - Food Sci and Technol*. 2020; 127: 109- 348.
8. Wang Y, Zhang Z, Ele R, Mintah BK, Dabbour M, Qu W, Liu D, Ma H.

- Proteolysis efficiency and structural traits of corn gluten meal: Impact of different frequency modes of a low-power density ultrasound. *Food Chem.* 2021; 344:128-609.
9. Nguyen HA, Anema SG. Effect of ultrasonication on the properties of skim milk used in the formation of acid gels. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 2010; 11:616 - 622.
 10. Wu H, Hulbert GJ, Mount JR. Effects of ultrasound on milk homogenization and fermentation with yogurt starter. *Innov Food Sci & Emerg Technol.* 2000; 1: 211-218.
 11. Riener J, Noci F, Cronin DA. The effect of thermosonication of milk on selected physicochemical and microstructural properties of yoghurt gels during fermentation. *Food Chem.* 2009; 114: 905–911.
 12. Akdeniz V et al. New approach for yoghurt and ice cream production: High-intensity ultrasound. *Trends in Food Science & Technology.* 2019; 86:392-398, 2019.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-83>

Capítulo 83

EFEITOS DA COVID-19 SOBRE A PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE OVOS DE GALINHA EM BOA VISTA-RR

**Regina Tie Umigi¹; Gleidson Charles Oliveira Costa²; Márcia Lima Pinheiro²,
Ingrid Lemos Soares²**

¹Docente do Depto de Zootecnia - CCA – UFRR; E-mail: regina.umigi@ufrr.br,

²Estudante do Curso de Zootecnia - CCA– UFRR

RESUMO: O SARS-CoV-2, causador da COVID-19, rapidamente se espalhou da cidade de Wuhan (China) para diversos países, causando perdas humanas e econômicas. Um dos setores afetados pela pandemia causada por esse vírus foi a avicultura de postura e, mesmo com a alta dos preços das proteínas, o ovo vem se destacando em meio às carnes. Neste trabalho, analisou-se o efeito da COVID-19 sobre a produção e comercialização de ovos de galinha que, mesmo com a alta dos preços das proteínas, vem se destacando em meio às carnes. Foram elaborados questionários direcionados aos proprietários de granjas, donos/gerentes de supermercados e consumidores no município de Boa Vista - RR. Com as informações coletadas, constatou-se que os grandes produtores estão enfrentando problemas relacionados à alta dos insumos e à redução do lucro, embora consigam manter a quantidade de aves alojadas, enquanto os pequenos produtores, além dos problemas mencionados, descartam as aves para diminuir custo da produção. Por outro lado, os donos de supermercados, mesmo com a alta no custo dos ovos, passam incólumes aos problemas no abastecimento, sem que tenham de aumentar os estoques de ovos nas prateleiras, já que a demanda manteve-se alta. Segundo mostram os dados, os consumidores aumentaram a procura por ovos devido aos benefícios à saúde e, também, à maior alta dos preços das carnes. Desse modo, os entrevistados mostraram-se otimistas com a melhora da economia nacional e internacional após a vacinação em massa, tendo como perspectiva a diminuição do preço dos produtos, a fim de continuarem a consumir no mesmo ritmo que no período da pandemia.

Palavras-chave: granjas; pandemia; SARS-CoV-2

INTRODUÇÃO

Em março de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou o início da pandemia causada pelo mais recente coronavírus descoberto em Wuhan, China, em dezembro de 2019 (1) - SARS-CoV-2, causador da COVID-19.

Durante o ano de 2020, o Brasil foi bem cotado como exportador de alimentos para diversos países, aumentando sua participação nas exportações de grãos e de proteína animal (2). Com o aumento no preço das carnes, muitos consumidores adaptaram a rotina alimentar incluindo o ovo nas principais refeições (3).

Devido à pandemia e ao encarecimento de insumos, os produtores de galinhas poedeiras encontram dificuldades na atividade avícola (4). Os estabelecimentos comerciais

têm comprado ovos a valores elevados e o consumidor final também acaba pagando mais caro pelo produto.

A pesquisa que deu origem a este trabalho avaliou os efeitos que a COVID-19 causou no mercado de ovos, no município de Boa Vista-RR, considerando os estágios da cadeia produtiva e o comportamento do consumidor durante a pandemia, buscando entender tal comportamento afim de vislumbrar as perspectivas futuras.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi baseada em informações coletadas a partir de questionários respondidos por proprietários de granjas de postura, proprietários/gerentes de supermercados e consumidores. As perguntas para os três grupos foram elaboradas tendo como base as dúvidas do público em geral a respeito da pandemia, suas consequências para o mercado de ovo local e as perspectivas para o futuro.

O período de coleta de dados foi entre os dias 01 e 25 de abril de 2021. Após os colaboradores terem sido informados acerca do objetivo da pesquisa, o questionário foi aplicado de forma anônima, e as respostas foram dadas voluntariamente.

Os dados coletados foram analisados a partir da estatística descritiva simples, a fim de comparar entre si as informações fornecidas pelos colaboradores nos três grupos entrevistados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As informações sobre a produção de ovos foram obtidas a partir dos dados de quatro granjas de grande porte (alojam mais de 10.000 aves) e três de pequeno porte (alojam menos de 10.000 aves).

Dentro do grupo de produtores das granjas de grande porte, durante a pandemia, 75% mantiveram a quantidade de aves alojadas e 25% reduziram o total de aves para diminuir os custos. Avicultores de São Paulo e Pernambuco também têm feito esse procedimento pelo elevado custo de produção durante a pandemia (4). Já para os pequenos produtores, a realidade foi outra: 67% descartaram aves com 90 semanas de idade e optaram pela não renovação total do plantel e os outros 33% aumentaram o plantel no início da pandemia, mas descartaram aves também para a redução de custos.

Os ovos produzidos nas granjas abastecem o mercado local e outros municípios. Devido ao maior número de ovos produzidos, 75% dos empresários com maior poder de negociação relataram não terem sofrido impacto na demanda dos ovos, mantendo-se semelhante a antes da pandemia. Este efeito foi verificado por 67% dos granjeiros de pequeno porte; porém, 33% dos produtores relataram aumento da procura por ovos.

Todos os entrevistados relataram o aumento nos custos de produção, em especial do milho e da soja, principais fontes de energia e proteína das rações (5). Esse aumento foi sentido no início da pandemia e em meados de 2020, quando outros insumos como farinha de carne e ossos, premixes e embalagens também aumentaram.

O aumento desses insumos tem dificultado a atividade dos produtores, pois eles têm o lucro diminuído por não conseguirem repassar os valores para a venda. Em consequência disso, a venda de esterco e de galinhas de descarte aumenta a receita das granjas de grande porte, conforme afirmam 25% dos produtores. Dentre os pequenos produtores, 33% não aumentaram a produtividade nos últimos anos e tiveram os lucros reduzidos pelo aumento dos insumos. Já 67% deles relataram que a produção caiu devido à redução do plantel, levando à queda dos lucros.

Em todas as granjas pesquisadas, há treinamento dos funcionários quanto à biossegurança para evitar o contágio pelo SARS-CoV-2, que são feitos pelos Responsáveis Técnicos e seguranças do trabalho. Há ainda o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), álcool em gel e a adoção do distanciamento social, concordando com as recomendações feitas por (6). (6) recomendam ainda o banho do funcionário antes de entrar na área limpa da granja e a lavagem das mãos.

Nas granjas de menor porte, o número de funcionário já havia sido reduzido, não havendo demissões devido à pandemia, enquanto nas granjas de maior porte, ao contrário, houve a contratação de funcionários.

Em relação ao comércio atacadista e varejista, foram entrevistados 20 proprietários/gerentes de mercados de diferentes níveis (pequenos, médios e grandes) das diferentes zonas do município de Boa Vista.

Do total de entrevistados, 90% adquirem ovos dos produtores do município e 10% compram, com menor frequência, de outros estados. A aquisição no mercado externo ocorre porque em alguns períodos do ano os preços no mercado local estão menos atrativos.

Cerca de 65% dos entrevistados compram ovos via contrato pelo maior volume, menor preços e oferta constante; os outros 35% compram pelo melhor preço sendo feita pela granja que oferecer o produto mais barato, porém sem contrato; o que não garante o abastecimento contínuo.

Quando questionados sobre a demanda de ovos, os gerentes relataram que, para 43%, a procura estava alta antes da pandemia e aumentou no decorrer dela; para 38%, o aumento ocorreu no início da pandemia e se manteve alta até o momento da coleta dos dados. Em apenas 19% dos estabelecimentos, a procura por ovos foi maior no início da pandemia, seguida de redução no período seguinte.

Uma outra pergunta foi em relação aos preços dos ovos para revenda. Para 40%, os preços praticados pelos granjeiros vêm aumentando nos últimos 6 meses, enquanto 20% consideram os últimos 4 meses como apresentando uma maior elevação; 20% dos entrevistados perceberam o aumento a cada 2 meses; para 15%, o aumento foi visto a cada 3 meses; e somente 5% não notaram aumento significativo durante os últimos meses.

O preço do ovo tem aumentado devido à alta nos preços dos insumos, como relatado anteriormente. Em 2020, os insumos bateram recorde de exportação, ficando escassos no Brasil e obrigando o governo a zerar as tarifas de importação (7). Os preços do milho e do farelo de soja devem continuar elevados em 2021, pelos baixos estoques e demanda alta (8).

Mesmo com o aumento no preço dos ovos, não houve queda nas vendas, conforme 85% dos gerentes. Ademais, 95% disseram não terem ocorrido prejuízos em relação à alta dos preços. Com a diminuição da compra de carne, pela alta dos preços, o público opta pelo ovo por este ser mais barato (9).

90% dos donos/gerentes dos grandes supermercados revendem ovos a pequenos comerciantes, que são os maiores compradores, e apenas 10% revendem para restaurantes e lanchonetes.

Os pequenos, médios e grandes supermercados e estabelecimentos comerciais de outros ramos planejaram não parar as atividades durante a pandemia. Com o aumento de casos de COVID-19 registrados, foi necessária a adoção de atendimentos com pedidos online, disk entrega ou *drive-thru*. Do total de gerentes entrevistados, 75% não aderiram a atendimentos online, porém adotaram medidas restritivas como distanciamento social no interior da loja, uso obrigatório de máscara e álcool em gel na entrada do estabelecimento.

65% dos supermercados não reduziu o quadro de funcionários; 25% afastaram funcionários pelo contágio da doença e apenas 10% demitiram funcionários. A Associação Brasileira de Supermercados (ABRAS) recomenda que, em casos de suspeita, o funcionário deve ser afastado, procurar atendimento médico só retornar ao trabalho quando testar negativo para o vírus (10).

Do total de entrevistados, 85% não admitiram funcionários, mantendo a mesma quantidade, e 15% aumentaram o número de funcionários para atuar no ramo de limpeza, reposição e caixa.

O grupo dos consumidores foi representado por 625 voluntários, residentes nos diferentes bairros da cidade.

Do total dos entrevistados (57% do sexo feminino e 43% do sexo masculino), 38% tinha idades entre 20 e 29 anos, 24% entre 30 e 39 anos e 19% entre 40 e 49 anos e as demais faixas etárias somaram 19% (Figura 1). A representatividade em cada categoria de idade corrobora com a faixa etária considerada economicamente ativa pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que é entre 15 e 65 anos (11).

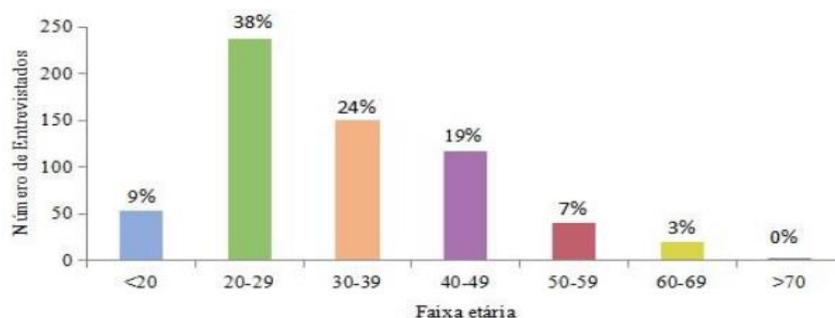


Figura 1- Idade dos colaboradores que participaram da pesquisa sobre o consumo de ovos antes e durante a pandemia.

O maior público foi do sexo feminino, pois a maioria das mulheres são responsáveis pelas compras alimentícias no final do mês; os homens vão aos supermercados em menor frequência (12).

A taxa de empregabilidade dessas mulheres mostra que a maioria delas está cada vez mais inseridas no mercado de trabalho (13); muitas ajudam nas finanças do lar, o que inclui as compras alimentícias (14).

Muitos entrevistados (67%) ocupam funções remuneradas; 46% trabalham no setor público ou privado e 21% são autônomos. Os desempregados representam 14% e estudantes 19%. A taxa de desemprego no Brasil nos meses de novembro e dezembro de 2020 e janeiro de 2021 foi de 14,2% representando um total de 14,3 milhões de brasileiros em idade ativa (15, 16). No período do 3º trimestre de 2020, a taxa de desempregados era de 18,4% e caiu para 14,3% no 4º trimestre do mesmo ano (17).

Roraima é um dos estados que mais emprega funcionários públicos no país, com 6,2% de forma direta ou indireta (18). Durante a pandemia, muitos setores públicos e privados aderiram ao isolamento social, afastando os funcionários, reduzindo sua jornada de trabalho, mas mantiveram seus salários ao final de cada mês.

Foi observado que 91% dos entrevistados residem em bairros da zona oeste de Boa Vista e o restante nos bairros das zonas norte (6%), sul (2%) e leste (1%). Esta informação corrobora (19), informando que a maior parte da população boa-vistense (cerca de 75%)

reside nessa área, uma vez que a zona oeste contém o maior número de bairros do município.

Com o aumento das informações disponibilizadas ao público em geral, os consumidores estão cada vez mais atualizadas quanto às informações nutricionais dos alimentos, adotando vida e hábitos mais saudáveis (20). A partir deste conhecimento, 34% dos entrevistados relataram já consumir ovos com certa frequência, pelos benefícios à saúde e agora por ser mais acessível financeiramente durante a pandemia. Do total, 37% relataram consumir somente pelo benefício à saúde, 9% passaram a consumir mais depois do aumento de casos de SARS-CoV-2 e 20% consomem ovos à revelia.

O consumo atual de ovos pelos entrevistados está em torno de um a quatro ovos/dia (Figura 2), tanto nas principais refeições diárias como em lanches e/ou suplemento de pessoas que frequentam academias. Esse consumo corrobora dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), segundo os quais, em 2020, o brasileiro consumiria 265 ovos/ano, um valor acima da média global de 235 ovos/per capita/ano (21, 22).

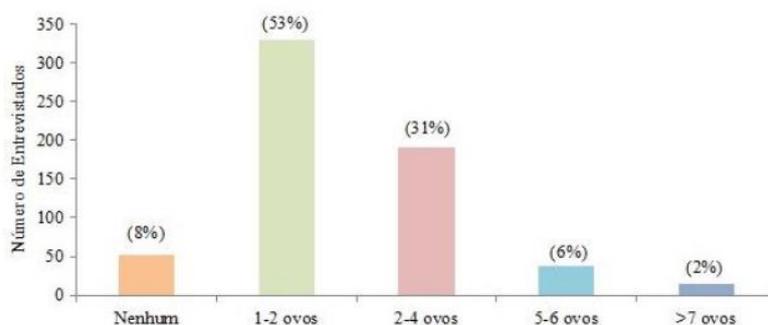


Figura 2- Consumo médio diário de ovos pelos consumidores.

A alta nos preços das carnes tem causado o aumento na demanda de ovos não só em Boa Vista, mas também em outros locais do país (23). Para 28% dos consumidores, o acesso a carne é afetado pela renda familiar, embora consumam em menor frequência; para 2% dos entrevistados, o ovo é a única alternativa. Já 42% deles compram carnes para o consumo normalmente (em menor quantidade e frequência que antes da pandemia), mas também compram e consomem ovos com média frequência (1-2 ovos diários em 4-5 dias na semana). Os outros 28% consomem ovos com a mesma frequência que antes da pandemia, independente do preço das carnes.

Do total, 54% deles aumentaram o consumo de ovos em relação ao período antes da pandemia enquanto 46% mantiveram a mesma ingestão. O aumento da demanda por ovos desde 2019 ocorreu em vários estados, em especial nas regiões onde a pandemia se instalou primeiro, como Rio de Janeiro e São Paulo (22). O aumento no consumo acompanhou a produção, ou seja, nos estados com maiores demandas, como São Paulo, Mato Grosso, Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul e Bahia, houve maiores produções (24).

Muitos consumidores sabem os motivos do aumento do preço dos insumos utilizados pelos granjeiros. Os meios de comunicação têm sido aliados no dia a dia dos cidadãos para acompanhar notícias a respeito da pandemia. A alta nos preços dos insumos, do petróleo, falta de milho e soja no mercado e outros problemas desencadeados pela pandemia foram alguns dos motivos relatados por cerca de 71% dos entrevistados, enquanto 29% não souberam responder.

A pandemia tem ocasionado diversas incertezas e impactos na cadeia de insumos, gerando dúvidas quanto ao futuro promissor dos envolvidos na cadeia produtiva de alimentos, desde o produtor rural até o consumidor final.

Os pequenos e os grandes produtores relataram que não pretendem aumentar a quantidade de aves alojadas após a pandemia, pretendem manter o mesmo quadro de funcionários, porém, dependendo do comportamento do mercado, 14% do total de entrevistados aventaram a possibilidade de aumentar o plantel para então aumentar a produção.

Segundo relatos dos produtores, o preço e a disponibilidade dos insumos é outro fator que limita o aumento do número de aves alojadas. A lucratividade tende a diminuir, uma vez que os pequenos produtores terão que segurar o preço com maior custo para, então, obter vendas, caso contrário podem ter prejuízos pela falta de compradores.

Os donos/gerentes de supermercados em sua maioria (45%) acreditam que a economia pode se restabelecer em pouco tempo após a vacinação de toda a população contra a COVID-19. Acreditam, ainda, na baixa dos preços dos produtos em poucos anos. No entanto, 40% acreditam que, com a vacinação em massa, a economia pode se restabelecer em poucos anos e os preços dos produtos em geral ainda continuarão altos por um longo período. Apenas 15% dos gerentes/donos não acreditam na melhora futura da economia e que os preços ainda continuarão altos.

35% dos consumidores continuarão consumindo ovos após a pandemia, porém em menor proporção que no momento atual caso os preços das carnes também diminuam. Enquanto isso, 30% continuarão consumindo ovos em maior proporção que no atual momento, também dependendo da baixa dos preços. Houve ainda aqueles que relataram que continuarão consumindo ovos com a mesma frequência que atualmente (17%) e aqueles que continuarão consumindo somente se os preços dos ovos baixarem (16%). Houve também consumidores (2%) que relataram que deixarão de consumir ovos com a baixa nos preços das carnes, em detrimento destas.

Com a vacinação da população, 54% dos entrevistados disseram que acreditam na melhora da economia e que, em pouco tempo, os preços dos produtos alimentícios, incluindo o ovo, voltem a baixar. Para 25% dos entrevistados, levará anos para a recuperação da economia e os preços ainda continuarão altos, enquanto 21% também acreditam que levará anos para o restabelecimento da economia, embora os preços possam baixar gradativamente.

CONCLUSÕES

A pandemia impactou as três esferas do mercado de ovos no município de Boa Vista-RR pelo aumento nos custos de produção. Grandes e pequenos produtores enfrentam desafios e tiveram, além da lucratividade diminuída, dificuldades em repassar ao consumidor os aumentos do preço dos insumos. Os funcionários das granjas foram treinados e seguiram protocolos de segurança para evitar contágios. Nessas granjas, não houve demissão ou contratação de funcionários.

Grandes e pequenos comerciantes enfrentaram aumentos nos preços do ovo. Os grandes não ficam desabastecidos devido ao recebimento contínuo de ovos e compram via contrato. A demanda pelo ovo estava alta antes da pandemia; aumentou no começo dela e se mantém alta pelo fato de o ovo ser barato e mais acessível em relação à carne bovina.

Os consumidores aumentaram o consumo de ovos devido ao aumento dos preços das carnes e aos benefícios à saúde, consumindo dois ovos/dia de quatro a cinco

dias/semana, comparado a antes da pandemia, que era apenas um ovo/dia. Muitos desses consumidores são empregados e, mesmo consumindo carnes em menor quantidade e frequência que antes da pandemia, não deixam de consumir ovos. A renda familiar foi empecilho para poucos entrevistados, uma vez que a maioria está empregada durante a pandemia.

Produtores, comerciantes e consumidores estão otimistas com a vacinação em massa para melhorar o quadro econômico nacional e internacional. Todos esperam por melhoras nas produções e baixa dos preços para, assim, continuarem o mesmo ritmo de consumo de ovos que tiveram durante a pandemia.

REFERÊNCIAS

1. Chan J F W, Kok K H, Zhu Z, To H C K K W, Yuan, S, Yuen K Y Genomic characterization of the 2019 novel human-pathogenic coronavirus isolated from a patient with atypical pneumonia after visiting Wuhan. *Emerg Microbes Infect.* 2020; 9: 221-236.
2. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa. Coronavírus e Peste Suína Africana aumentam demanda internacional por carne suína brasileira [Internet]. 2020 [acesso em 10 mar 2021]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/52240968/coronavirus-e-peste-suina-africana-aumentam-demanda-internacional-porcarne-suina-brasileira>.
3. Malafaia G C, Biscola P H N, Dias F R T Os impactos da COVID-19 para a cadeia produtiva da carne bovina brasileira [Internet]. Brasília: Embrapa; 2020 [acesso em 06 mar 2021]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1121736/osimpactos-da-covid-19-para-a-cadeia-produtiva-da-carne-bovina-brasileira>.
4. Avicultura Industrial. Avicultores descartam aves para reduzir custos em granjas [Internet]. 2021 [acesso em 18 mar 2021]. Disponível em: <https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/avicultores-descartam-aves-para-reduzircustos-em-granjas/20210315-093714-r538>.
5. Oliveira E C Valores energéticos do milho e farelo de soja para aves de diferentes categorias zootécnicas [Dissertação]. Lavras: Universidade federal de Lavras; 2015.
6. Vaz C S L, Trevisol I M Covid-19: O que o avicultor precisa saber [Internet]. Concórdia: Embrapa suínos e aves; 2020 [acesso em 05 mar 2021] Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212047/1/final9420.pdf>.
7. Santos P. Em 2020, milho é vendido a ‘preço de soja’ e soja é vendida a ‘preço de boi’; entenda os motivos [Internet]. 2020 [acesso em 04 mai 2021]. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/noticias/milho-preco-de-soja-soja-preco-de-boi/>.
8. Beck, P. Ovos: Consumo deve continuar elevado em 2021 [Internet]. 2021 [Acesso em 01 abr 2021]. Disponível em: <https://avicultura.info/pt-br/ovos-consumo-2021-cepea/>.

9. CNN Brasil. Com aumento no preço da carne, brasileiro come mais ovo do que a média global. Cable News Network Brasil [Internet]. 2021 [acesso em 04 mai 2021]. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/2021/05/02/com-aumento-no-preco-da-carnebrasileiro-come-mais-ovo-do-que-a-media-global>.
10. Associação Brasileira de Supermercados- ABRAS BRASIL. Protocolo de prevenção do Coronavírus (Covid-19) nos supermercados [Internet]. 2020 [acesso em 05 maio 2021]. Disponível em: <https://static.abras.com.br/pdf/protocolo-abras-covid-19-v9.pdf>.
11. Oliveira F. População economicamente ativa (PEA) [internet]. 2019 [acesso em 03 mar. 2021]. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/geografia/populacaoeconomicamente-ativa-pea>.
12. Mundo do Marketing. Por que as mulheres compram e como conquistá-las? [Internet]. 2014 [acesso em 29 abr. 2021]. Disponível em: <https://www.mundodomarketing.com.br/images/30-conteudosinteligencia/Estudos/Por%20que%20as%20mulheres%20compram%20e%20como%20conquist%C3%A1-las.pdf>.
13. Observatório Nacional do Trabalho. Boletim especial do observatório [Internet]. 2017 [acesso em 02 mai 2021]. Disponível em: <http://obtrabalho.mte.gov.br/images/artigos/Boletim-Especial-do-Observatrio-Mulher-e-Mercado-de-Trabalho.pdf>.
14. Diário do Comércio. Mulheres são responsáveis por compras de 96% dos lares [Internet]. 2019 [acesso em 19 maio 2021]. Disponível em: <https://dcomercio.com.br/categoria/negocios/mulheres-sao-responsaveis-por-omprasem-96-doslares#:~:text=Respons%C3%A1veis%20pelo%20consumo%20de%2096,or%C3%A7amento%20mensal%20para%20produtos%20b%C3%A1sicos>.
15. Agências IBGE Notícias. PNAD Contínua: taxa de desocupação é de 14,2% e taxa de subutilização é de 29,0% no trimestre encerrado em janeiro de 2021 [Internet]. 2021 [acesso em 01 mai 2021]. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/30391-pnad-continua-taxa-de-desocupacao-e-de-14-2-e-taxa-de-subutilizacao-e-de-29-0-no-trimestre-encerrado-em-janeiro-de-2021>.
16. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE. População, território e ambiente [Internet]. 2021 [acesso em 04 abr 2021]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rr/boa-vista/panorama>.
17. Folha Web. Roraima tem redução de 22,7% na taxa de desemprego [Internet]. 2021 [acesso em 01 mai 2021]. Disponível em: <https://folhabv.com.br/noticia/CIDADES/Capital/Roraima-temreducao-de-22-7--na-taxa-de-desemprego/74029>.

18. Folha Web. Roraima é o segundo que mais emprega servidores públicos [internet]. 2021 [acesso em 01 mai 2021]. Disponível em: <https://folhabv.com.br/noticia/CIDADES/Capital/Roraima-e-osegundo-que-mais-emprega-servidores-publicos/42106>.
19. Santiago, I. BV tem 56 bairros, alguns desconhecidos [internet]. 2016 [Acesso em 02 mai 2021]. Disponível em: <https://folhabv.com.br/noticia/CIDADES/Capital/BV-tem-56-bairros--algunsdesconhecidos/13061>.
20. Cruz F. Pesquisa mostra que 80% dos brasileiros buscam alimentação [internet]. 2018 [acesso em 26 mar 2021]. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2018-05/pesquisamostra-que-80-dos-brasileiros-buscam-alimentacao-saudavel>.
21. Associação Brasileira de Proteína Animal- ABPA. Proteína animal: ABPA divulga perspectiva para 2021 [Internet]. 2020 [acesso em 17 abr. 2021]. Disponível em: <https://abpa-br.org/perspectivas-para-2021/>.
22. Avicultura Industrial. Consumo de ovos deve ser de 250 per capita em 2020 [Internet]. 2020 [acesso em 02 maio 2021]. Disponível em: <https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/consumo-de-ovos-deve-ser-de-250-per-capita-em-2020/20200729-150523-1728>.
23. Agrolink. Ovo desponta como um dos alimentos mais comprados [Internet]. 2021 [acesso em 18 maio 2021]. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/ovo-desponta-como-um-dos-alimentos-maiscomprados_450350.html#:~:text=%20O%20aumento%20no%20pre%C3%A7o%20da,presentes%20no%20prato%20dos%20brasileiros.&text=O%20ovo%2C%20grande%20aliado%20das,vendas%20aumentadas%20por%20conta%20disso.
24. Avicultura Industrial. Para IBGE, situação econômica ajuda a explicar aumento na produção de ovos [Internet]. 2020 [acesso em 02 maio 2021]. Disponível em: <https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/para-ibge-situacao-economica-ajudaa-explicar-aumento-na-producao-de-ovos/20200911-103823-n930>.

Capítulo 84

EFEITOS DOS ÁCIDOS GRAXOS TRANS NA SAÚDE

Thaís Fukui de Sousa¹; Mahyara Markievicz Mancio Kus-Yamashita²

¹Estudante do Curso de Especialização de Vigilância Laboratorial em Saúde Pública – CALI – IAL; E-mail: thaïsf@provedor, ²Pesquisadora do Núcleo de Química, Física e Sensorial – CALI – IAL. E-mail: mahyara.kus@ial.sp.gov.br.

RESUMO: O ser humano sempre consumiu alimentos que continham ácidos graxos trans. No passado as fontes eram apenas as carnes, leite e produtos derivados de animais ruminantes, porém a partir da industrialização dos alimentos, em especial com o desenvolvimento da hidrogenação parcial dos óleos vegetais e a mudança nos padrões alimentares, seu consumo teve um aumento. Ácidos graxos trans causam diversos efeitos no organismo, sendo fatores de risco nas doenças cardiovasculares, na resposta inflamatória sistêmica; na disfunção endotelial; na resistência à insulina e na obesidade. Este trabalho teve como objetivo verificar o efeito dos ácidos graxos trans na saúde quanto a sua origem industrial e biológica. O consumo de ácidos graxos trans de origem industrial traz resultados deletérios à saúde humana, pois compõem a maior parte dos ácidos graxos trans presentes nos alimentos. Entretanto, em relação aos ácidos graxos trans de origem dos animais ruminantes, ainda há controvérsias quanto aos seus possíveis danos ao organismo, embora seu impacto deva ser menor do que dos ácidos graxos trans industriais, devido a sua baixa concentração nos produtos. Enquanto alguns estudos não encontraram nenhuma associação significativa do seu consumo com o aumento de doenças coronarianas, outros obtiveram resultados semelhantes aos dos ácidos graxos trans de origem industrial quando analisados os níveis de lipoproteínas plasmáticas.

Palavras-chave: animais ruminantes, gordura trans, industrial.

INTRODUÇÃO

O ser humano sempre consumiu alimentos que continham ácidos graxos trans. No passado as fontes eram apenas as carnes, leite e produtos derivados de animais ruminantes, porém a partir da industrialização dos alimentos, em especial com o desenvolvimento da hidrogenação parcial dos óleos vegetais e a mudança nos padrões alimentares, seu consumo teve um aumento significativo. Esse cenário somado ao estilo de vida sedentário fez com que aumentasse o número de casos de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como a obesidade, diabetes, hipertensão e doenças cardiovasculares, em todo o mundo (1,2).

Devido a esse cenário, a Organização Mundial da Saúde/ Food and Agriculture Organization (OMS/FAO) recomenda uma ingestão de ácidos graxos trans (AGT) inferior a 1% do valor energético total da alimentação, independente de sua origem ser natural ou industrial. Entretanto, devido ao baixo teor e à falta de informação dos efeitos dos ácidos graxos trans provenientes dos animais ruminantes, as políticas mundiais consideraram como prioridade os ácidos graxos trans industriais, por ser a maior fonte deste tipo de ácido graxo e, cujo risco a saúde é comprovado (3,4).

No Brasil, foram adotadas medidas para diminuir o conteúdo de ácidos graxos trans industriais nos alimentos, sendo a meta da adoção de um limite máximo de 2% destes ácidos em relação ao de gorduras totais entre os anos 2021 e 2023, e a proibição do uso de óleos e gorduras parcialmente hidrogenados nos alimentos a partir de 2023, compactuando com os planos da OMS de eliminar os ácidos graxos trans industriais da cadeia global de alimentos até esta data (5).

Este trabalho teve como objetivo verificar o efeito dos ácidos graxos trans na saúde quanto a sua origem industrial e biológica.

ÁCIDOS GRAXOS TRANS

Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos de cadeia carbônica longa, sendo diferenciados pelo número de carbonos e insaturações presentes na cadeia. Quando há insaturações, a molécula pode assumir tanto a conformação cis quanto trans, os isômeros cis são encontrados com mais frequência na natureza devido à biossíntese de lipídeos favorecer sua formação (6,7). Os ácidos graxos trans (AGT) são ácidos graxos insaturados que possuem ao menos uma insaturação na configuração trans, ou seja, os átomos de hidrogênio ficam em lados opostos na cadeia de carbono na região da dupla ligação (8). Eles podem ter duas origens: biológica ou industrial. Na biológica, os AGT são sintetizados a partir do metabolismo lipídico que ocorre no rúmen e glândulas mamárias de animais ruminantes; enquanto que na industrial, são formados pela hidrogenação parcial dos óleos e por indução térmica, durante os processos de desodorização no refino do óleo e na fritura de alimentos, sendo estes amplamente utilizados pela indústria alimentícia na fabricação de produtos processados. Embora os ácidos graxos trans formados a partir das duas origens apresentem basicamente os mesmos isômeros, estes estão em proporções diferentes, pois enquanto o principal ácido graxo presente na gordura de origem industrial é o ácido elaídico (C18:1Δ9t), na gordura dos ruminantes, o ácido vacênico (C18:1Δ11t), é o composto majoritário, sendo encontrado também os ácidos linolêicos conjugados (CLA), tendo o ácido rumênico (C18:2Δ9c,11t) como principal constituinte (3, 8, 9). Na Figura 1 estão representadas as estruturas químicas dos respectivos ácidos graxos trans.

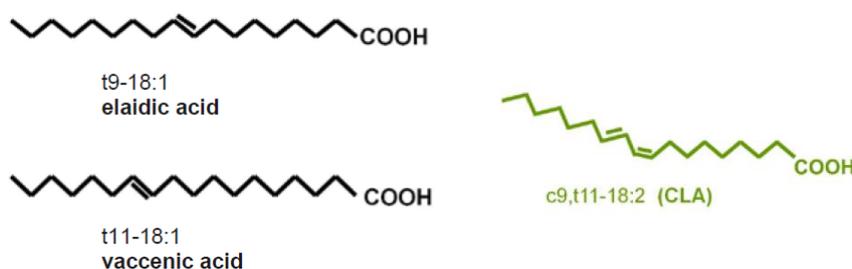


Figura 1. Estrutura química dos ácidos graxos trans: elaídico, vacênico e rumênico (CLA)

Fonte: PFEUFFER; JAHREIS, 2018 adaptado (9)

EFEITO DOS ÁCIDOS GRAXOS TRANS NA SAÚDE

Evidências do potencial deletério dos ácidos graxos trans surgiram na década de 1950. Em 1957 Kummerow e colaboradores (10) analisaram extratos lipídios de tecidos de 24 indivíduos que tiveram como causa de morte a doença coronariana, e verificaram que no tecido adiposo continha valores iguais ou menores a 12,2 % de AGT, no fígado estes valores foram de 14,4 %, no tecido do coração 9,3 %, no tecido da aorta 8,8 % e no ateroma 8,8 %. Estudos posteriores mostraram uma concentração maior que 6,8 % no tecido adiposo dos ácidos graxos C18:1 e C16:1 trans em indivíduos que morreram de doença coronariana isquêmica (8).

Portanto o conhecimento de que os AGT não trazem nenhum benefício à saúde é amplamente conhecido, embora grande parte dos estudos tenham sido realizados considerando o consumo de AGT totais, independente da sua origem. São poucos os trabalhos que analisaram a correlação entre o risco de doenças cardiovasculares (DCV) e o consumo dos diferentes isômeros de ácidos graxos trans de origem dos animais ruminantes (AGTr) e ácidos graxos trans de origem industrial (AGTi) (11, 12).

ÁCIDOS GRAXOS TRANS TOTAIS

O efeito mais conhecido que os AGT provocam no organismo é a elevação dos níveis de colesterol e a alteração das concentrações das lipoproteínas plasmáticas resultando em um aumento do colesterol LDL, superior aos ocasionados pelos ácidos graxos saturados, além da diminuição dos níveis de colesterol HDL e aumento da razão colesterol total:HDL. Estes são fatores de risco correlacionados às DCV (13).

Entretanto, seu impacto negativo vai além do que é causado nas taxas de colesterol. Diversos estudos correlacionam o consumo de AGT e outros fatores de risco de DCV, como o efeito na elevação dos níveis de Lp (a), triglicerídeos e ApoB; na resposta inflamatória sistêmica; na disfunção endotelial; na resistência à insulina e na obesidade (9, 14). Também já foi associado ao aumento no risco de outras doenças como infertilidade, Alzheimer e casos de câncer de mama e colorretal, embora com menos evidências (15).

Os mecanismos de ação dos AGT sobre as lipoproteínas plasmáticas já foram estabelecidos. Devido sua natureza hidrofóbica, os AGT precisam das lipoproteínas para ser transportados pelo organismo. As partículas de LDL transportam o colesterol do fígado para os demais tecidos, sendo captados por receptores presentes nas células. O colesterol, assim como os ácidos graxos saturados, diminui a expressão do RNAm responsável pela síntese do receptor de LDL, levando ao aumento do LDL no plasma (16).

O HDL faz o papel reverso, transportando o colesterol dos tecidos periféricos para o fígado onde será catabolizado. A redução na sua concentração plasmática ocorre devido a um aumento da atividade da enzima colestérol ester transferase (CETP), responsável pela transferência de colesterol esterificado do HDL para o VLDL e LDL. As mudanças na concentração de HDL causam um efeito maior do que somente o aumento da LDL é capaz de promover no desenvolvimento das DCV (16).

O consumo de AGT pode elevar os níveis dos marcadores de inflamação sistêmica IL-6, TNF- α e PCR, além de aumentar os marcadores da disfunção endotelial, incluindo a E-selectina e moléculas solúveis de adesão (14). Os AGT também causam a inibição do funcionamento da paraoxonase, uma enzima que está associada com a prevenção da oxidação lipídica, e conseqüentemente, do risco de DCV; e a ativação da via das caspases, induzindo a apoptose nas células endoteliais, um passo importante na resposta inflamatória (2).

E embora os AGT possuam absorção, transporte e oxidação semelhantes aos seus isômeros correspondentes cis, eles podem inibir a enzima $\Delta 6$ -desaturase, impactando na síntese e incorporação dos ácidos graxos de cadeia longa, araquidônico (C20:4n-6), EPA (C20:5n-3) e DHA (C22:6n-3) (9).

DIFERENÇAS ENTRE AGTR E AGTI

É bem aceito que o consumo de AGTi traz resultados deletérios à saúde humana, já que compõem a maior parte dos AGT presentes nos alimentos. Entretanto, em relação aos AGTr, ainda há controvérsias quanto aos seus possíveis danos ao organismo, embora seu impacto deva ser menor do que dos AGTi, devido a sua baixa concentração nos produtos. Enquanto alguns estudos não encontraram nenhuma associação significativa do seu consumo com o aumento de doenças coronarianas, outros obtiveram resultados semelhantes aos dos AGTi quando analisados os níveis de lipoproteínas plasmáticas (12, 13).

Existem controvérsias relacionadas à ingestão de AGTi e AGTr, como observado nestes três estudos. O primeiro concluiu que o aumento da razão de colesterol LDL/HDL provocada pelo AGTi não é significativamente maior do que a causada pelo AGTr. Já o segundo, comparou a ingestão dos AGT de ambas as fontes, demonstrando que apenas o AGTr aumentou modestamente os níveis de colesterol total e LDL. Enquanto que o terceiro, indicou que o maior consumo de AGTr no leite não elevou as taxas de colesterol total/HDL ou de LDL/HDL (9). Cabe ressaltar que muitos fatores podem influenciar os resultados dos estudos clínicos, justificando as diferenças encontradas, entre eles: a dose ministrada, o tipo de isômeros, o tipo de suplementação (dieta ou cápsula), o controle da dieta, a duração do estudo, a população estudada (gênero, idade, condição de saúde) (11).

Embora os efeitos provocados nas lipoproteínas ainda não tenham sido totalmente elucidados, diversos estudos sugerem que o AGTr não afeta os níveis de lipídios e lipoproteínas plasmáticas quando consumidos em pequenas doses. Mas se consumidos em altas concentrações, acima do que é normalmente ingerido na dieta, poderá apresentar os mesmos efeitos causados pelo AGTi (11).

Um estudo realizado mostrou que o risco de morte por DCV é maior devido ao consumo elevado de AGT totais e AGTi, enquanto que uma maior ingestão de AGTr não demonstrou mesmo efeito (9). Porém, de acordo com Zhang et al. (2018) supõe-se que os hábitos alimentares, metabolismo, ambiente e o modo de vida das pessoas devam influenciar no desenvolvimento das DCV. O risco de resistência à insulina e diabetes mellitus tipo 2 também aumentou com um maior consumo de AGTi, o que não foi observado no AGTr (9).

A presença de ácido palmitelaídico (C16:1 $\Delta 9t$) nos fosfolipídios plasmáticos provenientes da gordura do leite foi associada a baixas concentrações de marcadores de risco, como o marcador inflamatório proteína C-reativa e a relação colesterol total/HDL (9).

Outra diferença entre eles, é que o ácido elaídico é incorporado em triglicerídeos e fosfolipídios em maior extensão do que o ácido vacênico, enquanto o ácido rumênico é incorporado nos fosfolipídios (9).

Também já foi observado que somente o ácido elaídico inibiu a atividade da $\Delta 5$ -desaturase, afetando a biossíntese dos ácidos graxos ômega 3 e 6; além de prejudicar o efluxo de colesterol dos macrófagos, devido a mudança na fluidez da membrana celular. Apenas os ácidos elaídico e linolelaídico interferiram na transdução de sinal de insulina

nas células endoteliais. Em cultura de células, o ácido vacênico apresentou propriedades anti-inflamatórias, embora menos pronunciadas do que o ácido rumênico, enquanto que estudos em humanos, o consumo de ácido vacênico não alterou a função das células imunes, nem os biomarcadores plasmáticos de função imune e de inflamação (9, 17).

Estudos observados por Pfeuffer e Jahreis (9) e Kuhnt et al. (18), demonstram em estudos in vitro e em animais que isômeros diferentes são metabolizados e convertidos por processos distintos, agindo bioquimicamente de maneira diferente. Por exemplo, a enzima Δ -9 desaturase, presente em humanos, é capaz de converter o ácido vacênico (C18:1 Δ 11t) em ácido rumênico (C18:2 Δ 9c,11t), mas não é capaz de agir no ácido elaídico (C18:1 Δ 9t). Esta pode ser uma possível explicação para o efeito patobioquímico mais desfavorável do AGTi, uma vez que apresenta maior toxicidade para as células hepáticas, aumenta a expressão dos genes lipogênicos, ácido graxo sintase e Δ 9-desaturase, além dos reguladores transcricionais, diferentemente do ácido vacênico. Devido a conversão do ácido vacênico em ácido rumênico, uma pesquisa relacionou os AGTr como promotores de saúde, por causa das características anti-aterogênicas e anti-carcinogênicas relacionadas ao ácido rumênico (18, 9).

ÁCIDO LINOLÉICO CONJUGADO (CLA)

Os ácidos linoléicos conjugados são compostos por 28 isômeros diferentes, sendo dois deles, C18:2 Δ 9c,11t e C18:2 Δ 10t,12c, mais conhecidos pelo seu efeito bioativo. O ácido rumênico (C18:2 Δ 9c,11t) é o isômero predominante na natureza, presente em carnes, leite e derivados de animais ruminantes (17).

De acordo com o Codex Alimentarius, os AGT não incluem os isômeros de CLA, devido a estudos que sugerem seu potencial benéfico à saúde, como redução de peso corporal e propriedades anti-aterogênicas (17).

Os efeitos benéficos do CLA permitiram que ele fosse comercializado como suplemento com função de regulador de peso. Os suplementos são formados principalmente pelos isômeros C18:2 Δ 9c,11t e C18:2 Δ 10t,12c, produzidos a partir do óleo de cártamo rico em ácido linoléico (17).

Como o CLA presente naturalmente nos alimentos e nos suplementos possui diferenças em sua composição, níveis de consumo e bioatividade, eles não podem ser considerados equivalentes em relação a seus efeitos na saúde (17).

Estudo desenvolvido por Park (19) analisou os efeitos à saúde pelo consumo dos isômeros, C18:2 Δ 9c,11t e C18:2 Δ 10t,12c, associando os mesmos à redução dos fatores de riscos de DCV, redução da gordura corporal, melhorias na massa óssea, além de apresentar propriedades anti-carcinogênicas e anti-inflamatória. Entretanto, também foi observada uma relação do consumo de suplementos de CLA com o aumento dos marcadores de estresse oxidativo, podendo implicar em prejuízos à saúde (19).

Além disso, outro estudo mostrou que tanto o AGTr, AGTi e CLA têm os mesmos efeitos sobre as lipoproteínas plasmáticas, quando consumidos nas mesmas quantidades. Embora os impactos causados pelo AGTr sejam incertos, eles devem ser menores devido a baixa concentração nos produtos, enquanto que a ingestão de CLA pode trazer resultados relevantes, uma vez que este é vendido como suplemento (13).

CONCLUSÕES

Ácidos graxos trans comprovadamente causam efeitos deletérios à saúde, estando intimamente relacionado às doenças crônicas não transmissíveis. A maioria dos trabalhos realizados não diferenciam os tipos de isômeros estudados, portanto não há um consenso que a origem desses ácidos graxos possam indicar um efeito diferente no organismo, e, portanto devido ao maior consumo de ácidos graxos trans de origem industrial, a recomendação é de não consumir produtos que contenham esse ácido graxo de origem industrial.

REFERÊNCIAS

1. Padovese R, Mancini-Filho J. Ácidos graxos trans. In: Curi R. et al. Entendendo a gordura: os ácidos graxos. 1 ed. Manole; 2002.
2. Gazzola J, Depin MH. Associação entre consumo de gordura trans e o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (DCV). *Extensio: R. Eletr. de Extensão*. 2015; 12 (20): 90-102.
3. ANVISA. Relatório de análise de impacto regulatório sobre ácidos graxos trans em alimentos. Brasília, jul. 2019.
4. Aued-Pimentel S, Kus-Yamashita MMM. Analysis of the fat profile of industrialized food in Brazil with emphasis on trans-fatty acids. *J. Food Compos. Anal.* 2021; 97: 103799.
5. Brasil. ANVISA. Resolução RDC nº 332, de 23 de dezembro de 2019. Define os requisitos para uso de gorduras trans industriais em alimentos. *Diário Oficial da União, Brasília, DF, nº 249, 26 dez. 2019.*
6. Merçon F. O que é uma gordura trans? *Quím. Nova Esc.* 2010; 32(2): 78-83.
7. Ramalho HF, Suarez PAZ. A química dos óleos e gorduras e seus processos de extração e refino. *Rev. Virtual Quím.* 2013; 5(1): 2-15.
8. Oteng AB, Kersten S. Mechanisms of Action of trans Fatty Acids. *Adv Nutr.* 2020; 11(3): 697-708.
9. Pfeuffer M, Jahreis G. Trans fatty acids. Origin, metabolism, health risks. *Ern Umsch Inter.* 2018; 65(12): 196-203.
10. Johnston PV, Johnson OC, Kumerow. Occurrence of trans fatty acids in human tissue. *Science.* 1957; 126(3276): 698-9.
11. Gebauer SK, Chardigny JM, Jakobsen MU, Lamarche B, Lock AL, Proctor SD, Baer DJ. Effects of ruminant trans fatty acids on cardiovascular disease and cancer: a comprehensive review of epidemiological, clinical, and mechanistic studies. *Adv Nutr.* 2011; 2(4): 332-54.
12. Zhang Q, Yang Y, Hu M, Li H, Zhong Q, Huang F. Relationship between plasma trans-fatty acid isomer concentrations and self-reported cardiovascular disease risk in US adults. *Int J Food Sci Nutr.* 2018; 69(8): 976-984.
13. Brouwer IA, Wanders AJ, Katan MB. Trans fatty acids and cardiovascular health: research completed? *Eur. J. Clin. Nutr.* 2013; 67: 541-547.

14. Teegala SM, Willett WC, Mozaffarian D. Consumption and health effects of trans fatty acids: a review. *J AOAC Int.* 2009; 92(5): 1250-7.
15. Delgado GE, Kleber ME Trans fatty acids and mortality. In: Patel VB *The molecular nutrition of fats.* 1 ed. Academic Press; 2018.
16. Sabarense CM, Mancini-Filho J. Ácidos graxos trans e as lipoproteínas plasmáticas. *Nutrire Rev. Soc. Bras. Aliment. Nutr.* 2004; 27: 69-83.
17. Wang Y, Proctor SD. Current issues surrounding the definition of trans-fatty acids: implications for health, industry and food labels. *Br J Nutr.* 2013; 110(8): 1369-83.
18. Kuhnt K, Degen C, Jahreis G. Evaluation of the Impact of Ruminant Trans Fatty Acids on Human Health: Important Aspects to Consider. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2016; 56(12):1964-80.
19. Park Y. Conjugated linoleic acid (CLA): good or bad trans fat? *J. Food Compos. Anal.* 2009; 22S: S4-S12.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-85>

Capítulo 85

ESTUDO DE REVISÃO DE LITERATURA DO 5-HIDROXIMETILFURUFURAL EM MEL

Davi Perini Temerloglou¹; Cristiane Bonaldi Cano²;

¹Bolssita do Programa de Aprimoramento- IAL – CEFOR/SUS/SES; E-mail: davitemer@gmail.com , ²Docente/pesquisador do Núcleo de Química Física e Sensorial de Alimentos – CA – IAL. E-mail: cristiane.bonaldi@ial.sp.gov.br.

RESUMO: O 5-hidroximetilfurfural (HMF) está presente no mel devido à decomposição da frutose e glicose. Sendo que a sua quantidade varia conforme as práticas de apicultura e sua vida de prateleira. As legislações estabelecem um limite que varia de 40 a 80 mg/kg, dependendo da origem geográfica do mel. Existe um interesse em Saúde Pública em estudar o HMF devido ao composto ter um possível efeito carcinogênico em humanos. O Objetivo desta revisão é de buscar os avanços em preparo de amostra e cromatografia líquida com emprego dos detectores de última geração, a fim de verificar análises mais rápidas e sensíveis. Na discussão deste trabalho pode-se observar uma nova tendência metodológica para determinação de HMF no mel, tais como método de cromatografia capilar de electrocinética micelar (MECK), o método de análise direta em tempo real (DART) acoplado ao TOF-MS e camada delgada em alto desempenho acoplado ao espectrômetro de massa (HPTLC- MS), seriam métodos mais rápidos. A cromatografia líquida é a mais utilizada na determinação de HMF, onde se pode observar o emprego de condições cromatográficas diferentes (tipo de coluna, composição de fase móvel, tipo de detecção e sistema de bombeamento), que melhoram a seletividade e resolução entre picos para determinação deste composto. Dos métodos de HPLC o método desenvolvido por RISNER (2006), obteve melhor exatidão, sem precisar de pré-tratamento no qual utilizou uma coluna de cromatografia de captura de íons e fase móvel de água.

Palavras-chave: 5-Hidroximetilfurfural; Mel; Metodologia

INTRODUÇÃO

O mel é um produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas, a partir do néctar das flores ou das secreções procedentes de partes vivas das plantas ou de excreções de insetos sugadores de plantas que ficam sobre partes vivas de plantas, que as abelhas recolhem, transformam, combinam com substâncias específicas próprias, armazenam e deixam madurar nos favos da colmeia (1). Sua composição é basicamente formada de carboidratos dos quais frutose e glicose perfazem 70% do total dos demais mono-oligosacarídeos encontrados, dissolvidos em média de 17% de água. Entretanto o mel ainda possui componentes de menores proporções na sua constituição tais como minerais, aminoácidos, vitaminas, ácidos orgânicos e compostos fenólicos, flavonoides, carotenoides, substâncias voláteis, enzimas e produtos que colaboram com a reação de Maillard (2;3;4;6).

O mel é geralmente aquecido no seu processamento a fim de diminuir a formação da cristalização e viscosidade e o emprego de temperaturas com controle do tempo é permitido, conforme as boas práticas de produção que não afetariam a qualidade desse produto (3,4). Contudo, na prática são empregadas temperaturas mais elevadas e num tempo mais longo, que acarretam na formação de um produto de degradação importante denominado 5-hidroximetilfurfural (ou também conhecido na literatura como 5-(hidroximetil) furano-2-carbaldeído, HMF). O HMF é um furfural formado como um intermediário na reação de Maillard, ou a partir da desidratação direta dos açúcares (caramelização), em condições ácidas durante os tratamentos térmicos aplicados aos alimentos (5;6). Todos alimentos que possuem carboidratos estão sujeitos a ter HMF (7;8;9;10). A formação do HMF também pode ocorrer em baixas temperaturas ao longo do envelhecimento do mel em longos períodos de armazenamento. Além da temperatura, a formação HMF é dependente do tipo de açúcar, acidez, pH, a atividade de água, minerais (concentração de cátions divalentes) e a origem do tipo floral presentes na composição do mel. O HMF inicialmente está em baixas concentrações ou ausentes no mel fresco (1,7;8;9;10).

A proposta do *Codex Alimentarius*, União Europeia e legislações nacionais e internacionais estabelecem um limite máximo de 40-60mg/kg para HMF no mel, e para países com climas tropicais o limite é de 80 mg/kg (1; 11; 12;13;15). O HMF tem sido alvo de pesquisas que indicam o seu potencial citotóxicos, mutagênicos, carcinogênicos e genotóxico. (5;13;15).

A determinação de HMF no mel tem sido tradicionalmente realizada pelo método espectrofotométrico descrito por WHITE (14). Têm sido desenvolvidos vários outros métodos na literatura que empregam a cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) com detecção por ultravioleta (UV). Recentemente têm sido relatados trabalhos que empregam a técnica de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (CG-MS), eletroforese capilar e cromatografia capilar de electrocinética micelar (MEKC) em diferentes alimentos tais como cereais matinais, torradas, mel, suco de laranja, maçã, geleias, café, chocolate e biscoitos e alimentos infantis na determinação do HMF nos alimentos (6; 11 12;17).

Esta revisão tem como objetivo buscar os avanços em preparo de amostra e cromatografia líquida com emprego dos diversos detectores, a fim de verificar análises mais rápidas, com maior sensibilidade de detecção e também a que pode ser aplicada a rotina dos laboratórios.

Composição do mel

O mel é uma solução concentrada de carboidratos, principalmente: glicose e frutose. Também possui ácidos orgânicos, aminoácidos, vitaminas, flavonóides, minerais. Sua composição varia com o tipo de abelha, tipo de origem floral e estação do ano. O teor de carboidratos está entre 70 e 80%. Suas variações podem provocar alterações físicas como viscosidade, densidade, higroscopicidade e cristalização no mel. Além da frutose e glicose, foram identificados quatorze dissacarídeos, sendo os mais presentes em diferentes floradas: sacarose, melibiose, trealose maltose, isomaltose, nigerose, turanose. E onze trissacarídeos, destes os mais encontrados são a rafinose, melezitose e erlose; a razão erlose e melizotose permite a classificação da origem do mel (1; 2; 11;12; 19; 21)

A umidade varia de 10 a 20% do mel e influencia a sua viscosidade, peso específico, maturidade, cristalização, sabor, conservação e palatabilidade (1;3;4;11;12; 19; 21). Mel verde (não operculado) possui alto teor de umidade (3;4).

O mel possui cerca de 0,5% de proteínas e aminoácidos livres, tais como prolina, lisina, histidina, ácido glutâmico, arginina, leucina que variam muito de acordo com fonte floral do mel. As três principais enzimas presente no mel são: diástase (amilase), invertase (sucrase e α -glicosidase) ajudam na quebra da sacarose em glicose e frutose, e a glicose-oxidase que produz ácido glicônico e peróxido de hidrogênio a partir da glicose. A ação da enzima glicose-oxidase e diástase (em temperaturas abaixo de 60 °C) e se mantém mesmo durante o armazenamento, pois permanece em atividade no mel mesmo após o processamento (2;3;4,19;20;21).

A origem da acidez no mel deve-se à variação dos ácidos orgânicos, causada pelas diferentes fontes de néctar, pela ação da enzima glicose-oxidase, pela ação das bactérias durante a maturação e os minerais presentes em sua composição que influenciam a textura e a estabilidade do mel. Os ácidos orgânicos do mel representam menos que 0,5% dos sólidos, tendo um pronunciado efeito no sabor, podendo ser responsáveis, em parte, pela excelente estabilidade do mel em frente a micro-organismos (19; 21). Existem pelo menos vinte tipos de minerais como sódio, potássio, cálcio e magnésio e sete tipos de vitaminas como vitamina K, C e ácido pantotênico em baixa proporção no mel que variam conforme a fonte floral e geográfica do mel. Os grãos de pólen são oriundos das flores, tem que estar presentes no mel e são utilizados em estudos para identificar a origem floral e geográfica do mel (2,11;20;22).

Qualidade do mel

São várias as práticas que os apicultores devem realizar para garantir a qualidade, sem presença de contaminantes e micro-organismos patogênicos. Dentre elas envolvem: os cuidados com a colmeia, como o nº máximo de colmeias, o material utilizado como fumigador, local dos apiários, alimentação das abelhas, saúde e higiene do apicultor ao realizar suas atividades de campo e processamento para a não contaminação do mel (3;4). O tratamento térmico no mel pode melhorar os aspectos sensoriais, diminuir a atividade microbiana, a tendência de cristalização e a viscosidade, porém pode reduzir o valor nutricional como perda das atividades de vitaminas e aminoácidos, e também das enzimas. (5;10;23).

A qualidade do mel está muito relacionada às práticas de apicultura adotada e a sua conservação de vida de prateleira, que podem favorecer a diminuição da atividade diastásica quando o mel é submetido a temperaturas elevadas no processamento e no armazenamento por longos períodos de tempo (mel velho). O inverso ocorre com a acidez e com o HMF que aumentam quando armazenado em longo período de tempo ou em temperaturas elevadas (3;4;5;11; 20).

Na legislação brasileira os parâmetros de identidade e qualidade do mel (Tabela 1) avaliam como critério de deterioração os seguintes parâmetros físico-químicos fermentação, acidez, atividade diastásica, e quantidade de HMF, cujo o limite máximo estabelecido para HMF é 60mg/kg (1;11;15). As legislações internacionais estabelecem a concentração de HMF que não deve ser superior a 40mg/kg, mas para países tropicais o limite é de 80mg/kg (11;12;13;15) Existem outros furfurais que são formados além do HMF como o 2-furfural e o 5-metilfurfural, porém nenhuma legislação estipula seus limites (7,11;12;13;15).

Tabela 10- Análises para identificação da qualidade do mel

Parâmetros Físico-Químicas	
Maturidade:	Açúcares redutores, umidade, sacarose aparente.
Pureza:	Sólidos insolúveis em água, minerais (cinzas), pólen.
Deterioração:	Fermentação, acidez, atividade diastásica, hidroximetilfurfural (HMF)
Não pode conter aditivo como corantes e aromatizantes	

Fonte: BRASIL, MAPA IN 11/2000 (1)

Formação do 5-Hidroximetilfurfural (HMF)

As reações de que ocorrem com a pasteurização são principalmente: Reação de Maillard, caramelização e oxidação lipídica; como o mel não tem lipídeos esta última é desconsiderada. Todos os alimentos que possuem carboidratos estão sujeitos a ter HMF. Raramente o HMF é maior que 1g/kg nos alimentos, exceto em produtos caramelizados e frutas secas (5;12;13).

O 5-hidroximetilfurfural (HMF) (Figura1), nome IUPAC 5-(hydroxymethyl)furan-2- carbaldehyde (16) é um aldeído formado a partir da catálise ácida da desidratação da hexose (caramelização) ou pela condensação de carboidratos, chamada reação de Maillard (Figura 2). Neste último os açúcares redutores e o aminoácido lisina são os principais envolvidos no início da reação (5;7;13) A via de formação do HMF é ocasionada principalmente pelo cátion frutofuranosil proveniente da frutose. Pelo processo de desidratação a temperatura ambiente a glicose é maior responsável transformando em 3- deoxi-glicosona (3-DG) (18).

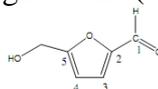


Figura 10 – Estrutura molecular do HMF

Fonte: (7)

A formação de HMF em mel é contribuída pela temperatura, envelhecimento (tempo), acidez, pH, atividade de água, origem do tipo floral e minerais. O HMF inicialmente está em baixas concentrações ou ausentes no mel fresco, e com o envelhecimento ou praticas de apiculturas adotadas, possibilita o aumento na quantidade de HMF que resulta na fermentação deste produto (7;8; 9; 10).

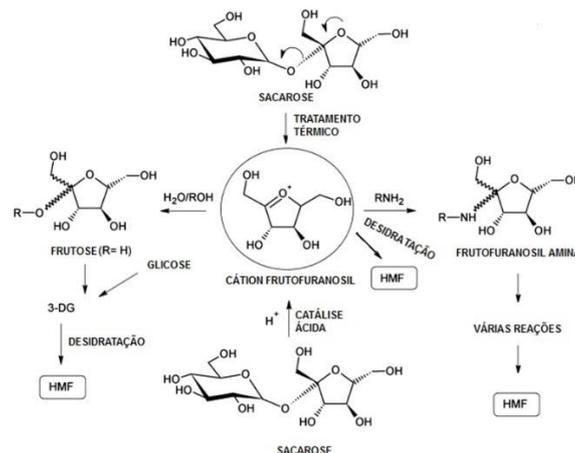


Figura 2 – Formação do HMF a partir da desidratação e pela reação de Maillard
Fonte: 18; adaptado

Métodos de análise de HMF

Em 1908 foi desenvolvido por Fiehe um método qualitativo colorimétrico. Posteriormente em 1955 surgiu o método ácido barbitúrico-toluidina que é químico-fotométrico de Winkler, utilizando absorção do HMF em UV. Não é recomendado a utilização deste último método devido o possível potencial carcinogênico da *p*-toluidina(12;24). Atualmente o método oficial pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC) é o do WHITE (14) que é espectrofotométrico. Este método baseia-se na clarificação da amostra com solução de CarrezI (ferrocianeto de potássio) e CarrezII (acetato de zinco). Após o preparo da amostra esta é transferida para 2 cubetas, na 1ª cubeta adiciona água (amostra) e na 2ª adiciona solução de bissulfito de sódio 0,2% (NaHSO₃) (referência). O NaHSO₃ destrói o poder cromóforo do HMF em 284nm com isso pode realizar a diferença de leitura entre a amostra e a referência, eliminando interferências de outros compostos do mel que absorvem neste comprimento de onda, também realiza a diferença de leitura da amostra e a referência em 336 nm para retirar as interferências (1;12;13;15;24).

Métodos por diferentes técnicas

Existem vários métodos alternativos em relação aos oficiais por espectrofotometria, para determinar o HMF em mel e também em outros alimentos. Dentre eles estão a cromatografia a gás (GC), análise direta em tempo real (DART), eletroforese capilar, cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) com detector de UV-visível e outros tipos de detecção (6;17;25). A cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massa foi proposta por TEIXIDÓ (18) como um método alternativo rápido (30 minutos), com boa repetibilidade e com baixo limite de detecção quando comparados a outras técnicas de análise cromatográficas. Outra novidade deste método foi o emprego do SPE e derivatização com N,O-bis-trimetilsililtrifluoracetamida (17). O método de cromatografia em camada delgada em alto desempenho acoplado ao espectrômetro de massa (HPTLC-MS) empregando uma placa de fase estacionária de sílica gel 60 F254, permitiu a identificação e quantificação do HMF no mel, de formamais rápida (5 min) com um maior número de amostras analisadas ao mesmo tempo(24 amostras), sem necessidade de preparo da amostra, com baixo custo, podendo ser usado na rotina com mais facilidade quando comparados aos métodos oficiais espectrofotométricos ou por métodos com

cromatografia líquida (26).

Outra técnica alternativa encontrada na literatura para análise de HMF nos alimentos e no mel é a eletroforese capilar com a cromatografia capilar de electrocinética micelar (mais conhecida em inglês por MEKC). Este método mostrou ser similar aos valores obtidos na repetibilidade e recuperação quando comparados com os métodos que empregam a cromatografia líquida com coluna C18 em fase reversa. É mais rápido, de baixo custo e com simples preparo da amostra, o que torna um atrativo para ser aplicado em análises de rotina de HMF em mel (6)

O método de análise direta em tempo real (DART) acoplado ao TOF-MS (espectrômetro de massa por tempo de voo) é uma nova tecnologia que realiza um screening rápido do HMF, podendo estimar a intensidade de aquecimento das amostras de mel. Este dado é de suma importância para melhoria da qualidade do mel e sua vida de prateleira, visto que nenhuma outra técnica permitiu esta estimativa. Outra vantagem deste método é uso de uma quantidade pequena de amostra, sem preparação e mais rápida quando comparada a outras técnicas cromatográficas (25).

Preparo de Amostra para HPLC

Na extração de HMF do mel pode utilizar solução de ácido oxálico 0,6 M como diluente e acetato de etila: etanol (18:2) como solvente extrator (8). Pode utilizar vários tipos de reagentes para clarificar a amostra. No caso do mel foi utilizado as soluções de Carrez I (ferrocianeto de potássio) e Carrez II (acetato de zinco) (17; 27). A vantagem é a recuperação de quase todo o analito da matriz em uma única extração (28). Para extração de HMF em mel pode utilizar metanol em ácido acético como condicionante, água para eluir a amostra e lavar o cartucho, e por último o metanol para retirar o analito. O cartucho de SPE pode ser constituído de fase reversa (8;17;35).

O derivatizante 2,4- dinitrofenilhidrazina (DNPH), sendo importante estudo do pH do meio, para definir a concentração do DNPH em relação ao HMF e a temperatura ótima para ocorrer a reação de derivatização. A metodologia fica mais seletiva e sensível comparado com o método sem a derivatização, neste caso a absorção ficou em torno de 400 nm (27; 29.35).

Métodos por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC)

O primeiro registro de análise de HMF em mel por HPLC foi por JEURING e KUPPERS (30) onde a coluna era fase reversa C18 e a fase móvel (FM) era água:metanol (90:10:v:v) com bombeamento isocrático e a detecção em 285nm. Este método é o mais utilizado em análise de HMF no mel e considerado o método oficial na Comunidade Europeia (9;23;24;31;32;33). A coluna de fase reversa tem característica apolar, sendo formada por uma cadeia de 18 carbonos; o furfural possui grupamento hidroxila e carbonila, com um coeficiente de partição octanol/água, sendo o $\log k = -0,09$ (16). Isto resulta numa saída rápida da coluna, pois há uma maior afinidade com fase móvel água e metanol (90:10: v:v) em relação a FE.(9; 23; 32, 31; 33).

Nos últimos anos vêm se pesquisando métodos para análise de HMF na área de alimentos e mel, por cromatografia líquida, modificando as condições tais como composição e proporção de fases móveis, sistemas de bombeamento (em gradiente), coluna com diferentes tipos de enchimentos que não os de fase reversa e outras maneiras de detecção, com objetivo de obter análises mais rápidas, com maior sensibilidade de detecção.

Algumas pesquisas com cromatografia líquida mantiveram as condições do método de JEURING e KUPPERS (30) em relação ao tipo de coluna de fase reversa, sistema de bombeamento isocrático, com detecção de UV-285 nm, mas modificaram a composição da fase móvel onde houve mudança do metanol para acetonitrila em proporções diferentes como em LEMOS (35) que empregou água: acetonitrila (80:20) e solução aquosa em ác. acético 1%: metanol (90:10) no método proposto por ZAPALA (10).

Outros trabalhos mantiveram a coluna de fase reversa e com detecção UV ou DAD, mas modificaram a composição da fase móvel e empregaram um sistema de bombeamento em gradiente tais como SPANO (34) água: metanol (90:10 até 70:30), Gaspar (7) A= solução aquosa em 0,01% ác. perclórico : acetonitrila (97:3) B=Acetonitrila com 0,01% de ác. Perclórico v/v, SPANO (9) A= solução aquosa em ácido sulfúrico 0,1 M, B = metanol, empregando as proporções de A:B (90:10 até 40:50).. Em NOZAL(8) A= solução aquosa em 1% ác. acético : acetonitrila (97:3) B=Acetonitrila:Água (50:50) empregando as proporções de A:B (100:0 até 30:70). Estes trabalhos propuseram mudanças na fase móvel com gradiente para melhorar a eficiência na separação de outros compostos na mesma corrida de HMF. aquosa em 1% ác. acético:acetonitrila (97:3) B=Acetonitrila:Água (50:50) empregando as proporções de A:B (100:0 até 30:70). Estes trabalhos propuseram mudanças na fase móvel com gradiente para melhorar a eficiência na separação de outros compostos na mesma corrida de HMF.

Nos trabalhos propostos por COCO (27) e WU (29), foram mantidas as condições cromatográficas em relação ao uso da coluna em fase reversa com sistema de bombeamento isocrático, mas tiveram modificações da composição e proporção da fase móvel, acetonitrila e água (55:45) para COCO (27) e (45:55) para WU (29). Emprego de um pré-tratamento da amostra em conjunto com o uso de uma solução derivatizante. COCO (27) adicionou a solução de Carrez (I e II) e derivatização com com 2,4-dinitrofenilhidrazina (DNPH) WU (29) empregou a microextração de polímero molítico (PMME) e com a solução de DNPH, para serem detectados em comprimentos de onda de 380 a 400 nm.

No trabalho proposto por RISNER (33), houve a mudança do tipo de empacotamento da coluna para PRP-X-300 (Halmiton) e uma fase móvel só com água ultrapura num sistema de bombeamento isocrático e detecção em 285nm, a vantagem deste método é que não há necessidade de preparo da amostra e utiliza um sistema com melhor segurança para o analista e para o meio ambiente, já que não utiliza solventes na FM. TEIXIDÓ (17) empregou uma coluna empacotada com pentafluorfenilpropil-TMS (Discovery), com fase móvel água e metanol (90:10) num sistema de bombeamento isocrático, com detecção em espectrometria de massa (LCQ espectrometro de massa- Thermo Electron), este método foi eficiente na quantificação e identificação estrutural do HMF e também pode ser considerado um método alternativo para determinação de baixos níveis deste composto nas amostras de alimentos e mel. Contudo é necessário o preparo de amostra com SPE, para melhorar eficiência na limpeza de outros interferentes na análise.

CONCLUSÕES

A metodologia oficial por espectrofotometria WHITE (14) quando comparada aos novos métodos alternativos propostos por vários autores, possui baixa sensibilidade, seletividade e precisão e longo tempo de análise, que indica a necessidade de inovações tecnológicas alternativas como a cromatografia líquida a fim de melhorar a determinação deste composto e como substituto deste método.

Comparando as novas tendências metodológicas para determinação de HMF no mel, pode se observar que o método de cromatografia capilar de electrocinética micelar (MECK) e o método de análise direta em tempo real (DART) acoplado ao TOF-MS, seriam os métodos mais rápidos, para a identificação e quantificação de HMF na rotina de análise de mel. Já a cromatografia em camada delgada em alto desempenho acoplado ao espectromômetro de massa (HPTLC- MS), poderia também ser considerada um método rápido, mas com nível menor de detecção na análise de mel.

Com relação à cromatografia líquida quando objetivou determinar somente o HMF a maioria utilizou um equipamento de HPLC com sistema de bombeamento isocrático, detector ultravioleta ou DAD e coluna C18 em fase reversa, onde se alterava a composição da fase móvel e sua proporção, com objetivo de melhorar a recuperação e a precisão desta determinação.

Dos métodos de HPLC, o método desenvolvido por RISNER (33), obteve melhor exatidão, sem precisar de pré-tratamento no qual utilizou uma coluna de cromatografia de captura de íons e fase móvel de água. Outra importante observação foi a diversidade de metodologias para determinação do HMF e outros furfurais na análise de alimentos e mel, que permitem escolher qual melhor método se adapte às condições rotineiras do laboratório.

REFERÊNCIAS

1. BRASIL, Instrução Normativa Nº 11, de 20 de outubro de 2000, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. D.O.U., 23/10/2000.
2. Cano CB. Caracterização dos méis monoflorais de eucalipto e laranja do Estado de São Paulo pela análise polínica e físico-química [PhD Thesis]. Universidade de São Paulo; 2002.
3. de Oliveira Costa AC, dos Santos AC, da Silva B, Biluca FC, Braghini F, Bergamo G, et al. Qualidade do mel de abelhas *Apis mellifera*: Boas práticas de produção e extração. Boletim Didático. 2020;(148).
4. União B, Directorate-General CP. ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15585: Apicultura: Mel: Sistema de produção no campo. Rio de Janeiro, 2008. BOAS PRÁTICAS APÍCOLAS NO MUNICÍPIO DE MONTEIRO LOBATO, REGIÃO SERRANA DO VALE DO PARAÍBA, ESTADO DE SÃO PAULO. 2009;18(125):53.
5. Capuano E, Fogliano V. Acrylamide and 5-hydroxymethylfurfural (HMF): A review on metabolism, toxicity, occurrence in food and mitigation strategies. LWT-food science and technology. 2011;44(4):793–810.

6. Rizelio VM, Gonzaga LV, Borges G da SC, Micke GA, Fett R, Costa ACO. Development of a fast MECK method for determination of 5-HMF in honey samples. *Food Chemistry*. 2012;133(4):1640–5.
7. Gaspar EM, Lucena AF. Improved HPLC methodology for food control—furfurals and patulin as markers of quality. *Food Chemistry*. 2009;114(4):1576–82.
8. Nozal MJ, Bernal JL, Toribio L, Jiménez JJ, Martín MT. High-performance liquid chromatographic determination of methyl anthranilate, hydroxymethylfurfural and related compounds in honey. *Journal of Chromatography A*. 2001;917(1–2):95–103
9. Spano N, Ciulu M, Floris I, Panzanelli A, Pilo MI, Piu PC, et al. A direct RP-HPLC method for the determination of furanic aldehydes and acids in honey. *Talanta*. 2009;78(1):310–4.
10. Zappala M, Fallico B, Arena E, Verzera A. Methods for the determination of HMF in honey: a comparison. *Food control*. 2005;16(3):273–7.
11. Codex. (2001). Codex Alimentarius standard for honey 12-1981. Revised Codex standard for honey. Standards and standard methods (Vol. 11). Retrieved December, 2014, from <http://www.codexalimentarius.net>.
12. EC. (2001). Council directive 2001/110/EC of 20 December 2001 relating honey. *Official Journal of the European Communities* 12.1.2002 L10/47-52.
13. EFSA PANEL ON FOOD ADDITIVES AND FLAVOURINGS (FAF) et al. Scientific Opinion on Flavouring Group Evaluation 13 Revision 3 (FGE. 13Rev3): furfuryl and furan derivatives with and without additional side-chain substituents and heteroatoms from chemical group 14. *EFSA Journal*, v. 19, n. 2, p. e06386, 2021.
14. White Jr JW. Spectrophotometric method for hydroxymethylfurfural in honey. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*. 1979;62(3):509–14.
15. Thrasyvoulou A, Tananaki C, Goras G, Karazafiris E, Dimou M, Liolios V, et al. Legislation of honey criteria and standards. null. 1º de janeiro de 2018;57(1):88–96.
16. Pubchem, 5-hydroxymethylfurfural- Compound Summary. Disponível em:
<<http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/summary/summary.cgi?cid=237332> . Acesso em:
Novembro 2020.
17. Teixidó E, Santos F, Puignou L, Galceran MT. Analysis of 5-hydroxymethylfurfural in foods by gas chromatography–mass spectrometry. *Journal of chromatography A*. 2006;1135(1):85–90.
18. Perez Locas C, Yaylayan VA. Isotope labeling studies on the formation of 5-(hydroxymethyl)-2-furaldehyde (HMF) from sucrose by pyrolysis-GC/MS. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2008;56(15):6717–23.
19. C. G. Mendes. As análises de mel: Revisão. *Revista Caatinga*, v. 22, n. 2 (2009).

20. Bogdanov S, Jurendic T, Sieber R, Gallmann P. Honey for nutrition and health: a review. *Journal of the American college of Nutrition*. 2008;27(6):677–89.
21. Elisa Welke J, Reginatto S, Ferreira D, Vicenzi R, Maria Soares J. Caracterização físico-química de méis de *Apis mellifera* L. da região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. *Ci Rural*. 2008;
22. Popek S. A procedure to identify a honey type. *Food Chemistry*. 2002;79(3):401–6.
23. Truzzi C, Annibaldi A, Illuminati S, Finale C, Rossetti M, Scarponi G. Determination of very low levels of 5-(hydroxymethyl)-2-furaldehyde (HMF) in natural honey: Comparison between the HPLC technique and the spectrophotometric white method. *Journal of food science*. 2012;77(7):C784–90.
24. Bogdanov S, Martin P, Lullmann C. Harmonised methods of the international honey commission. Swiss Bee Research Centre, FAM, Liebefeld. 2002;5:1–62.
25. Rajchl, A., Drgová, L., Grégrová, A. et al. Rapid determination of 5-hydroxymethylfurfural by DART ionization with time-of-flight mass spectrometry. *Anal Bioanal Chem* 405, 4737–4745 (2013). <https://doi.org/10.1007/s00216-013-6875-4>
26. Chernetsova ES, Revelsky IA, Morlock GE. Fast quantitation of 5-hydroxymethylfurfural in honey using planar chromatography. *Analytical and bioanalytical chemistry*. 2011;401(1):325–32.
27. Coco FL, Valentini C, Novelli V, Ceccon L. High-performance liquid chromatographic determination of 2-furaldehyde and 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde in honey. *Journal of Chromatography A*. 1996;749(1–2):95–102
28. de Toffoli AL. Recentes avanços da microextração em fase sólida no tubo (in-tubeSPME) e sua aplicação em análises ambientais e alimentícias. *Scientia Chromatographica* 2015; 7(4):297-315.
29. Wu J-Y, Shi Z-G, Feng Y-Q. Determination of 5-hydroxymethylfurfural using derivatization combined with polymer monolith microextraction by high-performance liquid chromatography. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2009;57(10):3981–8.
30. Jeuring HJ, Koppers FJ. High performance liquid chromatography of furfural and hydroxymethylfurfural in spirits and honey. *Journal of the Association of Official Analytical chemists*. 1980;63(6):1215–8.
31. Ajlouni S, Sujirapinyokul P. Hydroxymethylfurfuraldehyde and amylase contents in Australian honey. *Food chemistry*. 2010;119(3):1000–5.
32. Khalil MI, Sulaiman SA, Gan SH. High 5-hydroxymethylfurfural concentrations are found in Malaysian honey samples stored for more than one year. *Food and chemical toxicology*. 2010;48(8–9):2388–92.

33. Risner CH, Kiser MJ, Dube MF. An aqueous high-performance liquid chromatographic procedure for the determination of 5-hydroxymethylfurfural in honey and other sugar-containing materials. *Journal of food science*. 2006;71(3):C179–84.
34. Spano N, Casula L, Panzanelli A, Pilo MI, Piu PC, Scanu R, et al. An RP-HPLC determination of 5-hydroxymethylfurfural in honey: The case of strawberry tree honey. *Talanta*. 2006;68(4):1390–5.
35. da Silveira Lemos G, dos Santos JS, dos Santos MLP. Validação de método para a determinação de 5-hidroximetilfurfural em mel por cromatografia líquida e sua influência na qualidade do produto. *Quim Nova*. 2010;33(8):1682–5.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-86>

Capítulo 86

INSETOS NA ALIMENTAÇÃO HUMANA

Heloisa de Fátima Mendes Justino¹; Fabio Ribeiro dos Santos²; Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior³

^{1,2}Estudantes do Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - PPGCTA – UFV; E-mail: heloisa.justino@ufv.br, E-mail: fabio.r.santos@ufv.br,

³Docente/pesquisador do Depto de Tecnologia de Alimentos – DTA – UFV. E-mail: bruno.leitejr@ufv.br.

RESUMO: A entomofagia, isto é, a prática de comer insetos, não é um hábito recente para alguns povos. No entanto, o interesse pelo seu consumo ao redor do mundo tem aumentado nos últimos anos devido ao seu elevado valor nutricional, potenciais benefícios à saúde e baixo impacto ambiental. Além disso, a busca pela segurança alimentar tem motivado as pesquisas para inclusão desses alimentos na dieta da população mundial. Neste contexto, os insetos podem fornecer quantidades de proteína, gordura, vitaminas e minerais comparáveis aos da carne, o que desperta a atenção dos cientistas. Apesar dos diversos benefícios, vários desafios são encontrados, principalmente em relação à falta de regulamentações. No Brasil, não é proibido comer insetos, mas não existe uma legislação específica, o que torna essa prática limitante e contribui para a desinformação do assunto. Além disso, sociedades onde o consumo de insetos não faz parte de sua cultura, criam barreiras para a introdução mais ampla desse alimento na dieta. Sendo assim, o objetivo desta revisão foi fornecer uma visão geral sobre vários aspectos dos insetos comestíveis, como produção, composição nutricional, segurança no consumo, desafios e tendências.

Palavras-chave: entomofagia; insetos comestíveis; sustentabilidade; valor nutricional

INTRODUÇÃO

O rápido crescimento populacional aumentou significativamente o consumo de produtos de origem animal, levando ao aparecimento de efeitos colaterais negativos, como emissão de metano para a atmosfera, poluição de solos e recursos hídricos e desflorestação para formação de áreas de pastagens. Em 2050, estima-se que a população mundial seja de 9,7 bilhões de pessoas, podendo gerar um aumento de quase 100% na demanda global de alimentos. Para atender essa necessidade, a inclusão de novas fontes alimentares, como o consumo de insetos na dieta humana é fortemente atrativa e recomendada (1).

A entomofagia, isto é, o consumo de insetos como fonte alimentar, não é uma prática convencional em muitos países. Porém, os insetos comestíveis fazem parte de dietas tradicionais em mais de 113 países, incluindo os da Ásia, África e América do Sul. Atualmente, estima-se que 2 bilhões de pessoas consomem insetos, sendo que mais de 2000 insetos são registrados como comestíveis (2).

Os insetos são fontes de proteínas que podem ser obtidas de forma mais sustentável, quando comparado com as fontes de proteínas tradicionais ocidentais (3). A criação

necessita de pouca tecnologia, requer baixo investimento de capital para sua implementação, apresenta maior concentração de proteína por porção quando comparado com outras fontes tradicionais (1), necessita de pequenas áreas para criação e requer uma menor demanda de alimento e água (4).

A composição nutricional varia de acordo com a espécie, mas de modo geral, são alimentos ricos em proteínas de alta qualidade, lipídios, carboidratos, minerais e algumas vitaminas (5,7). O consumo de insetos comestíveis na dieta humana é capaz de fornecer altos níveis de micro e macronutrientes, muitas vezes superiores aos dos alimentos de origem animal, sendo esse fato alvo de debates sobre sustentabilidade e alimentos do futuro (8).

No Brasil, não é proibido comer insetos, entretanto não existe uma legislação específica para a criação, uso e consumo na alimentação humana, o que torna essa prática limitante e contribui para a desinformação do assunto. Por outro lado, a comercialização de produtos contendo insetos é uma realidade que cresce a cada dia em vários países dos diferentes continentes.

Neste sentido, esta revisão objetiva-se fornecer uma visão geral a respeito da produção, composição nutricional, segurança, desafios e as tendências na consumo de insetos comestíveis.

PRODUÇÃO

A produção e o consumo de insetos tem várias vantagens comprovadas como: (i) menor emissão de gases com efeito estufa, (ii) necessitam significativamente de menos quantidade de água em comparação com as demais espécies pecuárias, (iii) conseguem fazer uma conversão alimentar eficaz, (iv) podem ser criados com subprodutos agroalimentares e resíduos orgânicos, diminuindo a contaminação do ambiente e permitindo a valorização dos resíduos, ao mesmo tempo que garante um baixo custo de produção e (v) representam um grupo de seres vivos com baixo risco de transmissão de doenças/infecções zoonóticas(9).

Os insetos comestíveis podem ser obtidos por três estratégias principais: colheita obtida diretamente da natureza, semi-domesticação e domesticação. No mundo, aproximadamente 92% dos insetos comestíveis são obtidos diretamente da natureza, 6% são semi-domesticados e apenas 2% das espécies são criadas de forma domesticada (10), sendo um dado preocupante, pois pode causar a extinção da espécie na natureza (11).

Devido esse fato, as duas alternativas de criação de insetos para alimentação humana e animal que são propostas na atualidade é a criação totalmente domesticada e a criação parcialmente domesticada (12), pelo fato de fornecerem um suprimento de alimentos mais sustentável (10). O grupo que pode ser totalmente domesticado inclui larvas, baratas e alguns besouros, já os que devem ser parcialmente domesticados inclui gafanhotos, vespas, lagartas de bambu, larvas do gorgulho da palma e libélulas (13).

Os insetos são apresentados como uma alternativa promissora devido sua elevada produtividade. Neste contexto, para a produção de 1 Kg de peso vivo de inseto é necessário 1,7 Kg de ração (14). Estes valores sofrem ajustes, uma vez que parte das carcaças não é comestível, tornando essa prática ainda mais vantajosa (9) quando comparado ao peso vivo de algumas classes de animais. De forma geral, para produção convencional de frangos são necessários 2,5 Kg de ração, já para os suínos e bovinos são necessários 5 e 10 Kg de ração, respectivamente, para obtenção de 1 Kg de peso vivo (Figura 1).

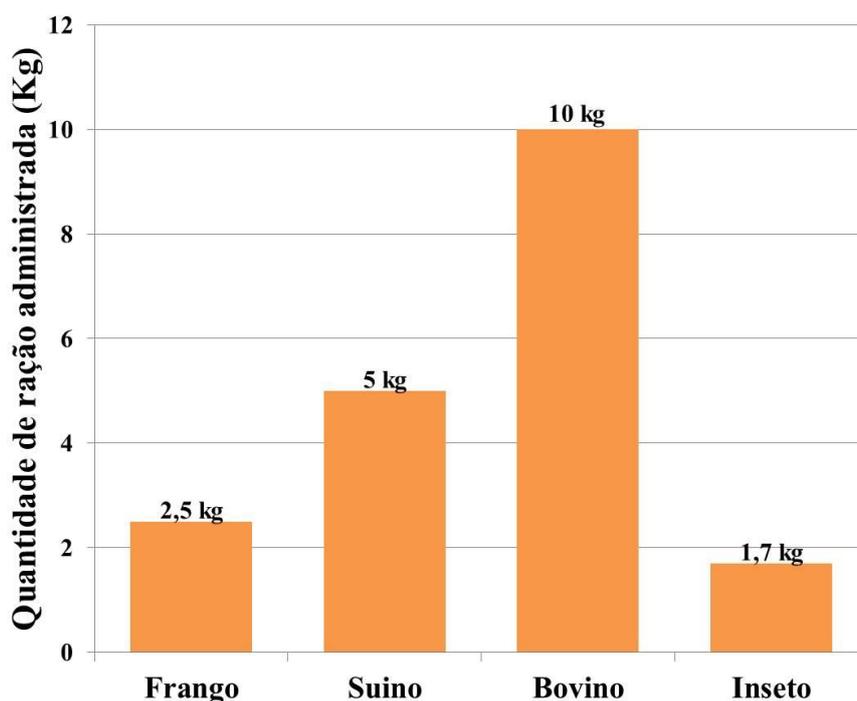


Figura 1- Quantidade de ração a administrar aos diferentes tipos de espécies de animais para gerar um 1 Kg peso vivo.

Fonte: Smil; Collavo et al. (14,15) adaptada.

Estima-se que 80% da carcaça dos grilos são comestíveis, enquanto que, apenas 55% da carcaça dos frangos e suínos e 40% da carcaça dos bovinos sejam consumidas (16). Assim, mediante os fatos apresentados, os insetos são duas vezes mais eficientes na conversão alimentar comparado com a carne de frango e quatro e doze vezes mais comparado aos suínos e bovinos, respectivamente.

A criação de insetos comestíveis é relativamente barata, tornando um empreendimento atraente para produção em larga escala. Esse fato levou os países a estabelecerem instituições oficiais para controlar e regular a produção e comercialização desses animais (17). Em paralelo, as empresas que produzem em pequena escala normalmente são administradas por grupos de agricultores, cooperativas ou produção familiar, com foco no mercado local. Essas produções se concentram no sudeste da Ásia, bem como na África Central e do Sul (18).

As instalações para criação de insetos não exigem grandes espaços físicos, além disso, diferentes produtos podem ser obtidos ao final do processo (19). Muitos dos insetos comestíveis, como por exemplo os gafanhotos criados em cativeiro, são sociáveis e vivem bem em elevadas densidades, as larvas também têm uma tendência a se aglomerar. Em instalações de criação, as condições ideais são planejadas para minimizar a mortalidade e aumentar a produtividade (20).

COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL

Vários estudos já foram realizados para conhecer o valor nutricional dos insetos que são considerados comestíveis. A maioria desses estudos foram comparados aos valores nutricionais das fontes alimentares tradicionais, ou apenas informaram sobre o conteúdo nutricional de algumas espécies. Os resultados são diversos, não só devido à diversidade das espécies, mas também devido aos métodos utilizados para obtenção dos valores nutricionais. Por exemplo, o estado de desenvolvimento do inseto a analisar, a sua alimentação, a forma como é consumido (frito, seco, defumado, cozido, etc.) são fatores que influenciam os resultados obtidos, dificultando a comparação das fontes (9).

Insetos podem ser considerados um alimento com alto valor energético, devido aos elevados teores de proteína e gordura, podendo apresentar um perfil adequado de aminoácidos e ácidos graxos, respectivamente, e quantidades significativas de diversos micronutrientes como cobre, ferro, magnésio, manganês, fósforo, selênio, zinco, e vitaminas como riboflavina, ácido pantotênico, biotina e ácido fólico (21). Das mais de 2000 espécies de insetos comestíveis no mundo (22), poucas delas foram estudadas quanto a sua composição nutricional (23).

Os insetos apresentam uma média de 35-61% de proteínas, 13-33% de gordura e também contém uma quantidade significativa de fibra na forma de quitina insolúvel. Alguns insetos também são ricos em minerais e vitaminas (24). A alta concentração de proteína presente em insetos representa uma fonte alternativa para alimentação humana. Essas proteínas são consideradas de alta qualidade nutricional, pois ao comparar o requisito mínimo para consumo diário de aminoácidos para adultos (25) com os teores de aminoácidos das espécies de insetos comestíveis (21), pode-se observar que a maioria dos insetos satisfazem os requisitos de aminoácidos essenciais. Alguns estudos comparam alguns valores nutricionais, como proteína, gordura e fibras dos insetos com outras fontes alimentares tradicionais (Tabela 1).

Tabela 1– Composição nutricional dos insetos, bovino, suíno, frango e pescado.

Alimentos	Proteína (%)	Gordura (%)	Fibra (%)	Referências
Barata (<i>Dictyoptera/Blatodea</i>)	57,3	29,9	5,3	
Besouro (<i>Coleoptera</i>)	40,7	33,4	10,7	
Cigarras, percevejos, pulgões e cochonilhas (<i>Hemiptera</i>)	48,3	30,3	12,4	
Vespas, abelhas e formigas (<i>Himenoptera</i>)	46,5	25,1	5,7	
Cupim (<i>Dictyoptera/Isoptera</i>)	35,3	32,7	5,1	(21)
Mariposa e borboleta (<i>Lepidoptera</i>)	45,4	27,7	6,6	
Libélulas (<i>Odonata</i>)	55,2	19,8	11,8	
Gafanhotos, grilos, esperanças, wetas e paquinhas (<i>Orthoptera</i>)	61,3	13,4	9,6	
Larva-da-farinha (<i>Tenebriomolitor</i>)	46	36	9,6	(26)
Frango, inteiro, sem pele, cru	28	8	0	(27)

Porco, lombo, cru	30	16	0
Porco, costela, crua	24	36	0
Carne, bovina, costela, crua	22	57	0
Salmão, sem pele, fresco, cru	25	18	0

SEGURANÇA NO CONSUMO

Com o aumento no consumo de insetos, a preocupação com a segurança microbiológica e a toxicidade em relação ao consumo destes alimentos também se intensificou. Neste sentido, a qualidade e os riscos em relação ao uso de insetos na produção de alimentos, bem como a utilização como ingredientes alimentares está correlacionada com os cuidados nas etapas de coleta, processamento, armazenamento e transporte, sendo indispensável a aplicação das boas práticas de fabricação (BPF) e a investigação envolvendo áreas de toxicologia e microbiologia para melhor entendimento em relação a segurança da sua ingestão (28,30).

Os insetos possuem alto teor de proteína, sendo possível que alguns sejam fontes potenciais de alergenicidade (8). Compreender as possíveis reações alérgicas associadas à sua ingestão passa confiança ao consumidor (29). A alergia alimentar a insetos já foi relatada para larvas de farinha, bicho-da-seda, vermes sagu, lagartas, gafanhotos, abelhas, cigarras, besouros e mariposa (31).

Apesar de ser possível encontrar na literatura inúmeras publicações científicas sobre insetos comestíveis, dados sobre sua toxicidade são limitados (13). Pesquisadores reuniram dados sobre as características toxicológicas dos insetos comestíveis na China e constataram que apenas 34 espécies de insetos foram avaliadas por estudos de toxicologia e que esses estudos são heterogêneos, ou seja, difíceis de comparar. De modo geral, os resultados indicaram que a maioria dos insetos analisados não são tóxicos, porém, precisam de uma avaliação toxicológica mais completa (32). Em relação à contaminação microbiana, os insetos podem ser vetores mecânicos ou biológicos de microrganismos patogênicos (9). Desta forma, o emprego das BPF durante o processamento e armazenamento são fundamentais para garantir alimentos inócuos para a saúde dos consumidores.

DESAFIOS E TENDÊNCIAS

É notório que a produção e o consumo de insetos têm inúmeras vantagens, porém, essa área envolve dois grandes desafios, sendo a baixa aceitação do consumidor, que continua sendo uma das maiores barreiras para a adoção de insetos como fontes viáveis de proteína (33) e a falta de legislação para regulamentar essa produção (34).

Os insetos estão na dieta humana há muito tempo, apesar da crescente tendência recente. A novidade é que eles começaram a chegar em restaurantes e prateleiras dos supermercados de grandes centros urbanos na Europa, Estados Unidos e, mais recentemente, no Brasil (35). No Brasil, não há uma orientação específica para esses produtos. Portanto, empresas interessadas em comercializar no país produtos alimentícios produzidos com insetos deverão submetê-lo a um processo de análise.

O mercado das farinhas, barras e shakes de proteína de insetos terá crescimento nos próximos anos, isso devido à tendência das novas gerações de valorizar um estilo de vida saudável (35), com alimentos que além de fornecer os macro e micronutrientes, possam proporcionar benefícios à saúde. Os benefícios a saúde são relacionados com a presença de

compostos bioativos nos alimentos, sendo os insetos comestíveis um potencial substrato (36).

No estudo de Zielińska et al. (37) foi investigado as atividades antioxidantes de peptídeos obtidos pela digestão gastrointestinal *in vitro* de insetos comestíveis. Nesse experimento, os autores utilizaram a digestão *in vitro* para hidrólise de proteínas de barata-dúbia (*Blattella germanica*), barata-de-madagascar (*Gromphadorhina portentosa*), gafanhoto-migratório (*Locustamigratoria*), tenébrio gigante (*Zophobasmorio*) e grilo (*Amphiacusta annulipes*). Dentre os insetos estudados, o grilo apresentou maior capacidade de eliminar o radical DPPH ($IC_{50} = 19,1 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$), bem como maior poder redutor e capacidade de quelar íons ferro. O gafanhoto foi caracterizado pela maior concentração de peptídeos antes e após a digestão (3,13 e 5,88 mg/mL, respectivamente).

Em alguns restaurantes sofisticados, é cada vez mais frequente encontrar insetos nas criações gastronômicas de chefs famosos, rompendo preconceitos de que inseto é para pessoas de classes baixas ou desnutridos. Na Alemanha, já é possível encontrar no mercado hambúrgueres que levam 45% de uma mistura proteica feita à base de soja e larvas do besouro *Alphitobius diaperinus*, conhecido no Brasil como cascudinho. De acordo com os fabricantes, o sabor lembra sementes de girassol ou amendoim. Muitas pessoas buscam consumir insetos devido a sensorialidade, e muitas vezes consomem independentemente do valor. Como por exemplo, no México, pupas de formigas do gênero *Liometopum* custam cerca de US\$ 50 a porção de 30 gramas. Já na Tailândia, um percevejo aquático gigante (*Lethocerus indicus*) têm alta demanda nacional e internacional, e custam cerca de € 0,20 a peça (35).

CONCLUSÕES

A prática da entomofagia é uma solução para resolver as necessidades nutricionais crescentes em todo mundo, isso devido os insetos comestíveis fornecerem grandes quantidades de proteínas, gorduras, vitaminas e minerais com grandes vantagens econômicas e ambientais. As pesquisas existentes confirmam os consideráveis valores nutricionais dos insetos comestíveis. Por isso, novas estratégias são necessárias para expandir o mercado de insetos comestíveis na alimentação humana. Uma dessas estratégias está relacionada às campanhas educacionais que apontam os benefícios nutricionais que esses alimentos podem fornecer aos consumidores, bem como ao meio ambiente. Além disso, o desenvolvimento de novos alimentos utilizando as farinhas de insetos, como ingredientes alimentares, pode ser uma forma para reduzir a rejeição do consumo dos insetos *in natura*. Em conclusão, esta revisão demonstrou que alguns insetos comestíveis têm um grande potencial para se tornar uma fonte alimentar para a espécie humana, isso atribuído ao alto valor nutricional, baixo custo e reduzido espaço para criação em relação aos outros tipos de animais tradicionais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo financiamento do projeto (n° 429033/2018-4); pela bolsa de produtividade a B.R.C. Leite Júnior (n°306514/2020-6); a Universidade Federal de Viçosa pela possibilidade de realização deste trabalho e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES- Código de Financiamento 001) pela bolsa de mestrado concedida a H. de F. M. Justino e ao F. R. dos Santos.

REFERÊNCIAS

1. FAO. Edible insects: Future prospects for food and feed security. Rome. Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. 2013.
2. Tao J, Li YO. Edible insects as a means to address global malnutrition and food insecurity issues. *Food Qual. Saf.* 2018;2(1):17-26.
3. van Huis A, Oonincx DG. The environmental sustainability of insects as food and feed. A review. *Agron Sustain Dev.* 2017;37(5):1-14.
4. Martin D. *Edible: An adventure into the world of eating insects and the last great hope to save the planet*: Houghton Mifflin Harcourt; 2014.
5. de Castro RJS, Ohara A, dos Santos Aguilar JG, Domingues MAF. Nutritional, functional and biological properties of insect proteins: Processes for obtaining, consumption and future challenges. *Trends Food Sci Technol.* 2018;76:82-9.
6. Garofalo C, Osimani A, Milanović V, Taccari M, Cardinali F, Aquilanti L, et al. The microbiota of marketed processed edible insects as revealed by high-throughput sequencing. *Food Microbiol.* 2017;62:15-22.
7. Eskola M, Kos G, Elliott CT, Hajšlová J, Mayar S, Krska R. Worldwide contamination of food-crops with mycotoxins: Validity of the widely cited ‘FAO estimate’ of 25%. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2020;60(16):2773-89.
8. Imathiu S. Benefits and food safety concerns associated with consumption of edible insects. *NFS Journal.* 2020;18:1-11.
9. Van Huis A, Van Itterbeeck J, Klunder H, Mertens E, Halloran A, Muir G, et al. *Edible insects: future prospects for food and feed security*: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2013.
10. Yen AL. Insects as food and feed in the Asia Pacific region: current perspectives and future directions. *J of Ins as Food and Fe.* 2015;1(1):33-55.
11. Yen AL. Conservation of Lepidoptera used as human food and medicine. *Current Opinion in Insect Science.* 2015;12:102-8.
12. Feng Y, Chen XM, Zhao M, He Z, Sun L, Wang CY, et al. Edible insects in China: Utilization and prospects. *Insect Sci.* 2018;25(2):184-98.
13. Baiano A. Edible insects: An overview on nutritional characteristics, safety, farming, production technologies, regulatory framework, and socio-economic and ethical implications. *Trends Food Sci Technol.* 2020;100:35-50.
14. Collavo A, Glew RH, Huang Y-S, Chuang L-T, Bosse R, Paoletti MG. House cricket small-scale farming. Ecological implications of minilivestock: potential of insects, rodents, frogs and snails. 2005;27:515-40.

15. Smil V. Worldwide transformation of diets, burdens of meat production and opportunities for novel food proteins. *Enzyme Microb. Technol.* 2002;30(3):305-11.
16. Nakagaki BJ, Defoliart GR. Comparison of diets for mass-rearing *Acheta domesticus* (Orthoptera: Gryllidae) as a novelty food, and comparison of food conversion efficiency with values reported for livestock. *J. Econ.* 1991;84(3):891-6.
17. Morimoto J. Addressing global challenges with unconventional insect ecosystem services: Why should humanity care about insect larvae? *People and Nature.* 2020;2(3):582-95.
18. Durst P, Hanboonsong Y. Small-scale production of edible insects for enhanced food security and rural livelihoods: experience from Thailand and Lao People's Democratic Republic. *J of Ins as Food and Fe.* 2015;1(1):25-31.
19. Berggren Å, Jansson A, Low M. Using current systems to inform rearing facility design in the insect-as-food industry. *J of Ins as Food and Fe.* 2018;4(3):167-70.
20. Erens J, Esvan S, Haverkort F, Kapsomenou E, Luijben A. A bug's life large-scale insect rearing in relation to animal welfare. Wageningen, UR, 57p. 2012.
21. Rumpold BA, Schlüter OK. Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production. *Food Sci Emerg Technol. Technologies.* 2013;17:1-11.
22. Jongema Y. List of edible insects of the world. Wageningen University & Research, Wageningen, the Netherlands. 2017.
23. Rumpold BA, Schlüter O. Insect-based protein sources and their potential for human consumption: Nutritional composition and processing. *Anim. Front.* 2015;5(2):20-4.
24. Ojha S, Bußler S, Psarianos M, Rossi G, Schlüter O. Edible insect processing pathways and implementation of emerging technologies. *J of Ins as Food and Fe.* 2021:1-24.
25. Organization WH, University UN. Protein and amino acid requirements in human nutrition: World Health Organization; 2007.
26. Junior JCL, Ferreira LCF, de Andrade Pederiva K. DESENVOLVIMENTO DE LARVAS DE *Tenebrio molitor* L. EM DIFERENTES DIETAS VISANDO A PRODUÇÃO DE INSETOS PARA CONSUMO HUMAN. CONNECTION LINE-REVISTA ELETRÔNICA DO UNIVAG. 2018(18).
27. Lima DM. Tabela brasileira de composição de alimentos-TACO: versão 2: NEPA/UNICAMP; 2006.
28. Schlüter O, Rumpold B, Holzhauser T, Roth A, Vogel RF, Quasigroch W, et al. Safety aspects of the production of foods and food ingredients from insects. *Mol Nutr Food Res.* 2017;61(6):1600520.

29. Zhang X, Lin F, Wong MT, Feng X, Wang K. Identification of soil heavy metal sources from anthropogenic activities and pollution assessment of Fuyang County, China. *Environ. Monit. Assess.* 2009;154(1):439-49.
30. Zhao X, Xie Y-x, Xiong Z-q, Yan X-y, Xing G-x, Zhu Z-l. Nitrogen fate and environmental consequence in paddy soil under rice-wheat rotation in the Taihu lake region, China. *Plant and soil.* 2009;319(1):225-34.
31. de Gier S, Verhoeckx K. Insect (food) allergy and allergens. *Mol. Immunol.* 2018;100:82-106.
32. Gao Y, Wang D, Xu M-L, Shi S-S, Xiong J-F. Toxicological characteristics of edible insects in China: A historical review. *Food Chem. Toxicol.* 2018;119:237-51.
33. Mlcek J, Borkovcova M, Rop O, Bednarova M. Biologically active substances of edible insects and their use in agriculture, veterinary and human medicine. *J. Cent. Eur. Agric.* 2014;15(4):0-.
34. Belluco S, Halloran A, Ricci A. New protein sources and food legislation: the case of edible insects and EU law. *Food Security.* 2017;9(4):803-14.
35. Chaves LR. Insetos comestíveis. Pesquisa FAPESP. 2020.
36. Sun-Waterhouse D, Waterhouse GI, You L, Zhang J, Liu Y, Ma L, et al. Transforming insect biomass into consumer wellness foods: A review. *Food Res.* 2016;89:129-51.
37. Zielińska E, Karaś M, Jakubczyk A. Antioxidant activity of predigested protein obtained from a range of farmed edible insects. *Int. J. Food Sci.* 2017;52(2):306-12.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-87>

Capítulo 87

MATURAÇÃO DE QUEIJO DE COALHO COM VINHOS

Débora Oliveira Lemos¹; Carolina Natalie Fontes Arôxa²; Karina Magna Macena Leão³; Tatiana Pacheco Nunes⁴; Narendra Narain⁵; Lília Calheiros de Oliveira Barretto⁶

¹Bacharel em Agroindústria – NEAGROS – UFS; E-mail: deboralemos191@gmail.com,

²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – CCET – UFS; E-mail: carolzinha_aroza@hotmail.com, ³Coordenadora e Pesquisadora do Laboratório de Bromatologia – ITPS; E-mail: karina.leao@itps.se.gov.br, ⁴Docente do Departamento de Tecnologia de Alimentos – DTA – UFS; E-mail: tpnunes@uol.com.br, ⁵Docente do Departamento de Tecnologia de Alimentos – DTA – UFS; E-mail:

narendra.narain@gmail.com, ⁶Docente do Núcleo de Graduação em Agroindústria – NEAGROS – UFS; E-mail: liliacalheiros@academico.ufs.br

RESUMO: O queijo de coalho é derivado tradicionalmente do leite de vaca, com potencial socioeconômico promissor no Nordeste, podendo ser empregadas tecnologias para melhorar e/ou acentuar suas características sensoriais de forma a agregar valor ao produto. O objetivo deste trabalho foi maturar queijos de coalho, provenientes da agroindústria laticinista do Alto Sertão Sergipano, em vinhos, e avaliar suas características físico-químicas e microbiológicas. O delineamento experimental apresentou como variáveis independentes o tempo de maturação (30 e 45 dias) e o tipo de vinho (branco seco e tinto seco). Ao final da maturação, foram avaliados quanto aos parâmetros pH, acidez, umidade, extrato seco total, extrato seco desengordurado, proteínas e lipídios. Os parâmetros microbiológicos foram coliformes termotolerantes, *Salmonella* sp., mesófilos, bolores e leveduras. Não foram observadas diferenças significativas entre as variáveis independentes para a umidade e extrato seco total. Para os demais parâmetros, obteve-se diferença significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Para coliformes termotolerantes (< 3 NMP/g) e *Salmonella* sp., as amostras se apresentaram seguras microbiologicamente, porém apresentaram contagens elevadas de mesófilos ($> 10^4$ UFC/g), e bolores e leveduras ($> 10^4$ UFC/g). Esta resposta pode estar associada a condições higiênico-sanitárias da matéria-prima ou do processamento do queijo de coalho. O queijo de coalho maturado imerso em vinhos apresenta-se como uma alternativa viável para o desenvolvimento de um novo produto na região. Sugerem-se, doravante, novas investigações relacionadas à aceitação sensorial dos produtos, bem como o aprimoramento das condições de manipulação, como forma de garantir a segurança microbiológica deste novo produto de elevada importância para a agroindústria brasileira.

Palavras-chave: Alto Sertão Sergipano; maturação; queijo de coalho; vinho

INTRODUÇÃO

A cadeia agroindustrial do leite apresenta grande relevância socioeconômica para o Brasil, transparecendo sua extensa capacidade de desenvolvimento e a consequente consolidação dos derivados lácteos como produtos de destaque na economia nacional (1). Em 2017, o setor brasileiro de lácteos apresentou-se como sendo o 4º maior do mundo, constituindo 5,4% do Valor Bruto da Produção Agropecuária do país (2).

A variedade, a ampla oferta e os valores de mercado estimularam o segmento da produção de queijos no país. O queijo de coalho é um produto lácteo genuinamente nordestino, que representa a cultura, a história e a gastronomia da região Nordeste. Estima-se que em torno de 50% da produção leiteira na região seja designada à produção do queijo de coalho artesanal, o qual está associado à identidade local, absorvendo na sua produção volumes de leite superiores aos demais queijos (3).

Apesar de não ser considerado um queijo fino, o queijo de coalho é muito popular e amplamente consumido pela população nordestina, sendo atualmente muito difundido por grandes laticínios em todo o território brasileiro. Produzido principalmente nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, sua cadeia produtiva é significativa na geração de renda dos produtores rurais de pequeno e médio porte e na agroindústria de base familiar, o que evidencia a importância dessa atividade no contexto social e econômico (4).

A obtenção de queijos regionais com características diferenciadas agrega valor à produção leiteira, orientando-se pela cultura regional e pelo emprego de inovações técnicas, que garantem ao produto aparência e sabores específicos (5). O mercado de queijos artesanais maturados vem crescendo no Brasil, especialmente nas regiões Sul e Sudeste que são referência neste setor. O consumo do queijo maturado aumentou nos últimos anos, uma vez que este processo aprimora a textura, o aroma e o sabor, com consequente agregação de valor ao produto final (6).

Os consumidores brasileiros estão descobrindo outros sabores ao introduzir queijos mais elaborados em suas rotinas alimentares. A cada 1% no aumento do Produto Interno Bruto (PIB) do país, o consumo de queijo tem um acréscimo de 1,2%. O Brasil produziu em 2017 1,2 milhões de toneladas de queijos. Desse total, 96 mil toneladas (8%) foram de queijos especiais. O mercado brasileiro de queijos movimenta cerca de R\$ 18 milhões por ano (7).

Uma forma de atribuir características únicas aos queijos é a utilização de vinhos durante o processo de maturação. No Norte da Itália, na região de Veneto, o Ubriaco Prosecco, também chamado de *Drunken Cheese*, é um queijo italiano imerso em vinho Prosecco seco e espumante com a torta do processo de vinificação para absorver um aroma único e sabores complexos. Além dos benefícios à saúde, os vinhos podem incorporar características específicas de aroma e sabor aos queijos (8). Este processo ainda é pouco explorado, principalmente no Nordeste brasileiro, tornando-se uma oportunidade potencial para os empreendedores locais.

O nicho de mercado de queijos maturados ainda é escasso no Alto Sertão Sergipano, importante região de laticínios que tem o queijo de coalho como um produto de referência gastronômica e tradição cultural. Neste cenário, percebe-se que há potencial de inovação tecnológica que pode contribuir para o fortalecimento da cadeia produtiva de leite. Desse modo, este trabalho propôs desenvolver uma tecnologia de maturação de queijo de coalho, imerso em vinhos, como forma de agregar valor aos queijos produzidos pela agroindústria sergipana.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em parceria entre a Universidade Federal de Sergipe (Campus Sertão e Campus São Cristóvão) e o Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS). No laboratório multidisciplinar da UFS foram realizadas as análises físico-químicas. As análises de determinação das proteínas e lipídeos foram conduzidas no ITPS; e a caracterização microbiológica foi realizada no Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFS.

Amostras de queijo de coalho foram adquiridas no comércio local do município de Nossa Senhora da Glória/SE, provenientes de uma queijaria processadora de leite e derivados que possui Selo de Inspeção Federal (SIF). Os vinhos foram adquiridos em um supermercado da cidade e eram provenientes da região do Vale do São Francisco, Lagoa Grande/PE.

Delineamento experimental

Para avaliar o processo de maturação e a qualidade dos queijos de coalho maturados em vinhos, aplicou-se um planejamento fatorial completo 2^2 , estabelecendo-se como variáveis independentes o tempo de maturação e o tipo de bebida alcoólica. O planejamento experimental está apresentado na Tabela 1. Foram estabelecidos como fatores de resposta os teores de acidez titulável (g ác. láctico.100g⁻¹); extrato seco total (%); lipídios (%); e proteínas (%).

Tabela 1 – Planejamento fatorial 2^2 referente ao processo de maturação do queijo de coalho em vinhos.

Experimento	Tempo (dias)	Bebida	Resposta
1	30	Vinho branco	Acidez, EST*, lipídios e proteínas
2	45	Vinho branco	Acidez, EST*, lipídios e proteínas
3	30	Vinho tinto	Acidez, EST*, lipídios e proteínas
4	45	Vinho tinto	Acidez, EST*, lipídios e proteínas

*EST – Extrato seco total. Fonte: Autoria própria.

O processamento consistiu na imersão das peças dos queijos de coalho nos vinhos branco e tinto durante quatro dias, tempo necessário para que os queijos adquirissem a cor e o aroma característicos do vinho utilizado (8). Os queijos foram transferidos para uma caixa de maturação, sendo maturados em temperatura ambiente. O experimento foi conduzido entre os meses de dezembro/2019 a fevereiro/2020. Os valores médios de umidade relativa e temperatura foram obtidos através de um higrômetro (ACURITE; China), duas vezes ao dia.

Caracterização físico-química

Os parâmetros físico-químicos analisados para caracterização da qualidade do queijo de coalho fresco foram pH, acidez (g. ác. láctico.100g⁻¹), umidade (%), extrato seco total (%) e para o queijo de coalho maturado com vinhos foram: pH, acidez (g. ác. láctico.100g⁻¹), lipídios (%), proteínas (%), umidade (%), extrato seco total (%) e extrato seco desengordurado (%). As análises foram executadas seguindo as metodologias apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Análises de caracterização físico-química dos queijos maturados.

Análise	Referência
Umidade (%)	IAL (9)
Extrato seco total (%)	IAL (9)
Extrato seco desengordurado (%)	IAL (9)
Lipídios (%)	IAL (9)
pH	IAL (9)
Acidez titulável (g. ác. láctico.100g ⁻¹)	IAL (9)
Proteínas (%)	BRASIL (10)

IAL – Instituto Adolfo Lutz. Fonte: Autoria própria.

Caracterização microbiológica

As análises microbiológicas realizadas foram quantificação de mesófilos, bolores e leveduras, coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* e *Salmonella* sp., para a caracterização e verificação da qualidade higiênico-sanitária do processamento dos queijos maturados. Todas as análises foram conduzidas segundo a metodologia descrita por Downes e Ito (11).

Análise estatística

Os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas foram analisados através de Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey ao nível de significância de 5% utilizando o programa estatístico SISVAR (versão 4.8).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização físico-química do queijo de coalho maturado

Os queijos de coalho maturados com 30 e 45 dias de maturação e imersos em vinhos branco seco e tinto seco apresentaram formato achatado, faces planas, casca amarelada para aqueles imersos em vinho branco e cascas arroxeadas para aqueles imersos em vinho tinto. Todas as amostras mantiveram consistência firme, massa fechada, com sabor e aroma levemente forte e característico dos vinhos. A umidade relativa do ar durante o processo de maturação variou entre 61,0 a 64,0% e a temperatura de 28 a 29 °C. Na Figura 1 são apresentados os queijos de coalho maturados com vinho tinto e vinho branco, nos períodos de 30 e 45 dias, respectivamente.



Figura 1 – Queijos de coalho maturados durante: a) 30 dias em vinho tinto seco; b) 30 dias em vinho branco; c) 45 dias em vinho tinto seco; d) 45 dias em vinho branco.

Fonte: Autoria própria.

Na Tabela 3, estão apresentados os resultados quantificados para pH, acidez total titulável (g. ác. láctico.100g⁻¹), umidade (%), extrato seco total (%), extrato seco desengordurado (%), lipídios (%) e proteínas (%) das amostras de queijos maturados.

Tabela 3 – Caracterização físico-química dos queijos maturados com vinhos branco e tinto.

Parâmetro	Vinho branco 30 dias*	Vinho branco 45 dias*	Vinho tinto 30 dias*	Vinho tinto 45 dias*
pH	5,43 ^a ± 0,05	5,30 ^b ± 0,03	5,20 ^b ± 0,00	5,23 ^b ± 0,01
Acidez titulável ¹	0,26 ^c ± 0,03	0,91 ^a ± 0,02	0,62 ^b ± 0,05	0,92 ^a ± 0,06
Umidade (%)	27,95 ^a ± 3,89	23,82 ^a ± 0,13	27,73 ^a ± 1,13	23,58 ^a ± 3,89
EST ² (%)	72,05 ^a ± 3,89	76,17 ^a ± 0,13	72,26 ^a ± 1,13	76,41 ^a ± 3,89
ESD ³ (%)	38,83 ^{bc} ± 3,19	45,60 ^a ± 0,36	41,56 ^{ab} ± 1,20	34,46 ^c ± 0,58
Lipídios (g/100g)	33,22 ^b ± 0,05	30,58 ^c ± 0,27	30,72 ^c ± 0,85	41,94 ^a ± 0,36
Proteínas (g/100g)	31,26 ^{bc} ± 0,05	31,70 ^{ab} ± 0,31	30,93 ^c ± 0,41	32,10 ^a ± 0,26

Resultados expressos em média ± desvio padrão. ¹Medida em g. ác. láctico/100g; ²EST – Extrato seco total; ³ESD – Extrato seco desengordurado. *Médias seguidas pela mesma letra em cada linha não diferem estatisticamente entre si, a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey. Fonte: Autoria própria.

Os resultados demonstraram que houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos para as análises de pH, acidez titulável, lipídios, proteínas e extrato seco

desengordurado. Quanto às variáveis umidade e extrato seco total, não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras.

Com relação ao pH, os queijos maturados com vinho branco por 45 dias e vinho tinto seco por 30 e 45 dias foram estatisticamente semelhantes a um nível de 5% de significância. A amostra de queijo maturado com vinho branco por 30 dias apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) com relação às demais e maior valor de pH (5,43). Essa diferença pode ser atribuída às condições da matéria-prima, formação do ácido láctico durante a fabricação, como também a quantidade de bactérias lácticas presentes no produto.

Vasek et al. (12) reportaram valores de pH entre 4,33 e 5,50 para queijos artesanais maturados com umidade entre 57 e 60%. Destaca-se que o pH é uma variável importante para a caracterização dos queijos, devido a sua influência na textura, na atividade microbiana e no processo de maturação, uma vez que as reações químicas que são catalisadas por enzimas advindas do coalho e da microbiota do produto dependem do pH (13). Brandielli (14) obteve médias para pH entre 5,41 e 5,57 para queijos regionais do sudoeste brasileiro, maturados por 120 dias.

Os valores de acidez variaram entre 0,26 e 0,92 (g. ác. láctico.100g⁻¹). Os maiores valores foram encontrados nos queijos com maior tempo de maturação, o que confirma que, quanto maior o tempo de processo, maior a formação do metabólito ácido láctico a partir da lactose via rota da glicólise. Valores semelhantes ao deste estudo (0,33 a 0,98 g. ác. láctico.100g⁻¹) foram reportados por Brandielli (14).

Vários fatores influenciam nos teores de umidade, como a produção do queijo e o tipo de salga, a pressão exercida na prensagem, como também o tempo aplicado na etapa de maturação. Neste estudo, foram estabelecidos dois períodos de maturação (30 e 45 dias), tendo como resultado valores de 23,58 a 27,95%, respectivamente. Katiki et al. (15) obtiveram médias para umidade entre 30,77 a 34,66% em queijos maturados por mofo obtido da coagulação mista com leite de cabra.

De acordo com a Portaria Nº 146, de 07 de março de 1996, os padrões determinados para o teor de umidade em os queijos os classificam como de baixa umidade (até 35,9%), média umidade (entre 36 – 45,9%), alta umidade (46,0 – 54,9%) e muito alta umidade (maior que 55%) (16). Contudo, os queijos maturados produzidos neste estudo apresentaram teores de umidade abaixo de 35,9%, isso pode ser explicado devido ao percentual de URA dos queijos maturados, que sofreram maior desidratação (1).

Como pode ser visto na Tabela 3, a adição de diferentes tipos de vinho, não influenciou no teor de extrato seco total (EST) e na umidade dos queijos. Nascimento et al. (17), que caracterizaram queijos de coalho maturados desenvolvidos a partir de leites caprino, bovino e misto (caprino e ovino), relataram que para o extrato seco total não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) quando as médias comparadas entre os tratamentos, demonstrando não haver influência no tipo de leite utilizado na elaboração dos queijos.

O extrato seco desengordurado (ESD) é obtido pelo método indireto, subtraindo a gordura do extrato seco total, segundo metodologia preconizada por Instituto Adolfo Lutz (9). As médias encontradas neste trabalho foram de 34,46 a 45,60% de ESD, apresentando diferença significativa entre os tempos de maturação, tendo como maior média o queijo imerso no vinho branco e maturado por 45 dias. Urzedo (18), ao trabalhar com queijo pecorino, após 45 dias de maturação, encontrou valores de ESD entre 33,00 e 33,56%, resultados muitos similares aos deste estudo.

Houve diferença significativa quanto ao teor de lipídios entre os tratamentos do queijo maturado ($p \leq 0,05$), apresentando médias entre 32,22 e 41,94 g.100g⁻¹. O queijo maturado por 45 dias com vinho tinto seco evidenciou maior média (41,94 g.100g⁻¹).

Valores inferiores foram encontrados em Nascimento et al. (17), médias em torno de 15,62 a 27,28 g.100g⁻¹ para queijos de coalhos maturados com diferentes tipos de leite, bovino, caprino e misto. Silveira Júnior et al. (19), explicam que o teor de lipídios varia de acordo com fatores genéticos, ambientais, manejo sanitário, principalmente nutrição, raça e idade também podem ocasionar variações nos percentuais de lipídios nos queijos.

Caracterização microbiológica

Os resultados das análises dos microrganismos mesófilos, bolores e leveduras, coliformes a 45 °C e *Salmonella* sp. estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 – Caracterização microbiológica dos queijos maturados com vinhos.

Tratamento	Análises microbiológicas			
	Mesófilos (UFC/g)	Bolores e leveduras (UFC/g)	Coliformes a 45 °C (NMP/g)	<i>Salmonella</i> sp.
T1	> 10 ⁴	> 10 ⁴	< 3,0	Ausência
T2	> 10 ⁴	> 10 ⁴	< 3,0	Ausência
T3	> 10 ⁴	> 10 ⁴	< 3,0	Ausência
T4	> 10 ⁴	> 10 ⁴	< 3,0	Ausência

T1: queijo maturado com vinho branco/30 dias; T2: queijo maturado com vinho branco/45 dias; T3: queijo maturado com vinho tinto seco/30 dias; e T4: queijo maturado com vinho tinto seco/45 dias. UFC – Unidade formadora de colônia; NMP – Número mais provável. Fonte: Autoria própria.

Para coliformes a 45 °C (< 3,0 NMP/g) e para *Salmonella* sp. (ausência em 25 g), os resultados demonstraram que os queijos se encontram seguros microbiologicamente. Por ser um produto fabricado de maneira artesanal, é muito importante que haja a prevenção e os devidos cuidados quanto à contaminação microbiológica deste alimento, de modo a manter tanto a qualidade, quanto a segurança da saúde dos futuros consumidores.

Pôde-se notar que a contagem de bolores e leveduras foi ressaltada nas amostras de queijos maturados (> 10⁴ UFC/g). As condições de maturação, temperatura, umidade relativa, ambiente e a composição do queijo também proporcionam possibilidades para o desenvolvimento de bolores na superfície dos queijos (20). Vale destacar que a legislação nacional não apresenta padrões para a contagem de bolores e leveduras. Lima et al. (21) puderam constatar contagem de bolores e leveduras em queijo Serra do Salitre de 1,8x10⁴ UFC/g.

Feitosa et al. (22) obtiveram contagens entre 1,9x10⁴ e 4,8x10⁸ UFC/g para queijos de coalho produzidos no Rio Grande do Norte. Esses microrganismos podem ser encontrados no leite, mesmo que em pequenas quantidades, podendo contaminar o queijo. Falhas de higiene durante a obtenção do leite e o modo de armazenamento também podem contribuir para a elevada contagem no produto final (23).

Na contagem das bactérias aeróbias mesófilas dos quatro tratamentos do queijo de coalho maturado, observou-se elevada carga microbiana (> 10⁴ UFC/g). Este é um parâmetro adotado para avaliar, principalmente, as condições higiênico-sanitárias de uma indústria (24). Também não há um padrão para a contagem de mesófilos em queijos na legislação brasileira, no entanto, quanto maior o número de unidades formadoras de colônias, menor será a vida útil do alimento. Esses microrganismos desenvolvem-se em temperaturas na faixa entre 20 a 45 °C (25).

Celia et al. (26), obtiveram uma contagem para mesófilos aeróbios em queijos produzidos com leite de cabra de $9,0 \times 10^3$ a $1,0 \times 10^6$ UFC/g, pode-se perceber que a contagem foi superior a encontrada neste estudo. Isso pode ser justificado pela cultura láctica utilizada na fermentação do leite para a fabricação dos queijos por possuir características de microrganismos mesófilos.

CONCLUSÕES

Do ponto de vista tecnológico, o desenvolvimento dos queijos de coalho maturados em vinho, a partir das condições aplicadas neste estudo, se mostrou eficiente em termos de caracterização físico-química. Contudo, práticas higiênico-sanitárias devem ser tomadas, tanto na manipulação dos queijos durante o período de maturação, como a matéria-prima deve apresentar qualidade microbiológica mais satisfatória. Propõe-se então, novas investigações relacionadas à aceitação sensorial dos produtos, bem como o aprimoramento das condições de manipulação durante todo o processamento como forma de certificar a segurança do produto final e expandir a cadeia produtiva de queijos no Nordeste através de novos produtos de valor agregado elevado.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Sergipe - UFS e ao Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe – ITPS, pelo apoio acadêmico relativo a esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Taveira LB. Aspectos físico-químicos e sensoriais do queijo reino maturado sob diferentes condições, visando à exportação [dissertação]. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora; 2013.
2. FGV Projetos. O setor de laticínios no Brasil e suas interações com o comércio internacional [Internet]. Rio de Janeiro: FGV; 2017 [acesso em 14 ago 2021]. Disponível em: https://gvagro.fgv.br/sites/gvagro.fgv.br/files/u115/laticinios_fgv_PT.pdf.
3. Menezes SSM. Queijo de coalho: tradição cultural e estratégia de reprodução social na região Nordeste. *Revista de Geografia*. 2011;28(1):40–56.
4. Silva AFC. Potencial contaminante do queijo de coalho: uma revisão [dissertação]. Vitória de Santo Antão: Universidade Federal de Pernambuco; 2016.
5. Perondi MA, Dengo MB, Gazolla M. Mercados das agroindústrias familiares de queijo artesanal do Sudoeste do Paraná. *Revista do Desenvolvimento Regional*. 2019;24(1):246–269.
6. Chalita MAN. O consumo de queijo como referência para a análise do mercado de qualidade do produto. *Revista de Economia e Sociologia Rural*. 2012;50(3):545–562.
7. Rocha AA. Mercado de queijos cresce no país e atrai estrangeiros [Internet]. 2014

- [acesso em 14 ago 2021]. Disponível em: <http://www.abiq.com.br/imprensa/namidia/Valor%20Economico%20-%20Fabio%20Scarcelli%20-%20Mercado%20de%20queijos%20cresce%20no%20país%20e%20atrai%20estrangeiros.pdf>.
8. Oliveira TA, Nunes VSS. Elaboração de queijo meia cura com maturação acelerada e imersão em bebidas alcoólicas. *Revista Intellectus*. 2015; 26(1):58–75.
 9. Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz – Métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4. ed. (1ª edição digital). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008.
 10. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Portaria N° 108, de 04 de setembro de 1991. Métodos analíticos para controle de alimentos para uso animal – métodos físicos, químicos e microbiológicos. *Diário Oficial da União*. 17 set 1991; Seção 1:05.
 11. Downes FP, Ito K. *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. 4. ed. Washington: American Public Health Association (APHA); 2001.
 12. Vasek OM, Mazza SM, Giori GS. Physicochemical and microbiological evaluation of corrientes artisanal cheese during ripening. *Food Science Technology*. 2013;33(1):151–160.
 13. Souza AB, Costa Júnior LG, Perrone IT, Stephani R, Almeida DF. Parâmetros de textura em queijos processados: influência da utilização de concentrados proteicos de leite e de soro. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*. 2014;69(3):181–192.
 14. Brandielli MC. Queijo regional do sudoeste do Paraná durante a maturação: caracterização microbiológica, química e física [dissertação]. Londrina: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2016.
 15. Katiki LM, Bonassi IA, Roça RO. Aspectos físico-químicos e microbianos do queijo maturado por mofo obtido da coagulação mista com leite de cabra congelado e coalhada congelada. *Ciência e Tecnologia em Alimentos*. 2006;26(4):740–743.
 16. Ministério da Agricultura, da Pecuária e do Abastecimento (BR). Portaria N° 146, de 7 de março de 1996. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos. *Diário Oficial da União*. 7 mar 1996; Anexo I.
 17. Nascimento BMS, Amaral DS, Pereira CJD, Gomes DMGS, Batista ASM, Gomes AMP, et al. Caracterização físico-química de queijos coalhos maturados: com leites caprino, bovino e misto [Internet]. In: XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Alimentação: a árvore que sustenta a vida; 2016 [acesso em 11 ago 2021]. Disponível em <https://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/22987/1/Caracterização%20físico->

- química%20de%20queijos%20coalhos%20maturados%20com%20leites%20capri
no%2C%20bovino%20e%20misto.pdf.
18. Urzedo ACB. Avaliação do rendimento e maturação de queijos produzidos com leite de vaca e lipases de cabrito e cordeiro [dissertação]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás; 2008.
 19. Silveira Júnior JF, Oliveira DF, Braghini F, Loss EMS, Bravo CEC, Tonial IB. Caracterização físico-química de queijos coloniais produzidos em diferentes épocas do ano. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*. 2012;67(386):67–80.
 20. Corrêa Neto JS. Bolors deteriorantes em queijo parmesão [dissertação]. Araraquara: Universidade Estadual Paulista; 2005.
 21. Lima CDLC, Lima LA, Cerqueira MMOP, Ferreira EG, Rosa CA. Bactérias do ácido láctico e leveduras associadas com queijo de minas artesanal produzido na região da Serra do Salitre, Minas Gerais. *Arquivo brasileiro de Medicina veterinária e Zootecnia*. 2009;61:266–272.
 22. Feitosa T, Borges MF, Nassu TR, Azevedo EHF, Muniz CR. Pesquisa de *Salmonella* sp., *Listeria* sp. e micro-organismos indicadores higiênico-sanitários em queijos produzidos no estado do Rio Grande do Norte. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2003;23:161–165.
 23. Pinheiro JS. Maturação do queijo minas artesanal: comportamento de *Listeria monocytogenes*, aceitação sensorial e predição do tempo por espectroscopia no infravermelho [dissertação]. Diamantina: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; 2018.
 24. Melo ACM, Alves LMC, Costa FN. Avaliação da qualidade microbiológica do queijo tipo minas padrão comercializado na cidade de São Luís, MA. *Arquivo Insituto Biológico*. 2009;76(4):547–551.
 25. Oliveira RPS. Condições microbiológicas e avaliação da pasteurização em amostras de leite comercializadas no município de Piracicaba - SP. Piracicaba: Universidade de São Paulo; 2005.
 26. Celia AP, Velasco J, Pinto AT, Schmidt V. Qualidade microbiológica de queijos produzidos com leite de cabra. *Higiene Alimentar*. 2016;30(262/263):76–81.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-88>

Capítulo 88

PANORAMA DE EXPORTAÇÃO DE CARNE SUÍNA ENTRE 2016 e 2020

Jacqueline Alves Morais¹; Felipe César de Araújo Machado²; Hérick Pachêco Rodrigues³; Taylan Andrade Silva⁴; Lays de Oliveira Silva⁵; Luiz Fernando Rocha Botelho⁶

¹Estudante do Curso de Pós-Graduação Gestão de Aves e Suínos – UNIPAM; E-mail: jacquelineam@unipam.edu.br, ²Estudante do Curso de Medicina Veterinária – UNIPAM; E-mail: felipemachado@unipam.edu.br, ³Estudante do curso de Zootecnia – UNIPAM; E-mail: herickpr@unipam.edu.br, ⁴Estudante do curso de Medicina Veterinária – UNIPAM; E-mail: taylanandrade@unipam.edu.br, ⁵Estudante do curso de Medicina Veterinária – UNIPAM, E-mail: laysoliveirasilva@unipam.edu.br, ⁶Docente/pesquisador do Depto de Zootecnia – UNIPAM. E-mail: luizfrb@unipam.edu.br,

RESUMO: A suinocultura brasileira representa um percentual importante para a exportação mundial de carnes, estando em 4º colocado entre os maiores exportadores, além de gerar renda e reverberar no crescimento do país. Assim, objetivou-se com este trabalho realizar um estudo retrospectivo dos índices de exportação da carne suína originária do Brasil entre os anos de 2016 e 2020. Para tanto, foi retirado informações a cada ano analisado provenientes dos relatórios disponíveis em domínio público da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), e do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). A partir desse levantamento, observa-se que em todos os anos analisados, 2020 foi o ano que obteve recorde de maior volume em tonelada exportada (1,2 milhão), seguido de (750.000) toneladas exportadas em 2019. Nesse contexto, a região Sul está sendo a mais produtora e exportadora de suínos, liderado pelo Estado de Santa Catarina – SC. De janeiro a maio de 2020, as exportações brasileiras de carne suína chegaram a (383,2) toneladas, e o continente Asiático, sobretudo, a China, foi o maior comprador da produção brasileira. Posto isso, observa-se com esse trabalho importância da suinocultura na economia brasileira e que esta sofre influência das crises internas e internacionais.

Palavras-chave: AGRONEGÓCIO; COMÉRCIO EXTERIOR; SUINOCULTURA

INTRODUÇÃO

O setor de carnes no agronegócio brasileiro tem apresentado crescimento positivo nos últimos anos (1). O país é apontado como uma referência no que concerne à exportação mundial de carnes (2). Dentre o segmento de carne bovina, suína e de aves, o país é o maior exportador de produtos bovinos e de frango e ocupa o quarto lugar no ranking mundial de produção e exportação suinícola. Diante desse potencial, o Brasil se tornou um dos grandes fornecedores de proteína animal para todo o globo (3).

A carne suína possui relevância importante para a geração de renda na economia brasileira (4) e de acordo com a Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora

de Carne Suína (5), o aumento do consumo de carne desde tipo tem aumentado quando comparado à carne bovina, estimulando, assim, a alta produtividade dos suinocultores brasileiros. O Brasil conta com uma cadeia produtiva eficiente, a fim de atender principalmente o mercado interno, já que a maior produção é destinada a esse setor (6).

Desde os anos 70 a produção de suínos transformou-se em uma moderna cadeia produtiva, investindo fortemente em pesquisas no melhoramento genético, nutrição, além dos alojamentos e estrutura das granjas e da capacitação técnicas dos profissionais. Além disso, a produção suinícola brasileira atua com altos índices de produtividade integrada, aliada a um forte complexo industrial, cuja expansão deve-se ao aumento do consumo interno, à ampliação das exportações e a rápida mudança do perfil tecnológico (5).

Em decorrência da evolução industrial na suinocultura, a produção de suínos no Brasil deixou de ser uma prática familiar e de subsistência e direcionou-se a uma atividade moderna e técnica, resultando em uma atividade importante na pecuária brasileira, além de ser uma importante fonte de receita para o Produto Interno Bruto (PIB) do país. (7). No entanto, o mercado da carne suína está frequentemente ameaçado pelas limitações do setor e por questões que concerne a carne suína, devido a manejos sanitários que expõe a patologias que acarretam restrições

Tarifárias, não tarifárias e interdições das exportações do setor de carnes, impostas pelo mercado consumidor externo (8).

O consumo da carne suína nas refeições dos brasileiros vem aumentando expressivamente aos longos dos anos. No Brasil, o consumo per capita em alimentos de origem animal em 2020, cresceu 14% nos últimos 5 anos, passando de 14,47 quilos para 16,86 quilos o consumo médio (9). A nível mundial, os países asiáticos Coreia do Sul, China e Vietnã são os três países que tem maior consumo per capita de carne suína no mundo (10).

Nesse contexto, é importante destacar a pandemia provocada pelo COVID-19 em 2020 que assolou o mundo, e criando consigo, prejuízos socioeconômicos em países e empresas devido à alta infectividade e mortalidade provocada pelo vírus. Um dos fatores do aumento das exportações de carne suína em 2020 foi impulsionado pela pandemia, sobretudo, que as produções chinesas ficaram paralisadas por meses devido ao impacto que o COVID-19 causou no país, por não conseguirem atender a demanda para consumo interno (11).

Entretanto, o Brasil conta com uma vasta extensão territorial, grande disponibilidade de recursos hídricos, recursos humanos capacitados, tecnologia direcionada à produção, preços mais competitivos, produção em escala que é apta a manter uma produção crescente e contínua, além de suprir as demandas dos consumidores internos e externos (12).

Esse cenário, no Brasil, apesar de próspero, teve a exportação de carne suína interrompida em algumas regiões do país, devido a alegações do mercado externo de presença COVID-19 em lotes de carnes congeladas, embora não existam comprovação científica que ocorra transmissão do COVID-19 através de alimentos. Além disso, os produtores brasileiros enfrentaram outros desafios para se sobressair em meio a pandemia como a escassez de mão de obra, atenção do público consumidor voltado ao bem-estar animal e eficiência da produção (11).

Diante reduzida literatura disponível quanto ao panorama regional e nacional do comércio na suinocultura brasileira, visto que o Brasil participa ativamente no mercado de exportações, objetivou-se com este estudo realizar um panorama nacional da exportação de produtos suinícolas dos anos de 2016 a 2020.

MATERIAL E MÉTODOS

Para este trabalho foi realizado um levantamento retrospectivo da cadeia de exportação de carne suína no Brasil entre os anos de 2016 e 2020. Para melhor determinar esses dados, o presente estudo extraiu informações a cada ano analisado provenientes dos relatórios disponíveis em domínio público da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) e do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Posteriormente foi caracterizado os principais estados produtores e exportações, bem como o destino da carne suína do país. Além disso, a lucratividade brasileira foi estimada a partir da receita (milhões de dólares) das exportações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O volume de exportação em toneladas de produtos da cadeia suinícola entre 2016 e 2020 está descrito na figura 1.

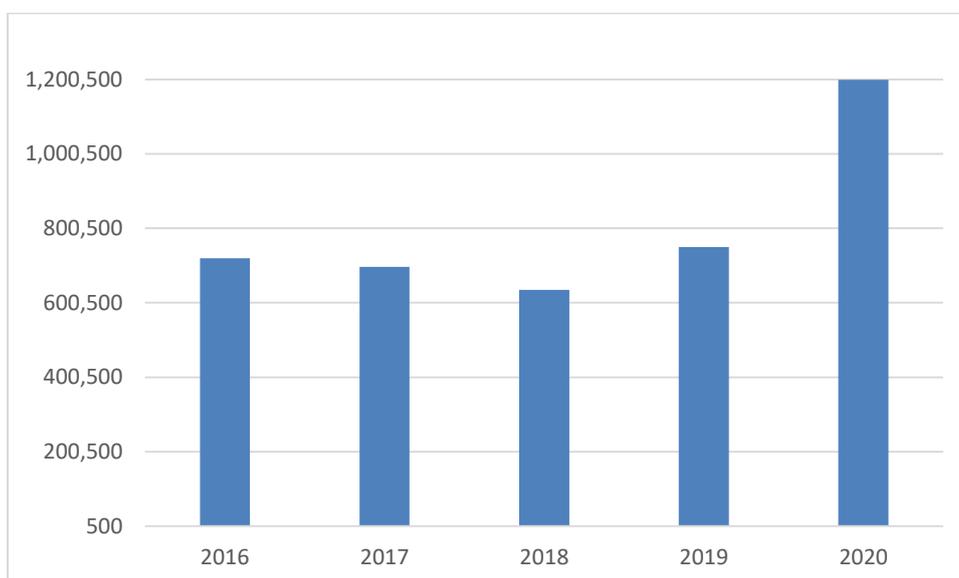


Figura 1 – Volume de exportação brasileira de produtos suinocultura em toneladas, período 2016 a 2020.

Fonte: Adaptado (13).

Com relação à exportação brasileira de produtos suínos, sendo estes carcaça, cortes, miúdos preparações, enchidos, gorduras, tripas, salgados, couros e peles, o ano de 2020 possui o maior volume exportado em toneladas (1,2 milhão), seguido pelos anos de 2019 (750.000) e 2016 (720.104). Contudo, o ano de 2018 teve uma retração nas exportações, tendo (635.425) toneladas de produtos vendidos. O embargo russo à carne de porco por presença de substâncias não autorizadas pelo país contribuiu para esse resultado de acordo com informações prestadas pelo MAPA (14).

Quanto ao ano de 2017, a queda no volume de exportações de carne suína tem relação com a divulgação em caráter mundial de operação Cerne Fraca realizada pela Polícia Federal Brasileira, o que gerou grandes prejuízos ao país, econômicos e pela reputação abalada pelos compradores, em especial, aos grandes frigoríficos. Após intensas negociações do governo brasileiro juntamente com o setor produtivo, as exportações foram

sendo normalizadas no decorrer dos meses seguintes. Embora 21 frigoríficos do país tenham sido penalizados por desvio de conduta, o produto cárneo brasileiro possui alta credibilidade do mercado internacional, pois são realizadas vitorias constantes de comissões estrangeiras que verificam a fundo o sistema produtivo de carnes no Brasil (15).

Quanto às regiões e os estados exportadores de produtos de origem suinícola no país nos anos de 2016 a 2020, o Sul do Brasil foi a região que realizou um volume maior de abate (Tabela 1), assim, gerando a maior produção de alimentos de origem suinícola, seguido pelo Sudeste, Centro-Oeste, Norte e Nordeste (13).

Desde 1900 a região Sul do Brasil tem suinocultura como escopo para o desenvolvimento econômico e social do estado, sempre buscando produção em larga escala, produtividade, qualidade e atendimento ao mercado externo (16). A produção e a exportação de carne suína sempre estiveram bastante concentradas no sul do Brasil. Fatores como esses corroboram para os resultados apresentados e exemplificam a potência produtora que o Sul representa na produção de suínos (17).

Tabela 1 – Abate de animais por regiões brasileiras nos anos de 2016 a 2020

Regiões	2020	2019	2018	2017	2016
Centro-Oeste	13,76%	14,93%	15,18%	15,10%	16,06%
Sudeste	16,27%	16,03%	16,06%	16,06%	12,94%
Sul	69,30%	68,92%	68,61%	68,70%	70,91%
Nordeste	0,02%	0,03%	0,03%	0,02%	0,013%
Norte	0,09%	0,10%	0,10%	0,11%	0,08%

Fonte: Adaptado ABPA (2020).

Com relação à região Norte, esta apresentou produção de produtos de origem suinícola dos anos de 2017 a 2020 apenas com a participação do estado do Acre. Contudo, no ano de 2016, o estado do Pará também contribuiu para o percentual de abate de suínos. Esses estados possuem poucos incentivos do governo para os pequenos produtores, além da falta de conhecimento técnico e suporte para os produtores de suínos, o que justifica a baixa relevância na produção e exportação de produtos suinícolas pela região Norte. A região Centro-Oeste nos anos de 2016 a 2018 apresentou produção de abate de suínos por todos os seus estados. Porém, no ano de 2019, não foi contabilizado abate de animais pelo Distrito Federal (18).

Conforme apresentado no Relatório Anual da ABPA (13), em relação aos Estados que mais exportam produtos suinícolas em 2020, o estado de Santa Catarina (51,68%) permanece em posição principal, seguido pelo Rio Grande do Sul, Paraná e Mato Grosso, respectivamente (Figura 2).

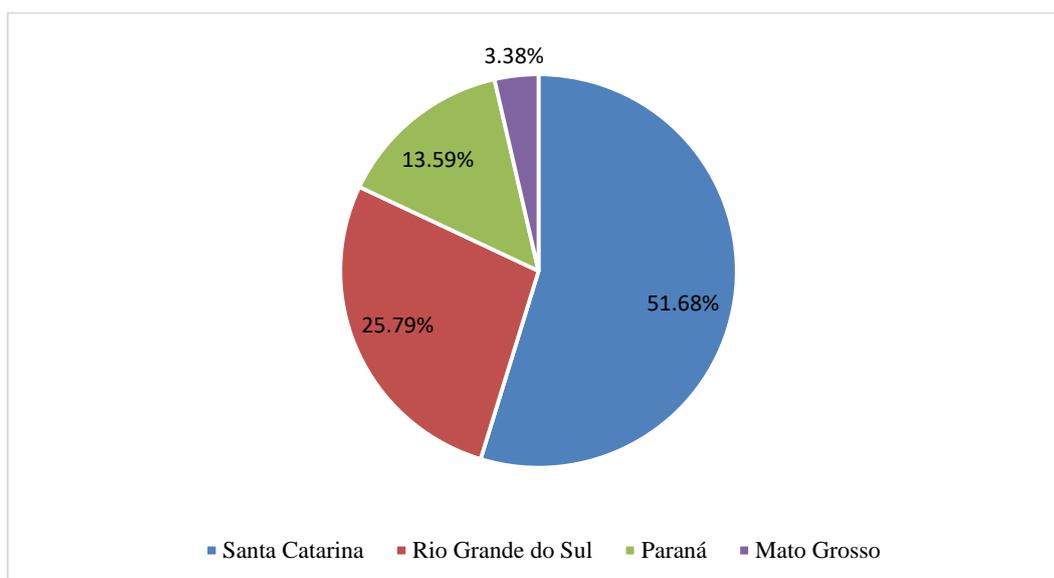


Figura 02 – Principais Estados exportadores de carne suína no ano de 2019.
Fonte: Adaptado da ABPA (2020).

Essa alta quantidade apresentada pela região Sul, se deve ao fato de que Santa Catarina é o estado brasileiro com a maior criação e produção desse tipo de carne (19). A região de Santa Catarina possui mais de 80% dos estabelecimentos suinícolas tecnificadas e concentra a maioria das unidades industriais de abate e processamento e de fabricação de rações do Estado, além de deter a maior parte da produção de suínos do país, o que faz mostrar a importância deste Estado para a suinocultura brasileira (20). Segundo dados disponibilizados Embrapa (21), a produção dessa região foi da ordem de 2.720 milhões toneladas, correspondendo a 66,02% do total nacional, o que explica alta competitividade desse mercado.

Com relação às exportações brasileiras dos produtos suinícolas, a Ásia foi o continente que mais comercializou com o Brasil nos anos de 2019 (254.774 toneladas), tendo como maior concentrador de compra a China, seguido por Hong Kong (22). Em 2016, 2018 e 2019 o continente asiático continuou liderando o mercado dos produtos brasileiros com 388.902 toneladas, 301.595 toneladas e 479.427 toneladas, respectivamente (Tabela 2). No ano de 2017, a União Europeia alcançou a liderança nas compras de carnes do país, cerca de 264.532 toneladas.

Tabela 2 – Continentes importadores de produtos suinícolas e a quantidade em toneladas no período de 2016 a 2020

Continentes Importadores	Importações em toneladas				
	2016	2017	2018	2019	2020
Ásia	301.595	264.532	388.902	479.427	800.277
União Europeia	250.245	247.212	134.335	136.936	671
América	103.856	105.763	65.478	59.919	128.167
África	50.779	50.410	26.843	38.527	60.961
Oriente Médio	17.537	18.774	19.095	26.745	20.514

Fonte: Adaptado (13).

A intensa importação asiática de produtos de origem suinícola é o resultado de parceria firmada entre países consumidores do continente asiático com Brasil. Essa relação favorável foi devido aos impactos que peste suína africana nos países causou pelo continente, e devido a guerra comercial entre China e Estados Unidos, o que possibilitou a demanda de produtos para novos mercados, e assim, permitindo a consolidação do Brasil como um importante e confiável fornecedor (23).

Apesar da China ser o maior cliente comercial em compra de carne suína com o Brasil, segundo o portal Canal Rural (24), Myanmar, um país asiático 53 milhões de pessoas e com consumo per capita de proteína de 17,5 quilos por ano abriu o mercado para os produtos brasileiros. Nesse sentido, há a tendência de que o continente asiático continue sendo o maior importador da carne suína brasileira nos próximos anos.

Exportações expressivas como a brasileira, refletem positivamente no PIB do país. Segundo a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil - CNA (25), o valor calculado do PIB brasileiro em 2020 foi de R\$7,45 trilhões, sendo R\$ 2 trilhões referentes ao agronegócio e 20% desse valor, se deve a pecuária. Diante dessa perspectiva, com relação à receita das exportações brasileiras nos últimos 5 anos, em milhões de dólares (figura 3), o ano de 2020 arrecadou R\$2.269 milhões de dólares, seguido pelos anos de 2019 (1,597), 2018 (1,211), 2017 (1,626) e 2016 (1,470) (13).

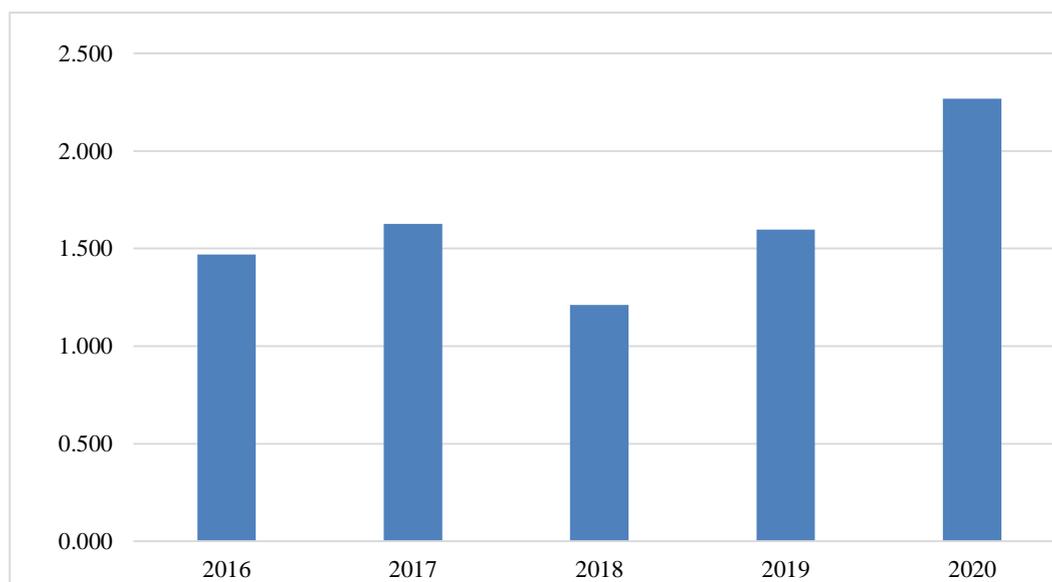


Figura 3 – Receita em milhões de dólares referente às exportações de carne suína no período de 2016 a 2020.

Fonte: Adaptado (13).

A evidente queda na lucratividade em exportações no ano de 2018 é um reflexo ao boicote promovido pela Rússia aos produtos de origem suinícola devido a presença da substância ractopamina proibida pelo MAPA na alimentação do rebanho bovino. Contudo, é permitida em percentuais específicos em rações de suínos. A ractopamina é utilizada para manipular o metabolismo animal, ou seja, aumenta o percentual de carne magra e reduz o de gordura (14).

Apesar de permitida no Brasil em algumas situações específicas, países como a China e a Rússia e a União Europeia proíbem o uso desta substância na alimentação em qualquer espécie animal. A decisão russa de suspender a compra de carne suína e bovina brasileira atingiu 48 frigoríficos brasileiros: 30 de carne bovina e 18 de carne suína.

Questões como esta apenas reafirma a necessidade do conhecimento das legislações dos países em que o Brasil comercializa, pois o sucesso do Brasil no mercado internacional da carne suína é resultado da melhora da qualidade da carne suína nos últimos anos, com a valorização dos aspectos nutricionais, a diminuição da gordura e a eficiência no sistema de vigilância sanitária, segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (26).

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que a suinocultura é uma vertente do agronegócio importante para a economia brasileira, ou seja, os seus lucros reverberam no Produto Interno Bruto (PIB), na empregabilidade e gera renda para a população do país. Contudo, fica perceptível que esse mercado é influenciado pelas negociações entre governos, instabilidades internas e pelas crises internacionais. Nesse sentido, é necessário cada vez mais a capacitação dos produtores e dos grandes exportadores de produtos suínos quanto as legislações dos países importadores, além de aprofundamento técnico em métodos de melhoria na produção.

REFERÊNCIAS

1. Yano RH. Análise da evolução da produtividade total dos fatores na produção de frangos e suínos no Brasil. [Dissertação]. São Paulo: Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas; 2020.
2. Rubim LS, Ilha AS, Lopes TAM. Exportações de carne suína: performance e possibilidades frente à eliminação de barreiras. *Organizações Rurais & Agroindustriais* 2012; 14, 1: 28-45.
3. Ramos JM, Gonçalves, OO. Política de defesa da concorrência e a nova economia institucional: uma análise da indústria de proteína animal brasileira. *Gestin.* 2018; 17, 6: 119-130.
4. Mendonça TG, Carvalho DE, Reis MPO. Exportações brasileiras de carne suína: medidas técnicas, sanitárias e fitossanitárias. *Revista de Política Agrícola.* 2017; 3, 26: 124-141.
5. ABIPECS Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína. Relatório Anual 2019. São Paulo – SP; 2019.
6. IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores IBGE: estatística da produção pecuária. Brasília – DF; 2020.
7. Ferreira MDP, Vieira Filho JER. Inserção no mercado internacional e a produção de carnes no Brasil. 1. ed. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; 2019.
8. Sousa RA. Barreiras Sanitárias e Fitossanitárias: um desafio para a exportação agroindustrial brasileira. [TCC]. Alfenas: Universidade Federal de Alfenas; 2020.

9. Stahl BG. Consumo per capita de carne suína cresce 14% em cinco anos [Internet]. Porto Alegre: Associação dos Criadores de Suínos do Rio Grande do Sul; 2021 [acesso em 19 Abr 2021]. Disponível em: <https://acsurs.com.br/noticia/consumo-per-capita-de-carne-suina-cresce-14-em-cinco-anos/>
10. FARSUL Federação da Agricultura do Rio Grande do Sul. Consumo de carne suína per capita dispara na Ásia em três décadas. Porto Alegre – RS; 2020.
11. GRANTER. Veja a retrospectiva da exportação de carne suína em 2020. [Internet]. Florianópolis: Granter; 2021 [acesso em 20 jan 2021]. Disponível em: <https://granter.com.br/veja-a-retrospectiva-da-exportacao-de-carne-suina-em-2020/>
12. Lima CE, Martins TC, Soldado GV, Silva RS. Caracterização das exportações e da competitividade internacional do complexo de carnes brasileiro. in: [Internet]. Joinville: Encontro de Economia Catarinense; 2012 [acesso em 20 Jul 2021]. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/carlos-de-lima/publication/285055333_caracterizacao_das_exportacoes_e_da_competitividade_internacional_do_complexo_de_carnes_brasileiro/links/565b3e7f08aeafc2aac6114c/caracterizacao-das-exportacoes-e-da-competitividade-internacional-do-complexo-de-carnes-brasileiro.pdf
13. ABPA Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual 2021. São Paulo - SP; 2021.
14. ABPA Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual 2019. São Paulo – SP; 2019.
15. CONAB. Análise mensal carne suína. Brasília – DF; 2017.
16. Benetti L, Ongaratto AP, Costa TVM, Oltramari AP, Montoya MA. A competitividade da suinocultura da região da produção/RS através da análise do cluster agroindustrial. In: Salão De Iniciação Científica. Resumo. [Internet]. Porto Alegre: 2002 [acesso em 20 Out 2004]. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/83014/Resumo_20020963.pdf?sequence=1
17. Fürstenau V. Uma análise comparada do desempenho do setor exportador de carnes no Brasil e no Rio Grande do Sul - 2001. Indicadores Econômicos FEE. 2002; 29, 4: 161-174.
18. Marinho JVN, Santos GC. Acompanhamento e orientação técnica em criações de suínos em Santarém – Pará. Revista Externa de Integração do Amazonas. 2019; 1, 2: 7-9.
19. Nunes CSR. Mercado internacional de carnes brasileiras: exportações de 2000 a 2018. [TCC]. Areia: Universidade Federal da Paraíba; 2018.

20. Miele, M. Contratos, especialização, escala de produção e potencial poluidor na suinocultura de Santa Catarina. [Tese]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2006.
21. Embrapa. Central de Inteligência de Aves e Suínos. Concórdia - SC; 2021.
22. Suinocultura Industrial. Nem tudo é China: veja países que estão comprando mais carne suína [Internet]. Itu – SP: Gessulli Agribusines. 2021 [acesso em 10 Out 2020]. Disponível em: <https://www.suinoculturaindustrial.com.br/imprensa/nem-tudo-e-china-veja-paises-que-estao-comprando-mais-carne-suina/20190905-104537-o721>
23. Granter. Carne Suína: conheça o impacto da covid-19 na suinocultura. [Internet]. Florianópolis: Granter; 2021 [acesso em 20 jan 2021]. Disponível em: <<https://granter.com.br/carne-suina-conheca-o-impacto-da-covid-19-na-suinocultura/>>
24. Canal Rural. Myanmar abre mercado para a carne suína do Brasil. [Internet]. São Paulo: Canal Rural; 2020 [acesso em 20 Out 2004]. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/noticias/pecuaria/suino/myanmar-carne-suina-brasil/>
25. CNA Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. PIB do agronegócio alcança participação de 26,6% no PIB brasileiro em 2020. Brasília – DF; 2021.
26. CNA Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil: Superintendência de Relações Internacionais. Os embargos russos e a agropecuária brasileira. Brasília – DF; 2016.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-89>

Capítulo 89

PERFIL DE CONSUMO DE PRODUTOS À BASE DE PESCADO

Andressa Gonçalves de Santana¹; Leidiana Elias Xavier²; Maria Ester Maia Evangelista³; Mateus Gonçalves Silva⁴; Tiago da Nóbrega Albuquerque⁵; Thamirys de Luna Souza⁶; Wisla Kívia de Araújo Soares⁷

¹Mestranda em Sistemas Agroindustriais PPGSA-CCTA-UFCG; E-mail: andressaariadnna@hotmail.com; ²Mestranda em Sistemas Agroindustriais PPGSA-CCTA-UFCG; E-mail: leidiana_elias@hotmail.com; ³Discente em Engenharia de Alimentos UATA-CCTA-UFCG; E-mail: mestermaiaufcg@hotmail.com; ⁴Mestrando em Sistemas Agroindustriais PPGSA-CCTA-UFCG; E-mail: matheus.goncalves2012@gmail.com; ⁵Mestre em Sistemas Agroindustriais PPGSA-CCTA-UFCG; E-mail: tiagofernandes_pb@hotmail.com; ⁶Discente em Engenharia de Alimentos UATA-CCTA-UFCG; E-mail: thamirys_luna@hotmail.com; ⁷Engenheira de alimentos UATA-CCTA-UFCG; E-mail: wisla-kivia@hotmail.com

RESUMO: O pescado é considerado um alimento de alto poder nutricional, especialmente como fonte de proteínas, no entanto, este tem muita susceptibilidade ao desenvolvimento e ação de micro-organismos deteriorantes, que usufruem das suas características intrínsecas, como a alta atividade de água, a baixa acidez e a oxidação. Como alternativa de contornar esta situação e promover o alto, diversificado e seguro consumo da carne de pescado, a indústria de alimentos vem investindo no desenvolvimento de produtos inovadores para este ramo. Como forma de avaliar o perfil consumidor e a aceitabilidade, é interessante a aplicação de pesquisas de mercado. Portanto, objetivou-se com este trabalho realizar um levantamento sobre o perfil de consumo de produtos à base de pescado. A pesquisa seguiu metodologia de aplicação de questionário através da ferramenta online (Google Forms), que ficou disponível nas redes sociais por 10 dias para coleta de respostas pelos entrevistados. No questionário continham perguntas objetivas e dissertativas, enfatizando o perfil demográfico das pessoas e com relação ao consumo de pescado e seus derivados. Os resultados demonstraram que 95% dos entrevistados conhecem o que é pescado, e entre esses, 90% consome. A finalidade do consumo está relacionada ao fato de ser considerado um alimento saudável (45%) e para diversificar o cardápio (30%). Os principais produtos consumidos são filé, peixe inteiro, empanado e sardinha em lata. O trabalho aponta um perfil consumidor de produtos à base de pescado que preza pela qualidade nutricional, saúde e que está associada ao consumo de formas mais comuns desse alimento.

Palavras-chave: agroindústria; inovação; piscicultura; potencial de mercado

INTRODUÇÃO

O pescado é considerado uma importante fonte de proteína e apresenta alto potencial nutritivo, sendo rico em micronutrientes, minerais, ácidos graxos essenciais, a exemplo do ômega-3 e ômega-6, além de ser considerado um alimento de fácil digestão e baixo teor de gordura (1; 2).

Entretanto, o pescado é considerado um alimento altamente perecível, devido principalmente a sua composição química, sua alta atividade de água e baixa acidez, fatores que favorecem o desenvolvimento de microrganismos, acarretando mudanças na qualidade da carne, e conseqüentemente, sua vida útil (3), por isso, se faz necessário o estudo e desenvolvimento de novas tecnologias que possam ser empregadas na conservação do pescado (4), como no desenvolvimento de novos produtos, com o intuito de diversificar a oferta de derivados a base de pescados.

Segundo Lopes et al. (5), a comercialização do pescado no Brasil, se dá principalmente em mercados, peixarias, feiras-livres e restaurantes, sendo comercializado mais na sua forma *in natura* em diferentes maneiras, como em cortes, em postas, em filé, sua comercialização da peça inteira, pré-processado, fresco ou congelado.

No mercado de derivados cárneos, é insipiente a oferta de derivados a base do pescado, a exemplo de hambúrgueres, empanados, linguiças, ou a utilização do pescado como recheio de outros alimentos, como coxinhas, empadas e outros produtos de panificação. Os peixes podem ser submetidos a diversos processamentos visando à obtenção de novos produtos cárneos diferenciados (6).

Em relação a produção de peixes, o Brasil está na décima primeira posição no ranking mundial, onde a maioria dessa produção é proveniente da maricultura e águas continentais, totalizando cerca de 611.343 toneladas (7), devido ao seu vasto território aquático, o Brasil apresenta enorme potencial econômico para a produção da aquicultura (7), entretanto, dados obtidos em 2018, mostram que o consumo nacional de pescados é baixo, com uma média menor que 10 kg/ano por habitantes, abaixo do recomendado pela FAO, que é de 12 kg/ano (8)

Para se determinar as preferências dos consumidores em relação a determinado produto ou produtos, o estudo e a pesquisa de mercado é uma ferramenta importante, visto que são analisados os fatores que interferem de forma positiva e negativa na escolha do consumidor, como os fatores que são considerados importantes na escolha desse produto, sendo uma ferramenta que pode ser inserida em toda a cadeia produtiva, desde os produtores, até o consumidor final que se adequem ou não ao perfil (9; 10). Antes de qualquer produto ser lançado no mercado, se faz necessário conhecer antes de tudo, o consumidor e as suas preferências (11).

Depois do exposto, o presente trabalho tem como objetivo fazer um levantamento sobre o perfil de consumo de produtos à base de pescado por meio da aplicação de um questionário, para determinar as preferências do consumidor em relação a oferta de produtos cárneos e derivados diferenciados à base de carne de pescado.

MATERIAL E MÉTODOS

O delineamento deste estudo consistiu em uma abordagem quanti-qualitativa relacionada a coleta de dados através de questionário online (Google Docs) composto por 17 questões (de múltipla escolha e dissertativas) relacionadas diretamente ao perfil e as preferências dos possíveis consumidores de produtos à base de pescado. O questionário ficou disponível on-line através das redes sociais por 10 dias, onde foram obtidas 100 respostas. O questionário foi organizado conforme a estrutura abaixo:

Dados sócios demográficos (sexo, idade, estado civil, grau de escolaridade e localização); Grau de consumo e conhecimento sobre produtos à base de pescado (Frequência de consumo; Frequência de consumo de pescado; Preferência de consumo de espécie de peixe e forma de produtos derivados). Na aplicação do questionário foi utilizado o recurso de lógica de ramificação disponibilizado pelo Google Forms.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do total de 100 consumidores entrevistados, verificou-se que a maioria pertence ao sexo feminino, representando 64%, e 34% ao sexo masculino, dentre eles 40,4% possuem idade entre 20 e 25 anos, 24% entre 26 a 30 anos, 27% entre 31 a 40 anos, 4% entre 41 a 50 anos e 5% entre 51 a 60 anos, conforme mostra a Tabela 1. Quanto ao nível de escolaridade, a maioria dos entrevistados apresentam ensino superior representando 40%, seguido 32% com mestrado, 13% com ensino médio e 15% com doutorado. De acordo com Bonnet et al. (12), um maior grau de escolaridade favorece uma maior preocupação com a uma alimentação saudável, tendo em vista, que os pescados são considerados uma carne saudável e altamente nutritiva.

Tabela 11 – Características socioeconômicas dos consumidores de pescados.

Característica	Total	%
Gênero		
Feminino	64	64
Masculino	34	34
Escolaridade		
Ensino Médio	13	13
Superior	38	40
Mestrado	31	32
Doutorado	15	15
Idade		
20 a 25 anos	38	40
26 a 30 anos	23	24
31 a 40 anos	25	27
41 a 50 anos	4	4
51 a 60 anos	5	5

Fonte: Autoria própria.

Observou-se que os entrevistados, são naturais de Alagoas (6%), Paraíba (38%), Pernambuco (8%), Rio Grande do Norte (14%), Santa Catarina (4%), São Paulo (15%) e Brasília (15%). Na pergunta relacionada ao conhecimento sobre os pescados pode-se notar que 95% dos entrevistados sabem o que são os pescados e 5% não sabem, como podemos observar a figura 1.

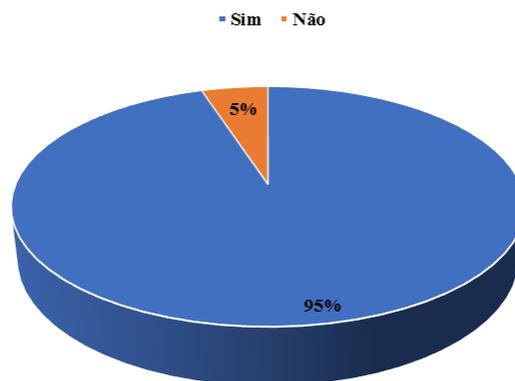


Figura 12 – Respostas sobre o conhecimento dos pescados.

O pescado é todo animal que vive normalmente em água doce ou salgada e que é utilizado para a alimentação. Pescado fresco é aquele que não sofreu qualquer processo de conservação, exceto pelo resfriamento, e que mantém seus caracteres essenciais inalterados. Pescado compreende peixes, crustáceos, moluscos, anfíbios, quelônios e mamíferos de água doce ou salgada, usados na alimentação humana (13).

Segundo Argenta (14), ainda existem consumidores que associam o que são os pescados com apenas espécies de peixes dos quais adquiridos inteiros ou em postas, o que corrobora com o resultado obtido, mostrando que a maioria (95%) dos entrevistados, sabem o que são os pescados.

A figura 2, apresenta gráfico dos resultados obtidos com os entrevistados, sobre o consumo de pescados.

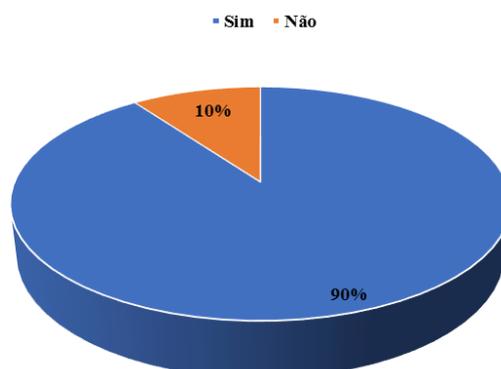


Figura 2 – Consumo de pescados pelos entrevistados.

O pescado é consumido pela maioria dos entrevistados 90%. Segundo Ministério da Agricultura, Pesca e Aquicultura - MAPA (15), o consumo de peixe está em alta no mundo inteiro, principalmente pelo fato de ser um alimento saudável, este tem se tornado cada vez mais procurado pela população em todas as faixas de renda e idade.

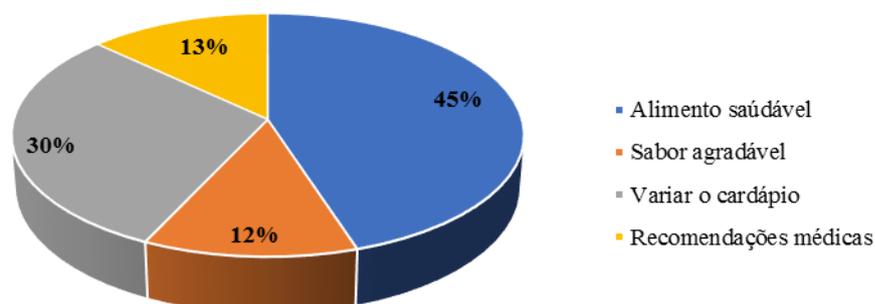


Figura 3 – Motivo pelo qual o entrevistado consome o pescado.

Ao serem questionados sobre qual motivo teriam para consumir pescados, constatou-se que grande parte dos entrevistados, equivalente a 45% do total, consomem carne de peixe e seus derivados por acreditarem que é saudável, outros 30% fazem uso deste alimento para variar o cardápio, outros 13% consomem este tipo de carne por recomendações médicas e 12% consomem este alimento por que consideram o sabor agradável.

Para a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) (16), a previsão é de que até 2030 a demanda internacional de pescado aumente em mais de 100 milhões de toneladas por ano.

A figura 4 apresenta o gráfico, dos resultados obtidos, sobre a forma em que os pescados e derivados são comprados e/ou consumidos.

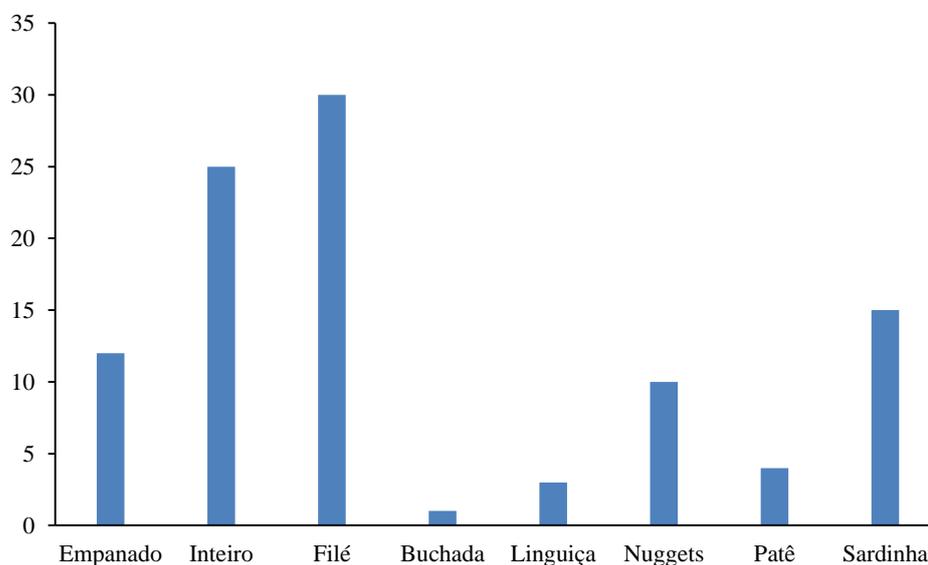


Figura 4 – A forma em que os pescados são consumidos pelos entrevistados.

A análise da forma em que os pescados são consumidos pelos entrevistados, mostrou que o consumo de filé representa mais de 30% (figura 4). A segunda opção mais apontada pelos consumidores foi o pescado inteiro (25%). Esse dado é relevante, pois

confirma uma tendência de redução do consumo de peixe inteiro, em detrimento de outros cortes como o filé. Essa tendência já foi verificada em estudo realizado por Li et al. (17) onde ele concluiu este dado pode indicar futuros padrões de consumo de peixe no Brasil. Dando sequência, representando 15% do consumo entre os entrevistados, temos a sardinha enlatada, o empanado com 12%, nuggets com 10%, patê com 4%, linguiça com 3% e buchada com 1%.

A figura 5 apresenta o gráfico, dos resultados obtidos, da frequência de consumo dos pescados e derivados.

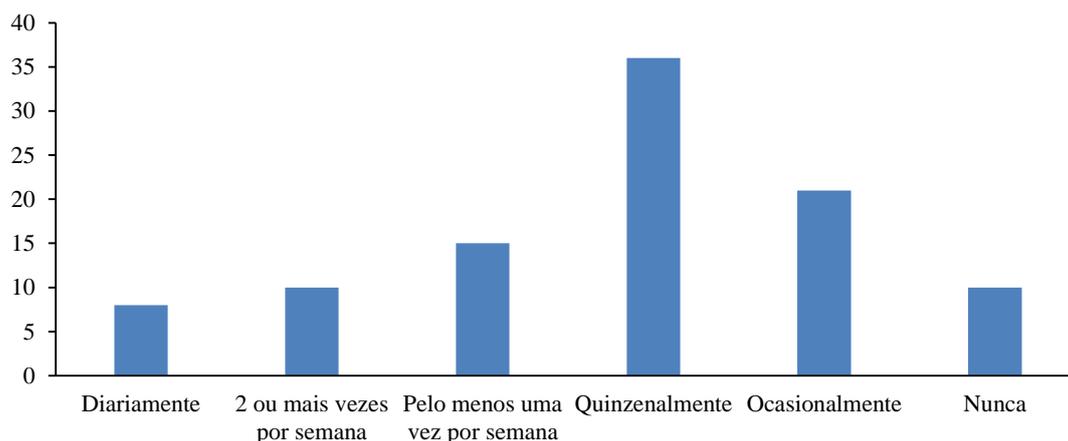


Figura 5 – Frequência de consumo de pescados.

Um total de 36% dos entrevistados afirmou consumir derivados de pescados a cada quinze dias. A preferência por consumir em refeições cotidianas pode ser um indicativo da preocupação do consumidor por uma alimentação com maior valor nutricional e com menores riscos à saúde. Outros 21% disseram consumir este produto ocasionalmente, 15% pelo menos uma vez por semana, 11% duas ou mais vezes por semana, 10% nunca consomem e 8% consomem diariamente, assim como mostra a figura 4. Segundo Temesi et al. (18) a frequência de consumo pode ser influenciada por diversos fatores, como preço, sabor, região geográfica, questões culturais e até mesmo questões socioeconômicas como a renda.

CONCLUSÕES

Constatou-se que os entrevistados demonstram conhecimento acerca do que vem a ser o pescado, e que a maioria consome este tipo de alimento pelo menos quinzenalmente, por ser saudável e também com o intuito de diversificar o seu cardápio.

Os consumidores optam em sua maioria pelo filé de pescado, pescado inteiro, empanado e a sardinha em lata.

REFERÊNCIAS

1. PAIVA, M. J. M; ANJOS, E. S; COSTA, R. F; ZUNIGA, A. D.G. Evaluation of the hygienic-sanitary conditions of the fish marketing in free fairs of Palmas-TO. Revista Desafios, v. 5, n. 4, 2018.

2. SANTOS, P. R; VASCONCELOS, E. L. Q; SOUZA, A. F. L; SILVA, J. L; INHAMUNS, A. J. Qualidade físico-química e microbiológica de pescado congelado consumido na merenda escolar do estado do Amazonas. PUBVET, v.12, pág. 172, 2018.
3. SILVA, A. C. S; FERREIRA, L. R; FRAZÃO, A. S. Avaliação da condição higiênico-sanitária na comercialização de pescado da feira do produtor rural do buritizal, Macapá/Amapá, Life Style, v.4, pág. 71–81, 2017. DOI: <<https://doi.org/10.19141/2237-3756.lifestyle.v4.n1.p71-81>>
4. COSTA, M. G. A; JÚNIOR, R. A. S; SOUZA, A. O. V. Tecnologias de embalagens no pescado: aplicações e tendências. PubVest. v.13, n.5, pág.1-8, maio, 2019. DOIS: <<https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n5a333.1-8> >
5. LOPES, I. G; OLIVEIRA, R. G; RAMOS, F. M. Perfil do consumo de peixes pela população brasileira. Revista Biota Amazônia Open Journal Siytem, v. 6, pág. 62-65, 2016. DOI: <<http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n2p62-65>>
6. JÁCOME, A. A. B; REBOUÇAS, L. O. S; FIGUEREIDO, J. P. V; ALVES, V. C. F; SILVA, J. B. A. Caracterização física de linguça de atum utilizando inulina. In: II Congresso Internacional das Ciências Agrárias COINTER – PDV Agro IICOINTERPDVAGRO, 2017.
7. LEANDRO, S. V. Perfil de consumo e do consumidor de peixe do município de Sinop, Mato Grosso. Revista Agroecossistemas, Belém, v.10, n. 1, p. 73-98, 2018. DOI: <<http://dx.doi.org/10.18542/ragros.v10i1.5190> >
8. MEDEIROS, F. Anuário Brasileiro da Piscicultura PEIXE BR 2019. Associação Brasileira da Piscicultura. pág.148, 2019. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/anuario-peixe-br-da-piscicultura-2019/> Acesso em: 07 de agosto de 2021.
9. GROOT, E. Segmentos de preferências na aquisição da carne bovina. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 59, 2020. DOI: <<https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.213487>>
10. NASCIMENTO, J. D; OLIVEIRA, D. M; ROCHA, T. O. F; ROHOD, R. V; PIAZZON, C. J; ESCOBAR, L. S. Profile of meat consumers of the Pantanal sul-mato-grossense. Revista Acadêmica: Ciência Animal, v. 16, 2018.
11. VANDRÉ, T; SILVA, R; FURTADO, L; SOUSA, A. Consumer profile and relevant factors in the purchase of fish in the iron market. Belem - PA. Sociedade 5.0: educação, ciência, tecnologia e amor. Recife. V COINTER, 2020. DOI: <<https://doi.org/10.31692/2526-7701>>
12. BONNET, C; BOUAMRA, Z; RÉQUILLART, V; & TREICH, N. Regulating meat consumption to improve health, the environment and animal welfare. Food Policy, v.97, p.101847, 2020. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101847>>

13. RIISPOA – Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal, que dispõe o Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Disponível em: <https://www.in.gov.br/materia//asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20134722/do1-2017-03-30-decreto-n-9-013-de-29-de-marco-de-2017-20134698> Acesso em: 27 de julho de 2021.
14. ARGUENTA, F. M; DELIZA, R; MONTEIRO, M. L. G; MARTINS, I. B; DE OLIVEIRA, D. C; CONTE, J. R. Applying free word association to understand the perception of fish as a meal by Brazilians with different consumption frequencies. *Journal of Sensory Studies*, v. 36, n. 2, pág. 126-128, 2021. DOI: <<https://doi.org/10.1111/joss.12628>>
15. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PESCA E AQUICULTURA - MAPA.O potencial brasileiro para aquicultura. Agosto, 2011. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/aquiculturampa/informacoes/potencial-brasileiro.>> Acesso em 26 julho de 2021. Acesso em: 22 de julho de 2021.
16. FAO, Relatório da FAO sobre o Estado Mundial da Pesca e Aquicultura 2020 acompanha o crescimento da produção e consumo de peixes e destaca a promessa de ações de sustentabilidade. Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1279825/>> Acesso em: 30 de julho de 2021.
17. LI, N; WU, X; ZHUANG, W; XIA, L; CHEN, Y; WU, C; ZHOU, Y. Fish consumption and multiple health outcomes: Umbrella review. *Trends in Food Science & Technology*, v. 99, pág. 273-283, 2020. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.033>>
18. TEMESI, Á., BIRCH, D., PLASEK, B., EREN, BA, & LAKNER, Z. Perceived risk of fish consumption in a low fish consumption country. *Foods*, v. 9, n. 9, pág. 1284, 2020. DOI: <<https://doi.org/10.3390/foods9091284>>

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-90>

Capítulo 90

PERFIL DO CONSUMIDOR BRASILEIRO E FATORES QUE INFLUENCIAM NO CONSUMO DE CARNE OVINA E SEUS DERIVADOS: UMA REVISÃO

Beatriz da Silva Monteiro¹; Elizângela Nunes Borges²; Silas Macedo Sales Machado³

¹Estudante do Curso de Licenciatura em Ciências Agrárias – IF Baiano Campus Senhor do Bonfim; E-mail: biatriz.smonteiro@gmail.com, ²Mestranda pelo programa de Pós-graduação em Ciência Animal – PPGCA – UNIVASF; E-mail: elizangelanb@gmail.com,

³Docente do IF Baiano Campus Senhor do Bonfim. E-mail: silas.machado@ifbaiano.edu.br

RESUMO: A cadeia produtiva ovina desempenha importante papel socioeconômico para o Brasil. O conhecimento dos aspectos do consumo de carne e de seus derivados, bem como o delineamento do perfil dos consumidores, torna-se relevante para o desenvolvimento desta atividade. Dessa forma, este trabalho objetivou analisar o perfil dos consumidores brasileiros e os fatores que influenciam o consumo da carne ovina e de seus derivados. Para isso, foram criteriosamente pesquisadas e coletadas, em base de dados, informações na literatura científica dos últimos cinco anos. Pela análise bibliográfica, constatou-se que o perfil do consumidor aponta para o gênero masculino, com faixa etária média entre 20 e 30 anos, com renda mensal e grau de escolaridade variando de acordo com a região do país. Os locais mais comuns de aquisição são os considerados informais, como feiras livres e transações diretas com os produtores, tendo como preferência os cortes cárneos tradicionais. O consumo é considerado baixo, sendo predominante em datas comemorativas. Os fatores limitantes encontrados para o consumo foram as características sensoriais como odor, sabor e maciez, bem como os fatores preço e procedência. Ressalta-se os avanços no incentivo do consumo da carne e seus derivados e a importância de novas pesquisas com foco no consumidor, principalmente, para a identificação dos perfis regionais e dos fatores determinantes do consumo, possibilitando o desenvolvimento de estratégias de fomento da cadeia produtiva ovina.

Palavras-chave: comportamento do consumidor; ovinocultura; produtos cárneos ovinos

INTRODUÇÃO

Introduzida no Brasil no século XVI, a criação de ovinos era, a princípio, destinada à lã (1), passando a ser explorada economicamente somente no século XX, sendo a carne apenas para consumo próprio (2). A partir do período da crise internacional da lã, a partir dos anos 80, a produção passou a ser direcionada a comercialização da carne (3).

Atualmente, segundo dados do IBGE sobre a ovinocultura, a Bahia é o principal estado produtor, com 22,8% do rebanho efetivo, seguido de Rio Grande do Sul com 15,5% e Pernambuco com 13,7%. A ovinocultura no país, sobretudo no nordeste, revela-se como

alternativa viável para os estabelecimentos rurais de pequeno porte, pois além de fornecer alimentação para subsistência, fomenta a atividade econômica local mediante a comercialização e processamento de carne e seus derivados (4, 5).

Entretanto, o consumo de carne ovina no Brasil ainda é considerado baixo quando comparado ao de outras proteínas animais (6). De acordo com a Associação Brasileira de Criadores de Ovinos (ARCO), em 2018, o consumo por pessoa é de apenas 400,0 g/ano, enquanto que o consumo de carne de frango é de 44,0 kg/ano, de carne bovina 35,0 kg/ano e de carne suína 15,0 kg/ano (7). Ademais, segundo o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) – Esalq/USP (8), houve redução de 0,4% no consumo entre os anos de 2019 e 2020, passando de, aproximadamente, 550,0 g, para 548,0 g/pessoa/ano. O CEPEA ainda destaca que a maior parte da carne consumida é fruto de importações, uma vez que a oferta interna ainda é insuficiente e de baixa qualidade, reflexo de uma cadeia produtiva desestruturada e incipiente.

Desse modo, compreender o consumidor e seu comportamento frente às características cárneas de maior pertinência e os fatores determinantes do consumo, torna-se relevante no fortalecimento da ovinocultura brasileira (9). Pesquisas com este enfoque são úteis e possuem grande relevância para a cadeia produtiva da carne ovina (10), em especial para regiões onde predominam os maiores rebanhos e a criação por pequenos produtores, como por exemplo, no Nordeste e Sul do Brasil, oportunizando a percepção de demanda para a produção e comercialização dos produtos.

Dessa forma, o presente trabalho é uma revisão de literatura que objetivou analisar o perfil do consumidor brasileiro e os fatores que influenciam no consumo da carne ovina e de seus derivados, bem como os avanços e estratégias de incentivo ao setor produtivo.

Neste intuito, pesquisou-se a literatura científica dos últimos cinco anos nas bases de dados: Google Acadêmico, *Scientific Electronic Base Library Online* (SciELO) e *Periódicos CAPES*. As palavras-chave para o levantamento foram: “perfil do consumidor de carne ovina”; “comportamento do consumidor”; “fatores que influenciam no consumo de carne ovina” e “consumo de derivados de carne ovina”.

PERFIL DO CONSUMIDOR

Gênero e Idade

De acordo com a literatura consultada, a carne ovina tem consumo significativo por ambos os gêneros (Tabela 1). Entretanto, há uma possibilidade de predominância de consumidores do gênero masculino com faixa etária média entre 20 e 30 anos, sobretudo na região Sul. Provavelmente, segundo Mércio et al. (11), pelo fato de utilizarem esse tipo de carne em assados e churrascos, os quais são tradicionalmente preparados por homens.

Em relação ao perfil de consumidores de derivados cárneos ovinos na Região Sul, Franzosi et al. (12), verificaram que a maioria dos homens jovens, idade entre 18 e 25 anos, já consumiu algum tipo de derivado, demonstrando a menor resistência de consumo por esta parcela da população, quando comparado aos demais extratos.

Tabela 1 – Gênero e faixa etária dos consumidores de carne ovina nas regiões de maior concentração de rebanho ovino do país.

Região	Gênero Majoritário	Idade Majoritária (anos)	Estudo
NE	63,5% Mulheres	16 a 30	13
NE	56,0% Homens	15 a 50	14
NE	70,0% Homens	16 a 30	14
SUL	62,0% Mulheres	21 a 30	15
SUL	63,7% Homens	> 60	16
SUL	58,5% Homens	31 a 40	11

Fonte: Os autores (2021)

Perfil Socioeconômico

Em pesquisa realizada por Pessoa et al. (13), conclui-se que 48,7% dos consumidores de carne ovina, possuem renda variável de até um salário mínimo, 37,5% até dois salários mínimos e 13,7% superior a dois salários mínimos. Destes, 37,5% possuem nível médio completo, 28,7% médio incompleto e 12,5% fundamental completo. Segundo os autores, a renda está associada ao grau de escolaridade dos consumidores. De igual modo, Dias et al. (17) em sua pesquisa constataram que dentre os consumidores, a maior parte é constituída por pessoas com renda de um a três salários mínimos.

De acordo com observação realizada por Araújo et al. (14), o aumento no grau de escolaridade da população pode influenciar no aumento do consumo da carne, o que segundo os autores, está relacionado ao acesso à diversidade de informações que favorecem a desconstrução de crenças e preconceitos do produto.

Constantino et al. (16) relatam que, por possuir preço superior ao das demais carnes, a carne ovina tem maior tendência a ser consumida por pessoas com maior grau de escolaridade e maior renda familiar. Também na região Sul, Mércio et al. (11) apontaram que 51,0% dos consumidores possuem renda elevada. Do mesmo modo, na região Sudeste, Frias et al. (18) observaram que 57,0% dos entrevistados são de classe econômica alta. Evidenciando que a maior renda está relacionada ao maior consumo.

De acordo com os estudos apresentados, a renda mensal e o grau de escolaridade influenciam na frequência de consumo e na compra da carne ovina em função da região. No Nordeste, os consumidores apresentam renda de até dois salários mínimos e, na maior parte, escolaridade de ensino médio. Enquanto que nas regiões Sul e Sudeste, há predominância de consumidores de renda elevada e alta escolaridade.

Local de compra e Frequência de consumo

Acerca do local de compra da carne ovina no município da Paraíba, Pessoa et al. (13), apontam que 45,3% dos consumidores responderam que compram em feiras livres, 30,6% em supermercados e 24,0% diretamente com o produtor. Segundo os autores, a compra em feiras livres e diretamente com o produtor pode estar relacionada a fatores

culturais, regionais e familiares. Do mesmo modo Araújo et al. (14), relataram que a maior parte dos consumidores do sertão alagoano adquire em frigoríficos, feiras livres e diretamente com o produtor.

Semelhantemente, na pesquisa de Cougo et al. (19), 39,9% dos consumidores compram diretamente com o produtor, 32,0% consomem a carne de animais criados e abatidos no próprio estabelecimento e 28,7% em açougues. Para os autores, a falta de qualidade dos produtos nos frigoríficos e o preço elevado explica o fato das aquisições nesses locais.

Em contrapartida, Frias et al. (18) observaram que 58,0% dos consumidores do sudeste compram a carne ovina em supermercados, 25,0% em boutiques, 20,0% em empórios e 3,0% em lojas virtuais. Conforme os autores, esses locais são procurados, geralmente, por pessoas de classe alta por disponibilizarem produtos diversificados com ampla oferta e por atenderem as demandas de exigência impostas por esses consumidores.

Quanto à frequência do consumo, para Pessoa et al. (13), pode estar relacionada à renda familiar dos consumidores, havendo tendência de quem possui menor renda realizar a compra semanalmente e, conseqüentemente, consumir mais.

Conforme observado por Dias et al. (17) e Araújo et al. (14), a carne ovina é consumida massivamente em datas comemorativas ao longo do ano. O que implica em uma baixa frequência média mensal de consumo. De acordo com os autores, este fato pode estar relacionado à preferência por outros tipos de carnes e indisponibilidade do produto no mercado.

Na percepção de Santos e Borges (15), a carne ovina não possui perfil de consumidor definido, porém, a maior frequência de consumo ocorre em datas comemorativas ou ocasiões eventuais, cerca de 46,0% dos consumidores entrevistados. Seguido de 26,0% que consomem semanalmente, 25,0% mensalmente e 3,0% diariamente.

Mediante a literatura consultada, nota-se que há forte participação dos ambientes informais de comercialização da carne ovina, com destaque para as feiras livres e as transações diretas com os produtores na região Nordeste. Contudo, alguns estudos indicam a valorização de supermercados e frigoríficos. Percebe-se ainda, uma convergência para a maior frequência do consumo em datas comemorativas, que por sua vez, ocasiona baixo consumo anual.

FATORES QUE INFLUENCIAM O CONSUMO DA CARNE OVINA E SEUS DERIVADOS

Qualidade da carne e Cultura alimentar

O consumidor do século XXI tem exigido carne ovina padronizada, sem excesso de gordura e com maciez elevada, de melhor qualidade nutricional e sensorial. Desse modo, é imprescindível o conhecimento dos parâmetros de qualidade da carne para produção e processamento adequado, visando obter alta qualidade e proporcionar maior competitividade entre as demais proteínas animais (20, 13).

Para Santos e Borges (15), aspectos como sabor, textura, maciez e odor estão relacionados à qualidade da carne e estão diretamente ligados ao consumo. Portanto, a percepção do consumidor final em relação à qualidade torna-se o fator decisivo para a compra.

Analisando os fatores que influenciam o não consumo da carne ovina, Pessoa et al. (13) observaram que 45,0% não consomem por achar gordurosa, 35,0% por causa do odor e 20,0% por causa do sabor. Semelhantemente Alves et al. (21) e Constantino et al. (16),

apresentaram que a maioria dos entrevistados apontou o cheiro/odor e o sabor fortes como fatores negativos. Para Alves et al. (21) essas características são de animais mais velhos e contribuem para rejeição ao consumo, e para Constantino et al. (16), estão relacionadas aos preconceitos com suas características sensoriais.

As características sabor, maciez, suculência, aparência do produto e odor foram apontadas por Frias et al. (18) como as mais relevantes. Confirmando as suas influências no interesse em comprar e consumir o produto. Além desses fatores, Mércio et al. (11) apresentaram a diversidade de cortes cárneos como importante característica de consumo.

Estudando os motivos que impelem ao não consumo, a falta de hábito foi citada por 44,1% na pesquisa de Constantino et al. (16). Segundo os autores, esse fator pode estar relacionado às características sensoriais da carne, o segundo fator mais citado. Para Alves et al. (21), a falta de hábito foi citado 58,0% dos entrevistados como a razão do não consumo e para 20,3% a falta de disponibilidade do produto foi a principal razão.

Em pesquisa realizada pela ARCO (7) com consumidores brasileiros, foi constatado que boa parte do público não tem o costume de consumir por não conhecer ou pela falta de oferta nos mercados. Corroborando com os dados de Frias et al. (18), em que a maioria relatou que não consome a carne, mas possui interesse em experimentar, inferindo que a ausência de hábito é o motivo principal do não consumo.

Diante dos estudos apresentados, é sugestiva a menção dos consumidores sobre as características sensoriais limitantes do consumo, a saber, odor, sabor e maciez. A falta de hábito também foi um fator predominante, e pode estar associada a preconceitos sobre as características da carne e falta de disponibilidade do produto no mercado.

Preço e procedência

Dentre os fatores que afetam o consumo de carne ovina no Brasil, o preço foi identificado por Pessoa et al. (13) e por Alves et al. (21) como relevante para a decisão de compra do produto. De acordo com dados obtidos por Alves et al. (21), 68,3% dos entrevistados alegaram que talvez comprassem a carne se o preço fosse inferior ao das demais, enquanto que 28,1% comprariam independentemente do preço. Corroborando com Santos e Borges (15), que entendem o preço como um fator que norteia a frequência de consumo.

Outros fatores como a procedência e a qualidade da carne ovina foram pontuados por Pessoa et al. (13) e Cougo et al. (19). Para os autores, o consumidor está cada vez mais preocupado com a procedência e a segurança do alimento, e isto recai diretamente na decisão do local de compra. De acordo com Araújo et al. (14), é importante conhecer a origem da carne ovina, uma vez que proporciona estímulo à confiança do consumidor, favorecendo a contínua intenção de compra do produto no estabelecimento.

Preferência entre os cortes e produtos cárneos ovinos

Em relação aos cortes ovinos, Cougo et al. (19) observaram que 39,0% dos consumidores não fazem acepção entre os diferentes cortes. Já para 34,0% dos entrevistados, há preferência para a costela, 25,5% para a paleta, 22,1% lombo/carré e 21,3% para o pernil. Entretanto, dentre os entrevistados, 29,1% afirmaram sentir falta de cortes diferentes. Os cortes apresentados também foram apontados por Alves et al. (21), onde o pernil foi citado por 63,4%, seguido de costelas 26,3% e paleta 10,1%. A preferência por pernil pode estar relacionada com a maior porção de músculo e gordura presente no corte. De igual modo, Frias et al. (18) observaram que 67,0% dos entrevistados citaram o

carré como corte de maior preferência, seguidos por lombo e pernil com 65,0% cada e costela, 61,0%.

Ao serem questionados por Cougo et al. (19) sobre o conhecimento a respeito dos derivados ovinos, os consumidores mencionaram os seguintes produtos: 65,0% a linguiça, 44,5% o hambúrguer, 15,2% os presuntos crus e/ou cozidos e 9,5% as mortadelas. Esses números evidenciam a preferência sobre os diferentes tipos de produtos cárneos e estão em harmonia com os resultados de Franzosi et al. (12), os quais concluíram que 46,0% dos consumidores relataram já haver consumido linguiça ovina; 21,0% o hambúrguer; 21,0% o salame; 8,0% a salsicha e 4,0% o patê, apontando para o possível categorização da oferta dos produtos ovinos no mercado.

A preferência por cortes comerciais convencionais é predominante, por serem apreciados pela maioria dos consumidores e pela facilidade de encontrá-los no mercado. Os derivados também apresentaram bom potencial para o consumo, e podem se tornar uma alternativa de valorização e maior comercialização da carne ovina.

AVANÇOS PARA O INCENTIVO DO CONSUMO DA CARNE OVINA E SEUS DERIVADOS

Elevar o consumo é um dos gargalos que envolvem a cadeia produtiva da carne ovina, e para promovê-lo é preciso entender que o consumidor atual é muito exigente em relação à qualidade, segurança alimentar, variedade de produtos, preço final e disponibilidade de produtos no mercado (22, 23, 24). As mudanças constantes de hábitos alimentares têm demonstrado o potencial de crescimento da carne ovina e de seus derivados. Diante disso, é preciso buscar métodos que permitam o desenvolvimento de uma produção de qualidade em consonância com as demandas do mercado (25, 26).

A busca por diversificação trouxe a necessidade de criar estratégias para o abastecimento continuado e o incentivo ao consumo. O processamento da carne, por exemplo, é uma forma de incorporar valor ao produto final, principalmente para os cortes menos nobres (27, 12). Produtos como hambúrgueres (28), presuntos (29), patês (30), entre outros vêm sendo desenvolvidos como formas de alimentação alternativa e de incorporar aos produtos características apreciadas pelos consumidores.

A indústria de alimentos tem apresentado um rápido progresso, apoiada em conhecimentos científicos e apostando na inovação de produtos. Este avanço acontece, tanto pela necessidade de oferecer uma resposta às mudanças de preferências dos consumidores, quanto pelos desafios impostos pela globalização do mercado (27).

Durante a pandemia da Covid-19, entre 2020 a 2021, a atuação da cadeia produtiva nacional de carne ovina pode proporcionar maior circulação e oferta do produto. Com as medidas de restrições, as pessoas têm consumido os alimentos em suas residências, e com isso, há maior necessidade de investir em alternativas de comercialização e orientações de preparo e consumo. Para isso, é preciso analisar o cenário, identificar as necessidades, organizar e planejar as mudanças para manter o equilíbrio entre oferta e demanda desses produtos (24).

CONCLUSÕES

Conforme análise da literatura, conclui-se que os consumidores de carne ovina são predominantemente homens, entre 20 a 30 anos, com renda e grau de escolaridade variando de acordo com a região. A aquisição do produto cárneo ainda é expressiva nos locais informais e a frequência de consumo limitada a períodos específicos do ano. Os cortes

tradicionais são os mais consumidos, mas dispõe-se ao lado dos cortes nobres. Linguiças e hambúrgueres ovinos tem destaque na preferência dos consumidores.

Estratégias no setor agroindustrial que combatam os fatores limitantes como preço, qualidade, características sensoriais da carne, e a oferta dos cortes e derivados são necessárias. Paralelamente, a realização de mais pesquisas com foco no perfil do consumidor e estudo dos fatores de influência no consumo tem relevante importância no fortalecimento da cadeia produtiva da ovinocultura, sobretudo para as regiões detentoras dos maiores rebanhos.

REFERÊNCIAS

1. Paiva S, Silvério V, Paiva D, McManus C, Egito A, Mariante A. Origin of the main locally adapted sheep breeds of Brazil: a RFLP-PCR molecular analysis. Arch Zootec [Internet]. 2005 [acesso em 5 jan 2021];54(206-207):395-9. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/495/49520743.pdf>.
2. Viana J, Silveira V. Análise econômica da ovinocultura: estudo de caso na Metade Sul do Rio Grande do Sul, Brasil. Ciên Anim [Internet]. 2009 [acesso em 16 ago 2020];39(4):1187-92. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cr/v39n4/a136cr228.pdf>.
3. Silveira HS. A Coordenação na Cadeia Produtiva da Ovinocultura como instrumento para o Desenvolvimento Regional: O caso da Iniciativa Local do Cordeiro Herval premium [Dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2005.
4. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Pesquisa da Pecuária Municipal – PPM [Internet]. 2019 [acesso em 16 mar 2020]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?=&t=resultados>.
5. Viana JGA, Souza RS. Comportamento dos preços dos produtos derivados da ovinocultura no Rio Grande do Sul no período de 1973 a 2005. Ciên Agrotec [Internet]. 2006 [acesso em 22 nov 2020];31(1):191-199. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542007000100028.
6. Carvalho S, Frasson MF, Simões FS, Bernardes GM, Simões RR, Griebler L, et al. Resíduo úmido de cervejaria na terminação de cordeiros em confinamento e seus efeitos sobre as características da carcaça e dos componentes não carcaça. Arq Bras Med Vet Zootec [Internet]. 2017 Jun [acesso em 12 dez 2020];69(3):742-50. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8573>
7. Associação Brasileira de Criadores de Ovinos – ARCO. Como estimular o consumo de carne ovina? [Internet]. 2018 [acesso em 26 ago 2020]. Disponível em: <http://www.arcoovinos.com.br/images/revistas/Ed.20.pdf>.

8. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA. Ovinos/perspec 2020: preços devem seguir próximos aos verificados em 2019. [Internet]. 2020 [acesso em 27 mar 2021]. Disponível em: <https://cepea.esalq.usp.br/br/releases/ovinos-perspec-2020-precos-devem-seguir-proximos-aos-verificados-em-2019.aspx>.
9. Firetti R, Alberti ALL, Zundt M, Carvalho-Filho AA, Oliveira, EC. Identificação de Demanda e preferências no Consumo de Carne Ovina com Apoio de Técnicas de Estatística Multivariada. *Rev Econ Sociol Rur* [Internet]. 2017 [acesso em 4 abr 2021];55(4):679-692. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032017000400679&lng=en&nrm=iso.
10. Castro Júnior AC. Perfil do consumidor de carne caprina e ovina na região metropolitana do Recife. [Dissertação]. Recife: Universidade Federal Rural do Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia; 2017.
11. Mércio TZ, Pereira GR, Pereira PRRX, Zago D, Barcellos JOJ. Comportamento do consumidor e a percepção de qualidade da carne ovina em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesq Agro Gaúcha* [Internet]. 2020 [acesso em 20 dez 2020];26(1):101-13. Disponível em: <https://doi.org/10.36812/pag.2020261101-113>.
12. Franzosi, P, Gonçalves FF, Pereira KMS, Florentino BA, Soares AA, Silva DG, et al. Perfil do consumidor de derivados de carne ovina da região Sudoeste do Paraná. In: 29º Congresso Brasileiro de Zootecnia [Internet]; 13-16 ago 2019; Uberaba-MG. [Uberaba]: Galoá; 2019 [acesso em 24 jun 2020]. p. 1-4. Disponível em: <https://proceedings.science/zootec-2019/papers/perfil-do-consumidor-de-derivados-de-carne-ovina-da-regiao-sudoeste-do-parana?lang=pt-br>.
13. Pessoa RMS, Gois GC, Silva SAF, Ferreira JMS, Matias AGS, Campos FS, et al. A percepção do consumidor de carne ovina e caprina no município de Olho d'Água – PB. *Pubvet* [Internet]. 2018 [acesso em 4 mar 2021];12(5):1-6. Disponível em: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n5a96.1-6>.
14. Araújo CA, Lima DO, Oliveira BM, Pereira PH, Silva JC. Avaliação do consumo de carne ovina na região do Médio Sertão Alagoano. *Diversitas J* [Internet]. 7 jul 2020 [acesso em 12 dez 2020];5(3):2140-52. Disponível em: <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v5i3-1036>.
15. Santos LL, Borges GR. Fatores que influenciam no consumo de carne ovina. *Consum Beha Rev* [Internet]. 2019 [acesso em 16 jan 2021];3(1):42-56. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/cbr/article/view/239932>.
16. Constantino C, Koritiaki NA, Fernandes Junior F, Ribeiro ELA, Mangilli LG, Grandis FA. et al. Comportamento de consumidores de carne de cordeiro na região norte do Paraná. *Pubvet* [Internet]. 2018 [acesso em 3 fev 2021];12(1):1-7. Disponível em: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n1a19.1-5>.

17. Dias ABS, Ribeiro ALS, Pacheco A. Perfil do consumidor de carne ovina e caprina em Santarém, Pará. In: 29º Congresso Brasileiro de Zootecnia. [Internet]; 13-16 ago 2019; Uberaba-MG. [Uberaba]: Galoá; 2019 [acesso em 2020 ago 10]. p. 1-5. Disponível em: <https://proceedings.science/p/105181>.
18. Frias JL, Ferreira TB, Polaquini LE, Cucki TO. Características e preferências de consumo de carne ovina. Pubvet [Internet]. 2018 [acesso em 19 dez 2020];12(8):1-5. Disponível em: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v12n8a148.1-5>.
19. Cougo ACTS, Vaz FN, Maysonave GS, Bonadiman M, Fernandes CA, Pascoal LL. Perfil do consumidor de carne ovina na comunidade acadêmica do Brasil. Rev Acad Ciên Anim [Internet]. 2019 [acesso em 29 set 2020];17:e17015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7213/1981-4178.2019.17015>.
20. Bezerra JIG, Ribeiro PHC, Lima VHC, Rodrigues JCN, Silva ATA, Lopes HAP, et al. Parâmetros físico-químicos da carne de ovinos alimentados com manipueira. In: 55ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 28º Congresso Brasileiro de Zootecnia [Internet]; 27-30 ago 2018; Goiânia-GO. [Goiânia]: Sociedade Brasileira de Zootecnia; 2018 [acesso em 10 out 2020]. p. 1-5. Disponível em: <http://www.adaltech.com.br/anais/zootecnia2018/resumos/trab-0846.pdf>.
21. Alves LGC, Cunha CM, Fernandes ARM, Vargas Junior FM, Hirata ASO, Paes RS, et al. Perfil do consumidor de carne ovina na cidade de Dourados – MS. Rev Agra [Internet]. 2017 [acesso em 29 set 2020];10(37):288-293. Disponível em: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v10i37.6671>.
22. Nogueira Filho A, Kasprzykowski JWA. O agronegócio da caprino-ovinocultura no Nordeste Brasileiro [Internet]. 2006 [acesso em 2 jun 2021]. Localizado em: Fortaleza; Série Documentos do ETENE, n. 09. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/183/1/2006_SDET_09.pdf.
23. Viana JGA. Panorama geral da ovinocultura no mundo e no Brasil. Rev Ovinos [Internet]. 2008. [acesso em 16 ago 2020];4(12):1-9. Disponível em: <https://docs.ufpr.br/~freitasjaf/artigosovinos/panoramaovinos.pdf>.
24. Lucena CC, Holanda Filho ZF, Bomfim MAD. Atuais e potenciais impactos do coronavírus (Covid-19) na caprinocultura e ovinocultura [Internet]. Sobral - CE: Embrapa; 2020 [acesso em 27 mar 2021]. 6 p. Boletim Nº 10. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212245/1/BoletimCIM-n10.pdf>.
25. Selaive-Villarroel AB, Osório JCS. Produção de Ovinos no Brasil – 1.ed. – São Paulo: Roca, 656p., 2014.

26. Barszcz BG, Simões DRS. Avaliação sensorial de hambúrguer bovino com adição de bagaço de cevada. In: XXVII Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior – EAIC [Internet]; 23-24 out 2018; Ponta Grossa -. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa - EPG; 2018 [acesso em 20 set 2020]. p. 2-4. Disponível em: https://siseve.apps.uepg.br/storage/eaic2018/10_Bruno_Galvão_Barszcz-153783731378057.pdf.
27. Almeida SK. Avaliação da qualidade físico-química e sensorial de patês de ovino e de caprino com castanha portuguesa [Dissertação]. Dois Vizinhos: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2019.
28. Santos Júnior, LCO, Rizzatti, R, Brungera, A, Schiavini, TJ, Campos, EFM, Scalco Neto, JF, et al. Desenvolvimento de hambúrguer de carne de ovinos de descarte enriquecido com farinha de aveia. Ciên anim bras [Internet]. 2009 [acesso em 4 jun 2021];10(4):1128-34. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/3794>.
29. Silva, WNL, Almeida, JC, Vieira, RP, Gherardi, SRM. Aceitabilidade de um produto cárneo tipo apresuntado elaborado com carne de ovino da raça Santa Inês. Rev Cien Agropampa [Internet]. 2020 [acesso em 27 set 2020];1(1):63-72. Disponível em: <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/Agropampa/article/view/103286>.
30. Rodrigues, DG, Vieira, HR, Costa, RJ, Nalério, ES, Gonçalves, AV, Couto, MB. Elaboração de patê de fígado ovino como potencial agregador de valor a subprodutos do abate ovino. In: IX Simpósio de alimentos [Internet]; 15-16 out 2015; Passo Fundo - RG. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo - UPF; 2015 [acesso em 10 mar 2021]. p. 1-6. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/131469/1/Sial-2015-Pate.pdf>.

doi <https://doi.org/10.53934/9786599539633-91>

Capítulo 91

PROCESSAMENTO DE QUEIJO PRÉ-COZIDO MATURADO

Everton Oliveira Cassemiro Aragão¹; Carolina Natalie Fontes Arôxa²; Acenini Lima Balieiro³; Tatiana Pacheco Nunes⁴; Lília Calheiros de Oliveira Barretto⁵

¹Bacharel em Agroindústria – NEAGROS – UFS; E-mail: everton.aragao1@gmail.com,

²Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – CCET – UFS; E-mail: carolzinha_aroixa@hotmail.com, ³Docente do Núcleo de Graduação em Agroindústria – NEAGROS – UFS; E-mail: aceninibalieiro@academico.ufs.br, ⁴Docente do Departamento de Tecnologia de Alimentos – DTA – UFS; E-mail: tpnunes@uol.com.br,

⁵Docente do Núcleo de Graduação em Agroindústria – NEAGROS – UFS; E-mail: liliacalheiros@academico.ufs.br.

RESUMO: O queijo pré-cozido é uma inovação tecnológica do queijo de coalho tradicional, comumente encontrado na região do Alto Sertão Sergipano. A maturação de queijos consiste na transformação das suas características, oferecendo novos atributos sensoriais bastante distintos. Este estudo objetivou parametrizar as condições de produção de um queijo pré-cozido maturado, a partir de condições de processamento pré-estabelecidas. Além do desenvolvimento do queijo, foi determinado o rendimento de fabricação e realizadas as caracterizações físico-químicas e microbiológicas do queijo. A caracterização físico-química envolveu a avaliação dos teores de umidade, pH e lipídios nos tempos 0, 10, 20, 30 e 40 dias de maturação; e a caracterização microbiológica avaliou, nos tempos 0, 20 e 40 dias, a quantificação de coliformes totais, coliformes a 45 °C e estafilococos coagulase positiva. O queijo, após 40 dias de maturação, apresentou teor de umidade de 21,3%, permitindo classificá-lo como queijo de baixa umidade, de acordo com a legislação vigente. Os resultados da caracterização físico-química, obtidos ao final do processo de maturação, foram de 6,16 para o pH e 32,0% para o teor de lipídios. As análises microbiológicas constataram que o queijo apresentou uma contaminação mínima (< 10 UFC/g) durante todo o processamento. O desenvolvimento do queijo pré-cozido maturado demonstrou ser eficiente, podendo vir a fortalecer a cadeia produtiva leiteira de Sergipe e comprovar o grande potencial de inovação da agroindústria brasileira como um todo.

Palavras-chave: maturação; queijo pré-cozido, Sergipe

INTRODUÇÃO

O leite é considerado um alimento nobre devido à sua composição rica em proteínas, carboidratos, gorduras, vitaminas e sais minerais, apresentando-se entre os seis primeiros produtos mais importantes da pecuária brasileira. Seu beneficiamento exerce um papel essencial no suprimento de alimentos (1).

O queijo, como derivado tradicional do leite, devido às suas propriedades sensoriais e nutritivas, possui grande aceitação tanto no mercado nacional, quanto no mercado global,

apresentando-se para consumo sob diversas variedades quanto ao tipo, sabor, cor, forma e aroma, a fim de satisfazer aos vários paladares dos seus consumidores (2).

Segundo dados do último Censo Agropecuário, em 2017, o Brasil produziu 33.490.810 litros de leite e o estado de Sergipe produziu 337.602 litros de leite (3). A produção mundial de queijos atingiu 26 milhões de toneladas em 2019, um aumento de 2,6% em relação ao ano anterior, e o mercado global de queijos aumentou 2,3% e movimentou cerca de 114 bilhões de dólares, com previsão de crescimento contínuo devido ao aumento da demanda por queijos ao redor do mundo (4).

Ainda em 2019, foi sancionada em Sergipe a Lei N° 8.523, que regulamenta a produção e a comercialização dos queijos artesanais, com o objetivo de fortalecer e expandir a cadeia produtiva leiteira (5). Dentre os principais produtos que se enquadraram a este novo regulamento, contribuindo com o desenvolvimento da agroindústria local, está o queijo de coalho e o queijo pré-cozido.

O queijo pré-cozido é uma inovação tecnológica do queijo de coalho tradicional, desenvolvido na região do Alto Sertão Sergipano, com destaque para o município de Nossa Senhora da Glória. Durante o processamento, o queijo recebe um choque térmico que irá auxiliar na expulsão máxima de soro (umidade) possível. É um produto muito consumido na forma assada e frita, pelo fato de não se desmanchar como outros tipos de queijos quando são submetidos a temperaturas elevadas (6).

Apesar de muitos queijos serem consumidos frescos, existem outros que são curados durante um período compreendido entre três semanas a dois anos. Este processo é chamado de maturação e normalmente sua duração é inversamente proporcional ao teor de umidade do queijo. As principais alterações bioquímicas envolvem a proteólise, a glicólise e a lipólise, no entanto, podem ocorrer outras reações como o catabolismo de compostos produzidos nas reações principais, que incluem a desaminação, a descarboxilação e a desfosforilação de aminoácidos ou ainda, reações de esterificação (7).

A maturação de queijos consiste na transformação das características do queijo trazendo assim novos atributos sensoriais, como textura e *flavor*, bastantes peculiares. O processo engloba o descanso do queijo a uma determinada temperatura e umidade controladas por um determinado tempo (8). Estudos recentes reportam novas tecnologias de maturação de queijos, trazendo assim novos horizontes para o mercado de laticínios.

Tendo em vista o potencial inovador do queijo pré-cozido e, considerando a importância da inovação agroindustrial, este trabalho propõe desenvolver um queijo pré-cozido maturado a partir de condições parametrizadas de processo, trazendo assim um novo produto a ser produzido e comercializado no sertão sergipano.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em parceria entre a Universidade Federal de Sergipe (Campus Sertão e Campus São Cristóvão), e a instituição Santa Bárbara Indústria e Comércio de Bens do Laticínio (Nossa Senhora da Glória – SE).

Processamento do queijo pré-cozido maturado

O queijo pré-cozido foi elaborado conforme tecnologia reportada por Nassu et al. (9), e seguindo as normativas de Boas Práticas de Fabricação, de forma a garantir a segurança do produto final. Ao leite pasteurizado foram adicionados os insumos necessários para o processamento, especificamente, solução de cloreto de cálcio (40% m/v) e coalho (CHY – MAX[®] EXTRA), como apresentado na Tabela 1.

Tabela 13 – Matéria-prima e insumos utilizados no processamento do queijo pré-cozido maturado.

Matéria-prima/Insumos	Quantidade
Leite pasteurizado	6.000 L
Cloreto de cálcio (40%; m/v)	2.400 mL
Coalho	300 mL

Fonte: Autoria própria.

Após a adição dos ingredientes, o leite permaneceu em repouso, entre 40 a 60 minutos, para a formação da coalhada. Após o tempo de coagulação foi realizado o corte da coalhada feita automaticamente em equipamento específico (QUEIJOMATIC). Em seguida, foi realizada a mexedura da massa para evitar que os cubos maiores precipitassem ou fundissem entre si, o que dificultaria a retirada do soro.

A massa passou pela primeira dessoragem junto ao cozimento da mesma, à temperatura de 45 °C a 55 °C. Após o cozimento da massa, foi adicionado o sal (0,33%; m/v) à massa, com agitação constante para desagregar os grãos. A massa foi enformada em fôrmas retangulares com capacidade de 0,5 a 1,5 kg, seguido de prensagem por 1 hora. Os queijos foram então armazenados por um período de 24 horas em refrigerador à temperatura de 14 °C. O diagrama do processamento do queijo pré-cozido maturado está apresentado na Figura 1.

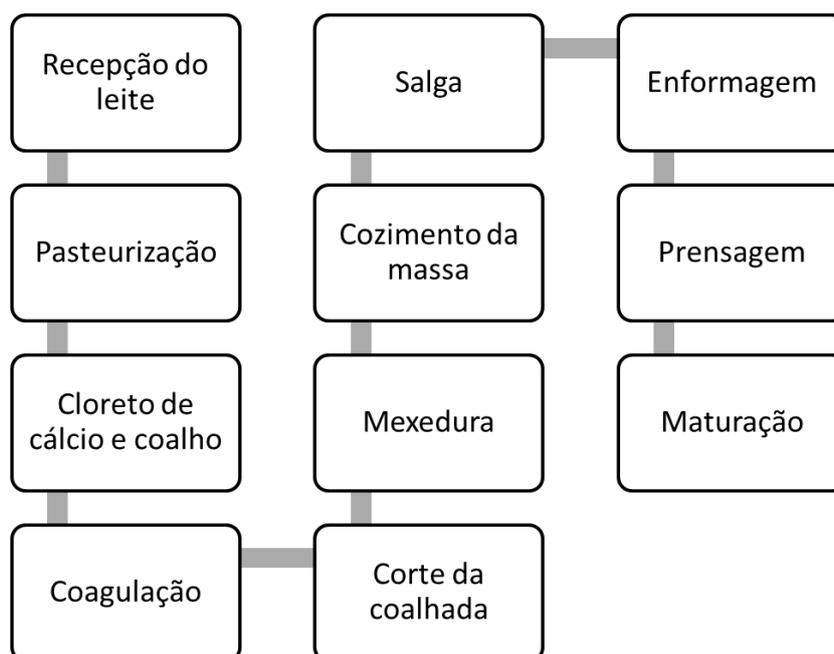


Figura 11 – Fluxograma do processamento do queijo pré-cozido maturado.

Fonte: Adaptado de Nassu et al (9).

Após as primeiras 24 horas, os queijos foram acondicionados em uma câmara de resfriamento por um período de 40 dias à temperatura de 5 °C com umidade relativa próxima a 80%. Durante a maturação, os queijos foram virados diariamente para que ambas as superfícies secassem uniformemente ao longo da maturação.

Determinação do rendimento de fabricação do queijo pré-cozido maturado

Na produção de alimentos, a determinação do rendimento é um parâmetro relevante em termos econômicos para a agroindústria, pois visa padronizar as condições operacionais de processo. O rendimento resultante da elaboração do queijo pré-cozido maturado foi mensurado pela relação entre a quantidade de litros de leite necessários para a elaboração de um quilograma de queijo maturado.

Caracterização físico-química

O queijo pré-cozido maturado foi avaliado nos intervalos de 0, 10, 20, 30 e 40 dias quanto aos parâmetros físico-químicos, especificamente lipídios, umidade e potencial hidrogeniônico (pH). Os teores de lipídios foram avaliados pelo método de Gerber; o pH foi mensurado utilizando o pHmetro (PG 1800, GEHAKA), e a umidade foi avaliada em analisador de umidade (IV 3000 LÁCTEO, GEHAKA). O princípio de cada método analítico está descrito na Tabela 2.

Tabela 2 – Princípios e metodologias oficiais das análises físico-químicas aplicadas.

Análise	Princípio	Método
Lipídios	Baseia-se no ataque da matéria orgânica por meio de ácido sulfúrico, com exceção dos lipídios que serão separados em centrífuga, auxiliada pelo álcool amílico, que modifica a tensão superficial.	AOAC (10)
Umidade	A umidade é determinada pela perda de massa em condições nas quais, água e substâncias voláteis são removidas. O resíduo após a evaporação representa os sólidos totais da amostra.	AOAC (10)
pH	É a quantidade de ácido de uma amostra que reage com uma base de concentração conhecida.	AOAC (10)

Fonte: Autoria própria.

Caracterização microbiológica

As análises microbiológicas foram realizadas nos dias 0, 20 e após o término da maturação (40 dias), utilizando o método alternativo Compact Dry® para coliformes totais, coliformes a 45 °C e estafilococos coagulase positiva, de forma a caracterizar e verificar a qualidade higiênico-sanitária do processamento do queijo.

Foram pesadas 25 g da amostra em saco estéril e homogeneizadas com 225 mL de água peptonada 0,1%, tida como a diluição 10^{-1} , e realizadas as diluições decimais seriadas (10^{-2} e 10^{-3}) a partir dela. Em seguida, foram retiradas alíquotas de 1 mL de cada diluição e depositadas nas placas de Compact Dry® (11).

As placas inoculadas para coliformes totais e coliformes a 45 °C foram incubadas em estufa a uma temperatura de 43 °C (± 2 °C) por 24 horas. Já as placas inoculadas para estafilococos coagulase positiva foram incubadas a 35,5 °C, conforme instrução do fabricante. As colônias foram enumeradas e multiplicadas pelo inverso da diluição, e os resultados expressos em UFC/g de amostra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinação do rendimento de fabricação do queijo pré-cozido maturado

Foi obtido um rendimento médio de 15,8 litros de leite para cada 1 kg de produto final, ou seja, um valor de 6,33% para o rendimento da elaboração do queijo pré-cozido maturado.

Em estudo sobre o queijo maturado Camembert, Suzuki, Garcia e Mora (12) descreveram um rendimento médio de aproximadamente 7,2 a 8,2 litros de leite para cada 1 kg de produto final, valores estes inferiores ao obtido no presente trabalho. A Figura 2 ilustra o aspecto do produto final.



Figura 2 – Queijo pré-cozido após 40 dias de maturação.
Fonte: Autoria própria.

Caracterização físico-química

A Figura 3 apresenta o comportamento dos valores da umidade do queijo pré-cozido durante o processo de maturação.

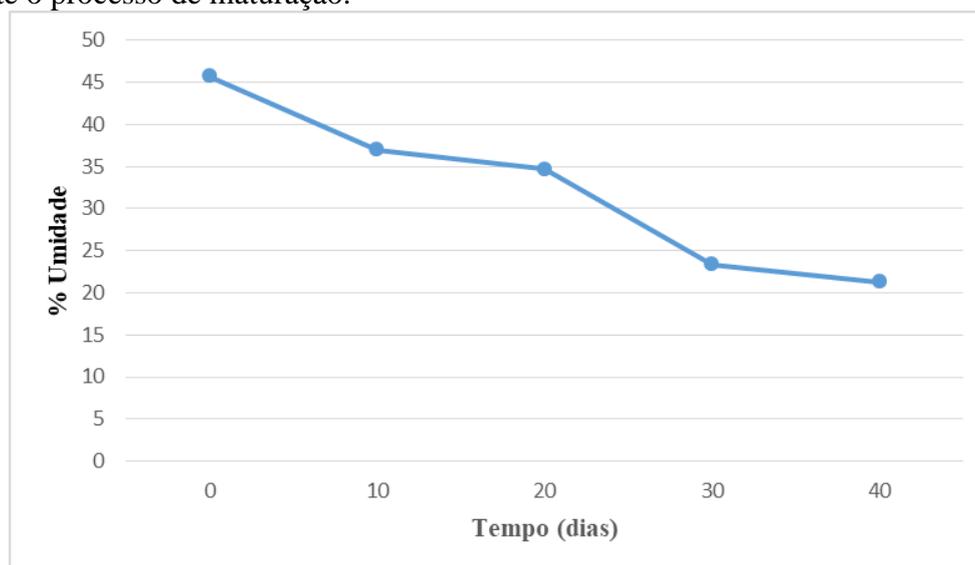


Figura 3 – Representação gráfica da umidade do queijo pré-cozido durante os 40 dias do processo de maturação a 5 °C.

Fonte: Autoria própria.

Avaliando o gráfico da maturação do queijo pré-cozido, constata-se um decréscimo total de 24% da umidade durante os quarenta dias de processamento. Ainda, o gráfico apresentou um perfil próximo ao linear nos últimos 10 dias de processo, o que indicou estabilidade da transferência de massa (perda de água do produto).

Resultados similares foram reportados por Nascimento et al. (13), que trabalharam com a caracterização físico-química de queijos de coalho maturados com leites caprino e bovino, e obtiveram perda de umidade global de 27% durante 50 dias de processamento.

Baseado na Portaria Nº 146, de 07 de março de 1996, legislação vigente do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA que aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos, que classifica os queijos a partir do seu teor de umidade (14), o queijo pré-cozido do presente estudo pode ser classificado como queijo de baixa umidade (umidade máxima de 35,9%).

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados das análises físico-químicas de pH e lipídios do queijo pré-cozido durante os 40 dias do processo de maturação.

Tabela 3 – Caracterização físico-química do queijo pré-cozido nos tempos 0, 10, 20, 30 e 40 dias de maturação a 5 °C.

Parâmetro	Tempo de maturação (dias)				
	0	10	20	30	40
pH	6,61 ^a ± 0,09	6,15 ^b ± 0,01	6,17 ^b ± 0,02	6,17 ^b ± 0,02	6,16 ^b ± 0,01
Lipídios (%)	26,5 ^a ± 0,20	27,0 ^a ± 0,18	27,0 ^a ± 0,15	27,0 ^a ± 0,18	32,0 ^b ± 0,21

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Fonte: Autoria própria.

Analisando os resultados obtidos para o pH do queijo pré-cozido maturado do presente estudo, pôde-se observar um declínio entre os dias 0 e 10 (6,61 e 6,15, respectivamente). Após o décimo dia observou-se uma estabilidade do pH durante o processo de maturação.

Houve um crescimento do teor de lipídios do queijo durante a maturação nos últimos 10 dias de processamento. Esse aumento na concentração de lipídios pode ser justificado pela perda de umidade do produto. Nascimento et al. (13) elaboraram um queijo coalho maturado com leite de cabra com 50 dias de maturação e obtiveram também um declínio contínuo nos níveis de lipídios dos queijos durante esse período.

Katiki, Bonassi e Roça (15) avaliaram os aspectos físico-químicos de um queijo obtido de massa mole com coagulação mista, maturado pelo mofo *Penicillium candidum* utilizando-se leite congelado pelos processos lento (freezer comum) e rápido (nitrogênio líquido), e reportaram um resultado de pH médio de 5,25. Comparando estes dados com os resultados do presente estudo, pôde-se observar que existe uma pequena diferença, justificada pela qualidade do leite que foi utilizado no processo.

Caracterização microbiológica

Os resultados obtidos para a caracterização microbiológica do queijo pré-cozido durante o processo de maturação estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 – Caracterização microbiológica do queijo pré-cozido nos tempos 0, 20 e 40 dias de maturação a 5 °C.

Tempo de maturação (dias)	Análises microbiológicas		
	Coliformes totais	Coliformes termotolerantes (a 45 °C)	Estafilococos coagulase positiva
0	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
20	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
40	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g	1x10 ³ UFC/g

UFC – Unidade formadora de colônia. Fonte: Autoria própria.

Avaliando os resultados da caracterização microbiológica do queijo pré-cozido maturado do presente estudo, pôde-se observar que para as análises de coliformes totais (< 10 UFC/g) e termotolerantes (< 10 UFC/g) o queijo permaneceu seguro microbiologicamente ao longo de todo o processo de produção e maturação.

Costa (16) obteve contagens entre < 1,0x10¹ e > 1,18x10⁴ UFC/g para queijos artesanais comercializados em mercados de Luz, em Minas Gerais, pode-se perceber que a contagem foi superior à encontrada neste estudo.

Ao caracterizar o queijo pré-cozido maturado no quadragésimo dia de maturação, foi quantificada a presença de somente uma unidade formadora de colônia de estafilococos coagulase positiva (1x10³ UFC/g). Por ser um alimento produzido de modo artesanal, é de extrema importância que haja a prevenção e os devidos cuidados quanto à contaminação microbiológica deste produto, de forma a manter tanto a qualidade, quanto propiciar segurança para o consumidor (16).

A maturação, além de prover características particulares como textura, odor, cor e sabor, quando realizada adequadamente, pode ser considerada como um tratamento microbiologicamente seguro para o produto final, uma vez que, em condições adequadas de processo, é possível assegurar a segurança microbiológica do alimento.

CONCLUSÕES

Com o desenvolvimento do queijo pré-cozido maturado a partir de condições parametrizadas de processo e seguindo as normas de Boas Práticas de Fabricação, pôde-se observar que os processos de fabricação e maturação foram eficientes em termos de caracterização físico-química e microbiológica. Considerando a importância da indústria de laticínios no âmbito da inovação tanto em Sergipe, quanto no Brasil como um todo, este estudo demonstrou a possibilidade de obtenção de um queijo pré-cozido maturado como um produto inovador de alto valor agregado e que possui um grande potencial de integrar e, por consequência, fortalecer a cadeia produtiva de queijos e a agroindústria sergipana.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Sergipe - UFS e à instituição Santa Bárbara Indústria e Comércio de Bens do Laticínio de Nossa Senhora da Glória – SE, pelo apoio acadêmico relativo a esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Müller EE. Qualidade do leite, células somáticas e prevenção da mastite. Anais do II Sul – Leite: Simpósio sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil. 2002;206–217.
2. Nogueira JG. A embalagem como fator de agregação de valor ao produto: um estudo do segmento de queijos em Juiz de Fora [dissertação]. Niterói: Universidade Federal Fluminense; 2006.
3. IBGE. Censo Agropecuário [Internet]. 2017 [acesso em 11 de Ago 2021]. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/pesquisa/18/16532?ano=2017>.
4. Global Trade. Global cheese market hit record highs but is to lose momentum against the pandemic [Internet]. 2020 [acesso em 11 de Ago 2021]. Disponível em <https://www.globaltrademag.com/global-cheese-market-hit-record-highs-but-is-to-lose-momentum-against-the-pandemic/>.
5. Sergipe. Lei nº 8.523, de 29 de abril de 2019. Dispõe normas sobre a produção e a comercialização dos queijos artesanais (tradicional e inovação) no Estado de Sergipe, e dá providências correlatas. Diário Oficial do Estado. 29 abr 2019.
6. Sá CO, Sá JL, Mota DL, Nascimento IR. Sistematização dos gargalos sócio-culturais, ambientais, econômicos e político-institucionais da cadeia produtiva do leite no território do alto sertão sergipano. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros; 2012. (Documentos 171).
7. Fox PF, McSweeney PLH, Cogan TM, Guinee TP. Fundamentals of cheese science. 1 ed. Springer US; 2000.
8. Barros JJC, Azevedo AC, Faleiros Júnior LR, Taboga SR, Penna ALB. Queijo parmesão: caracterização físico-química, microbiológica e microestrutura. Ciência e Tecnologia dos Alimentos. 2011;31(2):285–294.
9. Nassu RT, Macedo BA, Lima MHP. Queijo de coalho. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; 2006. (Coleção Agroindústria Familiar).
10. AOAC. Official methods of analysis of AOAC International. Washington: Association of Official Analytical Chemists; 1995.
11. Vilaça LC, Mendonça EP, Coelho LR, Melo RT, Nalevaiko PC, Monteiro GP et al. Comparação de diferentes métodos para quantificação de bactérias heterotróficas mesófilas em cortes de frango. PUBVET. 2010;4(36).

12. Suzuki A, Garcia B, Mora T. Projeto: Indústria de queijo Camembert [Internet]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2011 [acesso em 11 de Ago 2021]. Disponível em https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/881623/mod_resource/content/1/Industria_d_e_queijo_Camembert.pdf.
13. Nascimento BMS, Amaral DS, Pereira CJD, Gomes DMGS, Batista ASM, Gomes AMP, et al. Caracterização físico-química de queijos coalhos maturados: com leites caprino, bovino e misto [Internet]. In: XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos – Alimentação: a árvore que sustenta a vida; 2016 [acesso em 11 de Ago 2021]. Disponível em <https://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/22987/1/Caracterização%20físico-química%20de%20queijos%20coalhos%20maturados%20com%20leites%20capri%20no%20C%20bovino%20e%20misto.pdf>.
14. Ministério da Agricultura, da Pecuária e do Abastecimento (BR). Portaria N° 146, de 7 de março de 1996. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos. Diário Oficial da União. 7 mar 1996; Anexo I.
15. Katiki LM, Bonassi IA, Roça RO. Aspectos físico-químicos e microbianos do queijo maturado por mofo obtido da coagulação mista com leite de cabra congelado e coalhada congelada. *Ciência e Tecnologia em Alimentos*. 2006;26(4):740–743.
16. Costa BSC. Avaliação da qualidade microbiológica de queijos artesanais comercializados em mercados de Luz – MG [dissertação]. Luz: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras do Alto São Francisco; 2017.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-92>

Capítulo 92

QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL DE SORVETE SABOR CAJÁ COM SUBSTITUIÇÃO DO AÇÚCAR POR MEL

Lídia Paloma da Silva Nogueira¹, Bruno Ranieri Lins de Albuquerque Meireles², Dayanne Kelly Pereira Abreu³, Rosenildo dos Santos Silva¹, Moisés Sesion de Medeiros Neto¹, Morgana Aragão Araújo⁴, Nágela Maria Henrique Mascarenhas⁴

¹Estudante do Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola- CTRN – UFCG; E-mail: lidiapaloma28@gmail.com, rosenildo.sb@gmail.com, moisesion@live.com,

²Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de Alimentos – CCTA – UFCG, E-mail: bruno_meireles7@hotmail.com, ³Estudante do Curso de Mestrado em Sistemas Agroindustriais- CCTA – UFCG; E-mail: dayanne_dulce6@hotmail.com, ⁴Estudante do Curso de doutorado em Engenharia Agrícola- CTRN – UFCG; E-mail: morganaaragao@hotmail.com, eng.nagelamaria@gmail.com.

RESUMO: Consumidos mundialmente os sorvetes são produtos alimentícios obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas, com ou sem adição de outros ingredientes e substâncias, ou de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes. O mel é um alimento biológico de grande valor nutricional e o cajá é um fruto extremamente aromático e rico em carotenoides. Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo elaborar e caracterizar uma receita de sorvete artesanal com polpa de cajá, substituindo o açúcar utilizado na formulação padrão por mel. O experimento foi executado nos laboratórios do Centro Vocacional Tecnológico, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB. Foram elaboradas 3 formulações A1, A2 e A3, contendo substituição total ou parcial do açúcar por mel, variando entre 0, 50 e 100%, respectivamente. Os resultados foram avaliados pela ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey, considerando um nível de significância de 5% por meio do programa estatístico ASSISTAT versão 7.7. Verificou-se de acordo com os resultados microbiológicos que as amostras estavam aptas ao consumo humano. Para a análise sensorial na aceitação global, a formulação controle e a com substituição parcial do mel foram as que apresentaram melhores resultados, porém as três formulações não diferenciaram entre si. Nos valores de sólidos solúveis a amostra A1 apresentou valor superior se comparado com as demais formulações, muito provável devido a utilização somente do açúcar na sua elaboração. Nota-se que a substituição total do açúcar pelo mel de abelha neste tipo de produto torna-se uma alternativa viável de comercialização, trazendo um produto com um maior potencial nutritivo.

Palavras-chave: Alimentos alternativos; gelados comestíveis; mel

INTRODUÇÃO

O sorvete é um produto de grande consumo, sendo ele classificado como uma sobremesa láctea congelada. Essa classificação varia de acordo com sua formulação, composição e os diferentes métodos ao qual ele é processado (1). É um alimento que agrada aos mais variados paladares, de todas as idades. Eles são refrescantes e combinam com o clima tropical do Brasil, onde existe uma variada combinação de ingredientes que podem ser usados para enriquecer e diversificar ainda mais seus sabores, ingredientes estes que vão das frutas mais exóticas às sementes dos mais diversos tipos (2).

Nos últimos anos a indústria sorveteira nacional tem investido em pesquisas e marketing para desmistificar o valor nutritivo dos sorvetes, lançando movimentos como Sorvete Alimenta (3) e Sorvete Pode (4), trazendo como objetivo romper a barreira da falta de informação da população quanto ao real valor nutritivo dos produtos. Parte dessa preocupação é resultado de uma maior procura dos consumidores por alimentos mais nutritivos (por exemplo, produtos com baixo teor de gordura ou com fibras adicionadas). As empresas de alimentos, atraídas pelo constante crescimento do mercado, têm vindo a investir no desenvolvimento de novos produtos modificados que sejam funcionais e nutricionais (5).

Entre os ingredientes característicos do sorvete encontra-se o açúcar que desempenham funções importantes como a de conferir sabor doce, contribuir com a textura e regular o ponto de congelamento do sorvete. A sacarose foi por diversos anos o edulcorante mais utilizado na produção de sorvetes, porém existe uma tendência atual de se obter uma doçura adequada a partir da mistura ou substituição da sacarose com outros agentes adoçantes (6, 7), como a exemplo do mel de abelha, que pode ser adicionado como substituinte total ou parcial em diversas receitas.

O mel é um alimento biológico de grande valor nutricional. Sua composição contém açúcares, água, sais minerais, vitaminas e outros nutrientes, possuindo propriedades antioxidantes além de ser empregado como alimento terapêutico, consumido puro ou em associação a extratos de vegetais com ações anti-inflamatórias (8). O mel possui sabor típico e adocicado, composto principalmente de carboidratos, que possuem principal função servir como fonte de energia nutricional. No mel, os carboidratos encontrados são em grande parte representados pela frutose e glicose (9). Devido ao seu sabor único, o mel é muito utilizado em conjunto com outros alimentos, incluindo frutas de diferentes variedades, como a exemplo do cajá, fruta exótica encontrada nas regiões Norte e Nordeste do Brasil (10).

O cajá é um fruto consumido in natura ou na forma de produtos processados. O fruto é extremamente aromático e rico em carotenoides, que dão à sua polpa, além de uma intensa coloração amarela, um apelo funcional bastante significativo. Junto aos carotenoides, o cajá possui um elevado teor de taninos, que faz com que a polpa do fruto ganhe destaque como provável antioxidante natural (10).

Esses avanços tecnológicos em ingredientes e processos têm permitido inovações em produtos que substituem as tradicionais sobremesas geladas, essa categoria de produtos tem como característica importante a conveniência, por encontrarem-se prontas para ser consumidas (11).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo elaborar e caracterizar uma receita de sorvete artesanal com polpa de cajá, substituindo o açúcar utilizado na formulação padrão por mel.

MATERIAL E MÉTODOS

Os sorvetes foram elaborados no centro vocacional tecnológico, da Universidade Federal de Campina Grande, campus Pombal-PB, utilizando-se como matéria prima leite, açúcar, creme de leite, polpa de fruta sabor cajá, liga neutra, emulsificante e mel, adquiridas no comércio local da cidade. As formulações elaboradas estão expressas na Tabela 1.

Tabela 1: Formulações do sorvete com substituição do açúcar pelo mel.

Ingredientes	Formulações		
	A1	A2	A3
Leite	100 g	100 g	100 g
Açúcar	150 g	75 g	0g
Crema de Leite	200 g	200 g	200 g
Polpa de Fruta	90 g	90 g	90 g
Liga neutra	4 g	4 g	4 g
Emulsificante	5 g	5 g	5 g
Mel	0 g	75 g	150 g

Os sorvetes foram desenvolvidos de acordo com a metodologia descrita por Rodrigues et al (12), a substituição do açúcar por mel variou entre 0, 50 e 100% nas formulações A1, A2 e A3, respectivamente. Inicialmente, realizou-se a mistura e homogeneização do leite com o creme de leite em baixa temperatura e posteriormente adicionou-se os ingredientes secos e devidamente pesados, obtendo-se a calda do sorvete. A calda então foi pasteurizada á 70°C por 30 minutos sob agitação constante e resfriada em banho de gelo para posteriormente ser submetida ao processo de maturação, que consiste em adiciona-la a uma temperatura de 4°C por um período de 4 horas. Após a maturação adicionou-se a polpa de cajá, mel e o emulsificante e realizou-se o batimento em batedeira, por 12 minutos. Então o sorvete foi congelado em freezer a -18°C, obtendo-se a consistência desejada.

Os sorvetes foram analisados em triplicata quanto aos parâmetros de acidez titulável (%), pH, sólidos solúveis totais (°Brix) e proteínas (13). As análises microbiológicas detiveram-se à contagem de coliformes a 45°C, estafilococos coagulase positiva (UFC/g) e *Salmonella* sp/25g, com os padrões estabelecidos pela RDC n° 60 de 23 de dezembro de 2019 (14).

A avaliação sensorial foi realizada com 80 provadores não treinados, de acordo a metodologia de Dutcosky (15), foram avaliados os atributos de aparência, cor, aroma, sabor, textura e impressão global, em uma escala hedônica de nove pontos, “(1) desgostei extremamente”, “(2) desgostei muito”, “(3) desgostei moderadamente”, “(4) desgostei ligeiramente”, “(5) nem gostei, nem desgostei”, “(6) gostei ligeiramente”, “(7) gostei moderadamente”, “(8) gostei muito” e “(9) gostei muitíssimo”. Além disso, com uma escala hedônica de cinco pontos, “(1) certamente não compraria o produto”, “(2) provavelmente não compraria o produto”, “(3) talvez comprasse, talvez não comprasse”, “(4) provavelmente compraria o produto” e “(5) certamente compraria o produto”.

Os dados obtidos foram avaliados pela ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey, considerando um nível de significância de 5% por meio do programa estatístico ASSISTAT versão 7.7.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises físico-químicas

Os resultados médios da caracterização físico-química dos sorvetes estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2 – Determinações físico-químicas das formulações do sorvete elaboradas

Parâmetros	Formulações		
	A1	A2	A3
Acidez (%)	0,70± 0,60 ^a	0,69±0,05 ^a	0,75±0,015 ^a
pH	4,74±0,01 ^a	4,67±0,10 ^a	4,43±0,01 ^b
Proteínas (%)	2,88±0,14 ^a	1,78±0,30 ^b	2,37±0,58 ^a
°Brix	16,83±1,28 ^a	15,83±0,25 ^a	15,66±0,61 ^a

Médias com letras iguais, em uma mesma coluna, indica que não há diferença significativa entre as amostras pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os valores obtidos para acidez titulável total não diferiram estatisticamente entre as formulações. Quanto ao pH observou-se que as amostras apresentaram valores ácidos, o que já era esperado para um produto a base de cajá. Coelho et al., (16) testando uma formulação de sorvete de cajá-manga observaram que as amostras também apresentaram baixa acidez, sendo o pH 2,34 e acidez 0,953 mg/100g de acidez.

Quanto ao teor de proteínas observa-se que a formulação A2 foi a que apresentou menor valor, sendo estatisticamente diferente ($p \leq 0,05$) se comparado com as formulações A1 e A2. Os valores de sólidos solúveis (° Brix) variaram entre 15,83 e 15,83, não havendo diferença estatística entre as formulações. A amostra A1 apresentou valor superior se comparado com as demais formulações, muito provável devido a utilização somente do açúcar na sua elaboração.

Análises microbiológicas

Os resultados da análise microbiológica dos gelados comestíveis encontram-se na Tabela 3. Observa-se que os resultados de coliformes a 45°C variaram de 2,0 x10 NMP/mL a 3x10 UFC/g. Segundo Silva et al. (17), através da quantificação de coliformes é possível avaliar as condições higiênicas aos quais os produtos foram produzidos.

Quanto à contagem de estafilococos coagulase positiva, as amostras apresentaram valores entre 7,0x10 UFC/ g a 9x10¹ UFC/ g permanecendo dentro dos limites exigidos pela RDC com limite de (5x10² UFC/g). A ausência de *Salmonella sp*/25g foi verificada em todos os gelados comestíveis, mostrando que as amostras estão conforme com o que preconiza a legislação vigente (BRASIL, 2019). Sendo a sua ausência um fator bastante positivo, pois a presença destes microrganismos nos alimentos pode apresentar risco para a saúde do consumidor. Desta forma todas as formulações preparadas apresentam-se dentro dos limites e critérios estabelecidos pela legislação.

Tabela 3. Análise microbiológica nas formulações dos sorvetes elaborados

Amostras	Coliformes 45 °C (UFC/g)	Estafilococos coagulase positiva (UFC/g)	<i>Salmonella sp</i> /25g

1	2,0x10	7,0x10	Ausente
2	1,5x10	2,3x10	Ausente
3	3x10	9x10 ¹	Ausente

Análise sensorial

Os valores referentes as características sensoriais do gelado elaborado apresentam-se na Tabela 4.

Tabela 3. Avaliação sensorial dos sorvetes elaborados

Amostras	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Textura	Aceitação Global
A1	7,45±1,50 _a	7,75±1,32 _a	7,37±1,68 _a	6,90±1,90 ^a	6,38±2,02 _a	7,0±1,62 ^a
A2	7,20±1,77 _a	7,32±1,74 _a	6,28±2,08 _b	5,80±2,28 ^b	6,26±1,94 _a	6,26±1,95 ^a
A3	7,50±1,55 _a	7,62±1,51 _a	6,81±1,84 _{ab}	6,51±2,15 _{ab}	6,61±2,0 ^a	6,61±1,95 ^a

Observa-se que nos aspectos aparência, cor e textura as formulações não diferiram significativamente entre si. Com relação a aroma e sabor, as amostras A1 e A3 apresentaram melhores resultados, se comparado com a formulação A2. Os resultados obtidos para essas duas formulações podem estar relacionados com a recusa dos provadores pelo sabor azedo do cajá e pela preferência por esse sabor. Já para a aceitação global, a formulação controle e a com substituição parcial do mel foram as que apresentaram melhores resultados, porém as três formulações não diferenciaram entre si.

No teste de aceitação de compra 83% dos provadores comprariam o produto sendo que 27% comprariam a formulação A1 e 30% a formulação A3.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos conclui-se que as formulações elaboradas possuem um ótimo potencial de comercialização, tendo as formulações com apenas um adoçante A1 e A3 as mais bem aceitas, quando comparadas com a formulação A2 tendo a mistura do mel e açúcar.

A substituição total do açúcar pelo mel de abelha neste tipo de produto torna-se uma alternativa viável de comercialização, trazendo um produto com um maior potencial nutritivo.

REFERÊNCIAS

- GOFF, H. D; HARTEL, R. W. Ice Cream. 7. ed. Nova York: Springer Science, 2013. 462 p.
- AMBROSIO-UGRI, M. C. B.; AKASHI, M. S. Aceitação sensorial de sorvete de cupuaçu com baixo teor de lactose. Revista Tecnológica, v. 22, p. 53-60, 2013.

3. SEBRAE. Mercado e vendas: como se destacar no mercado de sorvetes. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, Brasil: SEBRAE, 2017.
4. ABIS. Mercado: o setor de sorvetes. São Paulo: ABIS, 2020.
5. KHAN, R.S.; GRIGOR, J.V.; WIN, A.G.; BOLAND, M. Differentiating aspects of product innovation processes in the food industry *British Food Journal*, v. 116 (8), p. 1346-1368, 2014.
6. SANTOS, G.G. Sorvete: processamento, tecnologia e substitutos da sacarose. *Ensaios e Ciências: ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde. Anhanguera*. v. 13, n. 2, p. 95-109, 2009.
7. SILVA, V. M., Sorvete light com fibra alimentar: desenvolvimento, caracterização físico-química, reológica e sensorial. 2012. 147f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
8. BARBOSA A.D, PEREIRA F.D, VIEIRA J.M.N, REGO J.D, LOPES M.D, CAMARGO R.C. Criação de abelhas (apicultura). Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; 2007.
9. GOIS GC, RODRIGUES AE, LIMA CA, SILVA LT. Composição do mel de *Apis mellifera*: requisitos de qualidade. *Acta Vet. Brasilica*. 2013 Aug;7(2): 137-47.
10. MATTIETTO, R. A.; LOPES, A. S.; MENEZES, H. C. Caracterização física e físico-química dos frutos da cajazeira (*Spondias mombin* L.) e de suas polpas obtidas por dois tipos de extrator. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 13, n. 3, p. 156-164, jul./set. 2010.
11. ZACARCHENCO, P. B.; VAN DENDER, A. G. F.; REGO, R. A. Brasil dairy trends 2020: tendências do mercado de produtos lácteos. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2017. 343 p.
12. RODRIGUES, A.P; FONTANA, C.V; PADILA, E; SILVESTRIN, M; AUGUTO, M.M.M. Elaboração de sorvete sabor chocolate com teor de gordura reduzido utilizando soro de leite em pó. *Rev Vetor*, Rio Grande, v. 16, n. ½, p. 55-62, 2006.
13. BRASIL. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 4. ed. 1. ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.
14. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 60, de 26/12/2019. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 Dezembro de 2019.
15. DUTCOSKY, S. D. Análise sensorial de alimentos. 4ª ed. Curitiba: Champagnat, 2013. 531p.
16. COELHO, R. R. P., CÂMARA, A. P. C., DE FÁTIMA ARAÚJO, L., JOANA, D., DA SILVA COELHO, T. J. Elaboração e Avaliação Sensorial de Sorvete de Cajá-Manga. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 4, p. 20002-20011, 2020.

17. SILVA, N., JUNQUEIRA, V. C. A., DE ARRUDA SILVEIRA, N. F., TANIWAKI, M. H., GOMES, R. A. R., & OKAZAKI, M. M. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. Editora Blucher, 2017.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-93>

Capítulo 93

SORO DO LEITE DE CABRA: IMPORTÂNCIA PARA O PEQUENO PRODUTOR

Fabio Ribeiro dos Santos¹; Heloisa de Fátima Mendes Justino²; Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior³

^{1,2}Estudantes do Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos - PPGCTA – UFV; E-mail: fabio.r.santos@ufv.br, E-mail: heloisa.justino@ufv.br,

³Docente/pesquisador do Depto de Tecnologia de Alimentos – DTA – UFV. E-mail: bruno.leitejr@ufv.br

RESUMO: No Brasil, o leite de cabra possui grande importância econômica e social, oferecendo vantagem competitiva em relação ao leite de vaca pela sua melhor digestibilidade. Grande parte do leite é destinada para produção de queijo, sendo muitos desses queijos elaborados por pequenos produtores, de forma artesanal. A produção de queijo gera uma grande quantidade de soro, que comumente é destinado à alimentação animal ou descartado em águas residuárias. Porém, é um alimento rico em proteínas de alto valor biológico, que pode ser usado para elaboração de diversos produtos visando o aumento na geração de renda, principalmente para o pequeno produtor. Diante do exposto, esta revisão apresenta a composição do soro do leite de cabra comparado às diferenças nutricionais com o soro do leite de vaca, e destaca as oportunidades de utilização visando agregar renda aos pequenos produtores, bem como os desafios e as tendências para essa produção.

Palavras-chave: empreendedorismo rural; coproduto; soro do leite caprino; processamento de alimentos

INTRODUÇÃO

A produção de leite caprino no Brasil tem grande importância econômica e social, representando geração de renda e inserção social para pequenos e médios produtores rurais. Conforme dados do Anuário Leite 2018 da Embrapa, o Brasil tem uma produção anual de 270.000.000 de litros de leite de caprino, volume que, embora venha se recuperando após queda de alguns anos, ainda representa uma produção pequena, frente ao rebanho do país (1). Os principais estados produtores são Minas Gerais, Bahia, Paraíba e Pernambuco representando 70% do volume produzido (2). Isto evidencia a importância da caprinocultura leiteira para as regiões semi-áridas do Brasil, nas quais a quantidade de leite de cabra produzida é quatro vezes maior do que o das vacas (3).

As pequenas propriedades rurais e familiares passaram a investir na produção leiteira para fabricação de queijos de forma artesanal (4), sendo que, neste caso, a escolha da criação de caprinos leiteiros, é favorável por requerer uma área proporcionalmente menor em comparação a criação de vacas (5).

A produção artesanal de queijos apresenta um fator específico de fragilidade: o destino dado ao soro gerado como resíduo na produção do queijo. O soro representa aproximadamente 80% do volume de leite utilizado para fabricação do queijo (6) e, em propriedades pequenas, muitas das vezes é descartado em águas residuárias ou destinado para a alimentação animal (7-8).

Embora o soro de leite de vaca seja produzido em quantidades significativas para o aproveitamento industrial, incluindo a produção de derivados em larga escala até a realização de processos mais complexos como separação de frações com específicas funções biológicas (9-12), o aproveitamento do soro do leite de cabra é baixo ou inexistente (9). Isso se deve ao baixo conhecimento técnico e escassos recursos financeiros, visto que os envolvidos no beneficiamento desta matéria-prima são normalmente produtores rurais (13).

Desta forma, desenvolver alternativas viáveis para uso do soro de leite de cabra e compatíveis com a realidade das produções artesanais é importante tanto para aumentar a renda financeira dos produtores, como para reduzir o impacto ambiental destas produções, e assim contribui para a sustentabilidade (14). Neste sentido, esta revisão apresenta questões relacionadas às diferenças entre soro de leite de cabra e vaca em termos nutricionais e destaca as oportunidades e formas de utilização do soro de leite de cabra para agregação de renda para o produtor, bem como os desafios, demandas e tendências para produção de novos produtos a partir de soro de leite de cabra.

COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL

Tradicionalmente, o soro de leite é o produto lácteo líquido obtido durante a fabricação de queijos. De acordo com a legislação vigente, o soro de leite pode ser classificado como soro de leite (ou soro doce), quando a coagulação é realizada por ação enzimática, devendo apresentar pH entre 6,0 e 6,8; ou soro de leite ácido, quando a coagulação é realizada, principalmente, por acidificação, apresentando pH inferior a 6,0 (15). Essas diferenças na forma de obtenção impactam diretamente na composição do soro de leite (16), com maior concentração de proteínas e lactose no soro doce e maior concentração de minerais, especialmente, zinco e cálcio, no soro ácido (11-17).

O soro de leite de cabra contém uma menor concentração de sólidos quando comparado ao soro de leite de vaca. Além disso, o soro de leite de vaca apresenta uma menor concentração de α -lactoglobulina e lactose e uma maior concentração de β -lactoglobulina quando comparado ao soro de leite de cabra (18) (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição do soro doce e do soro ácido obtido do leite de vaca e cabra.

Parâmetros	Soro doce		Soro ácido	
	Vaca	Cabra	Vaca	Cabra
pH	6,00 ± 0,08	5,90 ± 0,06	4,86 ± 0,04	4,80 ± 0,03
Sólidos totais (%)	6,64 ± 0,02	6,12 ± 0,01	6,76 ± 0,01	6,22 ± 0,01
Proteína total (%)	0,87 ± 0,01	1,00 ± 0,00	0,88 ± 0,00	0,99 ± 0,01
Principais proteínas (%)				
Albumina sérica	5,94 ± 0,01	4,19 ± 0,37	6,48 ± 0,48	3,92 ± 0,15
α -lactalbumina	23,96 ± 0,33	25,54 ± 0,70	23,24 ± 0,03	24,77 ± 0,16
β -lactoglobulina	50,33 ± 0,61	42,25 ± 1,35	49,76 ± 0,55	41,58 ± 0,19
Imunoglobulinas (IgG)	15,81 ± 1,04	25,32 ± 1,22	16,32 ± 0,47	26,61 ± 0,06

Lactose (%)	5,08 ± 0,01	4,18 ± 0,02	4,72 ± 0,00	3,93 ± 0,01
Gordura (%)	0,05 ± 0,00	0,07 ± 0,01	0,07 ± 0,00	0,08 ± 0,00
Cinza (%)	0,60 ± 0,03	0,67 ± 0,01	0,70 ± 0,03	0,83 ± 0,01
Mineral (mg / L)				
Cálcio	513 ± 6	374 ± 2	985 ± 2	860 ± 8
Fósforo	396 ± 1	464 ± 1	569 ± 4	650 ± 2
Potássio	1462 ± 13	1885 ± 26	1482 ± 15	1937 ± 13
Sódio	356 ± 1	379 ± 1	368 ± 1	390 ± 1
Magnésio	88 ± 1	104 ± 0	100 ± 1	129 ± 1

Fonte: Giroux et al. (18)

As proteínas presentes no soro de leite caprino representam aproximadamente 1,0% e apesar da baixa concentração, essas proteínas são consideradas de alto valor biológico e de boa disponibilidade de aminoácidos essenciais, principalmente treonina e lisina, estando em concentrações superiores às recomendações da *Food and Agriculture Organization* (FAO). Além disso, o soro de leite de cabra contém uma maior concentração de imunoglobulinas quando comparado ao soro de leite de vaca (18).

De forma geral, as proteínas do soro são altamente digeríveis e rapidamente absorvidas pelo organismo, estimulando a síntese de proteínas sanguíneas e teciduais. Assim, os derivados do soro de queijo de cabra são importantes na nutrição de crianças, idosos e pessoas alérgicas à proteína do leite bovino, o soro de leite de cabra apresenta proteínas de alta digestibilidade e hipoalergenicidade (19-20).

OPORTUNIDADES E FORMAS DE UTILIZAÇÃO

O empreendedorismo contribui para o desenvolvimento de atividades que sejam capazes de apresentar ao mercado alguma inovação. Essa atividade é observada em diversos departamentos econômicos, como por exemplo, no setor agropecuário é possível observar a atuação do empreendedorismo rural, que busca estratégias de inovação destinadas a essas atividades, que em muitos casos são desenvolvidas de forma tradicional (21). O empreendedor rural tem como característica agregar valor ao seu produto, processo de produção e ao seu negócio. Muitos desses empreendedores estão se dedicando à agroindústria, processando seus produtos *in natura* e agregando valor (22).

Na região semiárida do nordeste brasileiro, a indústria de produtos lácteos de origem caprina apresenta crescente desenvolvimento (23). Um dos produtos lácteos mais demandados é o queijo, um produto rico nutricionalmente (24-25). A produção desses queijos gera o soro de leite, um coproduto que quando lançado nos efluentes sem passar por tratamentos ocasiona indesejáveis problemas ambientais (26). Diante disso, surge a busca por alternativas para um adequado aproveitamento do soro, visto que possui uma atraente qualidade nutricional, significativo volume e poder poluente (27).

Devido ao empreendedorismo rural está associado às marcas regionais e, majoritariamente, apresentando uma produção em agroindústrias familiares (22), o aproveitamento do soro é uma alternativa viável, visando a agregação de renda para o pequeno produtor. Sendo assim, alguns pesquisadores vêm estudando formas de aproveitar o soro de leite de cabra na formulação de novos produtos, buscando usufruir das suas propriedades biológicas, funcionais e tecnológicas (Tabela 2).

Tabela 2 – Novos produtos estudados utilizando o soro do leite de cabra na formulação

Produtos	REFERÊNCIAS
Bebida láctea tipo cappuccino	(28)
Bebida fortificada	(29)
Bebida láctea fermentada	(30)
Ricota condimentada com orégano	(31)
Bebida láctea probiótica sabor chocolate	(32)
Bebida láctea fermentada sabor maracujá	(33)
Bebida lácteas achocolatada	(34)
Doce cremoso com polpa de umbu	(35)
Bebida láctea sabor chocolate	(36)
Pão de forma	(37)
Concentrados proteicos	(38)

Fonte: Próprio autor

O desenvolvimento de bebida láctea possibilita a obtenção de um produto de simples execução, elevado valor nutricional e baixo custo, mostrando-se como alternativa promissora para agregar valor econômico ao soro caprino (39). Garay et al. (29) elaboraram uma bebida fortificada com proteínas à base de soro de leite de cabra e obtiveram um excelentes resultados, com aceitabilidade superior a 90%. Os autores relataram que a utilização do soro é uma boa alternativa, tendo em vista que a elaboração desta bebida não apresentou dificuldades tecnológicas e não exigiu equipamentos de alta complexidade.

Silva (30) desenvolveu e caracterizou diferentes formulações de bebidas lácteas fermentadas a partir do leite de cabra adicionadas de soro nas concentrações de 20%, 40% e 60%. Constatou-se que a incorporação de 20 % e 40 % de soro de leite não apresentou diferença significativa entre os principais parâmetros avaliados durante a pesquisa. Sendo assim, produtores podem utilizar a concentração de 40% de soro de leite de cabra em formulações, aproveitando quantitativamente esse coproduto.

DESAFIOS E TENDÊNCIAS

O soro de leite é uma fonte de nutrientes para humanos e animais (26). Entretanto, poucas indústrias fazem um bom aproveitamento. Muitos produtores não realizam o beneficiamento deste coproduto, devido a carência de tecnologia associada à escassez de pesquisa (40, 41), ou até mesmo devido a barreira para mudanças criadas por muitos produtores, uma vez que tendem a ter pensamentos e atitudes conservadoras (22). Nesse sentido, o fomento privado e, principalmente, governamental de iniciativas relacionadas ao assunto é muito importante para que possa impulsionar a atividade tanto por pequenos, médios e grandes produtores (42).

A saudabilidade e a sustentabilidade são temas fundamentais que podem ser discutidos com um viés social e científico (43). Neste sentido, o aproveitamento do soro caprino é interessante dentro desse segmento, uma vez que contribui para o desenvolvimento sustentável, em virtude de envolver aspectos social, ambiental e econômico. Em paralelo, o desenvolvimento de alimentos utilizando o soro visa atender as necessidades dos consumidores que buscam por alimentos nutritivos com diversos benefícios à saúde, como integridade e motilidade intestinal, funcionamento e fortalecimento do sistema imunológico e do sistema cardiovascular (29).

Na visão dos consumidores, o leite de cabra e seus derivados são produtos diferenciados dos outros leites, isso devido os consumidores o associarem como um produto que tem um alto valor nutritivo, saudável e de boa qualidade (44). Desta forma, os produtos derivados do leite de cabra apresentam um potencial de comercialização, que precisam ser melhores explorados pelos produtores, a fim de aproveitar as oportunidades atuais e futuras do mercado.

CONCLUSÕES

A utilização do soro de leite de cabra é uma alternativa extremamente viável para o desenvolvimento de novos produtos lácteos, tendo em vista a elevada qualidade nutricional e o grande potencial mercadológico. Em paralelo, essa utilização é uma excelente estratégia para promover o aumento da renda dos produtores rurais e diminuir os impactos ambientais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo financiamento do projeto (nº 429033/2018-4); pela bolsa de produtividade a B.R.C. Leite Júnior (nº306514/2020-6); a Universidade Federal de Viçosa pela possibilidade de realização deste trabalho e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES – Código de Financiamento 001) pela bolsa de mestrado concedida ao F. R. dos Santos e a H. de F. M. Justino.

REFERÊNCIAS

1. de Leite EG. Anuário leite 2018: indicadores, tendências e oportunidades para quem vive no setor leiteiro. Leite de cabra: potencial a ser explorado 2018.
2. IBGE. Censo Agropecuário 2017. Instituto Brasileiro de Geografia. 2017:Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em 11/08/21.
3. SUASSUNA J. Caprinos, uma pecuária necessária no Semiárido nordestino. 2009:Disponível em:<<https://www.fundaj.gov.br/index.php/artigos-joao-suassuna/9635-caprinos-uma-pecuaria-necessaria-no-semiarido-nordestino>>Acesso em: 11/08/2021.
4. Silva MAP, et al. (2020). Produção artesanal de queijos: alternativa para pequenos produtores de leite. MilkPoint. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao/producaoartesanal-de-queijos-alternativa-para-pequenos-produtores-de-leite-219626/>> . Acesso em 11/08/2021.
5. Marzocchi MR, R.M.C. (2018). Queijaria Rima, os queijos com leite de ovelha e a agregação de valor. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/noticias-mercado/giro-noticias/queijaria-rima-os-queijos-com-leite-de-ovelha-e-a-agregacao-de-valor-209345/>>. Acesso em 11/08/2021.

6. Haenlein GF, Wendorff WL. Sheep milk. Handbook of milk of non-bovine mammals. 2006:137-94.
7. Kaur N, Sharma P, Jaimni S, Kehinde BA, Kaur S. Recent developments in purification techniques and industrial applications for whey valorization: A review. Chem. Eng. Technol. 2020;207(1):123-38.
8. de Oliveira IKCP, Salles HO, Dos Santos KMO, Veras G, Buriti FCA. Proximate composition determination in goat cheese whey by near infrared spectroscopy (NIRS). PeerJ. 2020;8:e8619.
9. Anand S, Som Nath K, Chenchaiiah M. Whey and whey products. Milk and Dairy Products in Human Nutrition: Production, Composition and Health. 2013:477-97.
10. Kilara A, Vaghela M. Whey proteins. Pro in food pro: Elsevier; 2018. p. 93-126.
11. Jelen P. Whey processing| utilization and products. 2011.
12. Prazeres AR, Carvalho F, Rivas J. Cheese whey management: A review. J of enl man. 2012;110:48-68.
13. Tribst A, Falcade L, de Oliveira M. Strategies for raw sheep milk storage in smallholdings: Effect of freezing or long-term refrigerated storage on microbial growth. J of dairy sci. 2019;102(6):4960-71.
14. Panghal A, Patidar R, Jaglan S, Chhikara N, Khatkar SK, Gat Y, et al. Whey valorization: current options and future scenario—a critical review. Nutr. Food Sci. 2018.
15. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 80, de 13 de agosto de 2020. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de soro de leite e o soro de leite ácido. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 13 ago. 2020.
16. Lievore P, Simões DR, Silva KM, Drunkler NL, Barana AC, Nogueira A, et al. Chemical characterisation and application of acid whey in fermented milk. J of food sc and tech. 2015;52(4):2083-92.
17. Skryplonek K, Dmytrów I, Mituniewicz-Małek A. Probiotic fermented beverages based on acid whey. J of d sc. 2019;102(9):7773-80.
18. Giroux HJ, Veillette N, Britten M. Use of denatured whey protein in the production of artisanal cheeses from cow, goat and sheep milk. Small Rumin. Res. 2018;161:34-42.
19. Balthazar C, Pimentel T, Ferrão L, Almada C, Santillo A, Albenzio M, et al. Sheep milk: physicochemical characteristics and relevance for functional food development. Compr. Rev. Food Sci.. 2017;16(2):247-62.

20. Verruck S, Balthazar CF, Rocha RS, Silva R, Esmerino EA, Pimentel TC, et al. Dairy foods and positive impact on the consumer's health. *Adv. food nutr. res.* 2019;89:95-164.
21. de Souza RO, da Costa WM, da Silva Cavalcante DF, de Souza CB. Produção de vinho em Goiás: uma análise a partir do empreendedorismo rural. *Res., Soc. Dev.* 2020;9(3):e68932411-e.
22. de Fátima Machado A, Gomex Filho AC, de Souza CC. Empreendedor Rural: Uma Análise Das Características Empreendedoras Em Duas Cidades Do Interior Do Estado Do Paraná–Brasil. *Rev. Empreendedorismo Gest. Micro Pequenas Empresas.* 2020;5(02):196-215.
23. Coelho M, Rodrigues B, Coelho MdS, Libório R, Costa Fd, Silva Gd. Características físico-química e microbiológica do leite de cabra produzido em Petrolina-PE. *Agropecuária Científica do Semiárido.* 2018;14(3):175-82.
24. Poveda E. Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. *Rev Chil Nutr.* 2013;40(4):397-403.
25. Lima JS, Lima RS, Gonçalves SD, Ladeira SA. Incluir calda de caju em iogurte a base de leite de cabra pode aumentar a aceitação sensorial? 2019.
26. Ladeira SA, da Paz MEM, Lima JRR, de Oliveira Melo F, Talma SV, Lima JS. Produção e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de bebidas lácteas fermentadas prebióticas sabor tamarindo. *Diversitas Journal.* 2020;5(4):2528-50.
27. de Lima JS, da Silva FB, da Silva SK. Análise de viabilidade para investimento em uma planta de aproveitamento do soro do leite. *Braz A Sc.* 2021;5(4):1881-906.
28. Santos ACB, da Cunha Alencar LA, Talma SV, Ladeira SA, Lima JS. Caracterização de bebida láctea tipo cappuccino com diferentes concentrações de soro de queijo caprino. *Diversitas Journal.* 2021;6(1):48-65.
29. Garay PA, Villalva FJ, Paz NF, de Oliveira EG, Iburguren C, Alcocer JC, et al. Formulation of a protein fortified drink based on goat milk whey for athletes. *Small R. Res.* 2021:106418.
30. Silva MQd. Desenvolvimento e caracterização de bebida láctea fermentada elaborada com leite de cabra Serrana 2020.
31. de Oliveira AAP, da Silva LR, Lafia AT, Bernardino JD. DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE RICOTA CONDIMENTADA COM ORÉGANO ELABORADA COM LEITE DE CABRA.
32. da Silveira EO, Neto JHL, da Silva LA, Raposo AE, Magnani M, Cardarelli HR. The effects of inulin combined with oligofructose and goat cheese whey on the physicochemical properties and sensory acceptance of a probiotic chocolate goat dairy beverage. *LWT.* 2015;62(1):445-51.

33. Frutuoso AE, Andrade PL, Pereira JOP. Inovação no desenvolvimento de bebida láctea fermentada com leite de vaca e soro de queijo de cabra. Revista ILCT. 2012;67(386):29-37.
34. Cassanego DB. EFEITOS DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE CACAU POR ALFARROBA EM BEBIDAS LÁCTEAS. 2013.
35. Silva M, Figueirêdo R, Queiroz A, Santiago V. Avaliação físico-química e sensorial de doces cremosos produzidos com soro de leite de cabra, leite de vaca e polpa de umbu. Rev Bra de Prod Agro. 2011;13(4):397-410.
36. VIEIRA A, PONTES L, AGUIAR A, da SILVA M, da PONTE L, do VALLE K, et al., editors. Influência da adição de soro de queijo minas frescal de cabra na aceitação de bebidas lácteas sabor chocolate preparadas com leite de cabra. Embrapa Caprinos e Ovinos-Resumo em anais de congresso (ALICE); 2009: In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 11.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO E
37. MELO NETO B. Aproveitamento de soro de leite de cabra na elaboração de pão de forma. 2007. 60p: Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa; 2007.
38. Carneiro JGdM. Características funcionais de concentrados proteicos de soro de leite de cabras. 1997.
39. Araújo NG, Barbosa FF. Bebida láctea com leite caprino e soro caprino é alternativa para aproveitamento da polpa de umbu. Revista ILCT. 2015;70(2):85-92.
40. Garcia RV, Travassos AER. Aspectos gerais sobre o leite de cabra: uma revisão. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes. 2012;67(386):81-8.
41. ALENCAR L, SANTOS A, BAROBOSA J, LADEIRA S, LIMA J, editors. Características físico-químicas e microbiológicas de queijo caprino condimentado e defumado. Anais do Brazilian Congress of Development; 2020.
42. Braga H, Prado H. A PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL FRENTE ÀS PERSPECTIVAS BIOECONÔMICAS E DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL ATUAIS. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA. 2021;18(36).
43. de Alencar FV, Mendes FA, Barreto PdLN. SUSTENTABILIDADE, DESENVOLVIMENTO E GLOBALIZAÇÃO COMO UMA CONSTRUÇÃO PARADIGMÁTICA. Ciência E Sustentabilidade. 2019;5(1):28-46.
44. Martins EC, Wander AE, Chapaval L, Bomfim M, editors. O mercado e as potencialidades do leite de cabra na cidade de Sobral: a visão do consumidor. Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em anais de congresso (ALICE); 2007: In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 7., 2007, Fortaleza

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-94>

Capítulo 94

SORO DO LEITE: QUALIDADE NUTRICIONAL, TÉCNICO-FUNCIONALIDADE E POTENCIAL BIOLÓGICO

Lorena Soares Xavier¹; Jeferson Silva Cunha²; Ana Flávia Coelho Pacheco³; Arthur Pompilio da Capela⁴; Isabela Soares Magalhães⁵; Bruno Ricardo de Castro Leite Junior⁶

¹Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CCE - UFV; E-mail: lorena.xavier@ufv.br, ^{2,4,5}Estudantes de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - CCE - UFV; E-mail: jeferson.cunha@ufv.br; arthurpompilio@hotmail.com; isabela.magalhaes@ufv.br, ³Estudante de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - CCE - UFV; E-mail: ana.f.pacheco@ufv.br, ⁶Docente do Departamento de Tecnologia de Alimentos - CCE - UFV. E-mail: bruno.leitejr@ufv.br

RESUMO: O soro do leite é obtido majoritariamente a partir da produção de queijos. É um coproduto de elevada importância nos laticínios, devido ao elevado volume produzido, atraente qualidade nutricional e inúmeras funcionalidades. Dentre as potenciais aplicações destaca-se a utilização como ingrediente em formulações de diversos alimentos, visando melhorar as propriedades técnico-funcionais dos produtos elaborados como: solubilidade, capacidade de retenção de água, emulsificação, formação de espuma, viscosidade, gelificação, entre outras. Além disso, os peptídeos derivados da hidrólise das proteínas do soro do leite apresentam grande potencial biológico com inúmeros benefícios à saúde, desempenhando propriedades biológicas como atividade antioxidante, anti-hipertensiva, antimicrobiana e imunestimulante. Apesar de suas inúmeras qualidades e de seu amplo espectro de possibilidades de utilização, o soro de leite, ainda é considerado como efluente por alguns laticínios, sendo muitas vezes descartado de forma incorreta, acarretando malefícios ao meio ambiente devido sua elevada demanda bioquímica de oxigênio. Desta forma, essa revisão apresenta a qualidade nutricional e o potencial técnico-funcional e biológico do soro do leite destacando as alternativas para seu adequado aproveitamento, minimizando o impacto ambiental e oportunizando uma maior lucratividade para as indústrias.

Palavras-chave: peptídeos bioativos; propriedades técnico-funcionais; proteínas do soro; soro do leite

INTRODUÇÃO

O soro do leite também conhecido como soro lácteo, soro de queijo ou lactosoro é um líquido opaco e aguado, de coloração amarela/esverdeada, sendo um coproduto importante da indústria de laticínios (1). Segundo o Regulamento Técnico (Instrução Normativa nº 80, de 13 de agosto de 2020), o soro de leite pode ser definido como: “produto lácteo líquido extraído da coagulação do leite utilizado no processo de fabricação de

queijos, caseína alimentar e produtos similares” (2). De acordo com essa legislação, o soro pode ser classificado quanto a acidez como “soro de leite, quando a coagulação se produz por ação enzimática, devendo apresentar pH entre 6,0 e 6,8” ou “soro de leite ácido, quando a coagulação se produz principalmente por acidificação, devendo apresentar pH inferior a 6,0” (2).

O soro lácteo apresenta elevada importância industrial em função de sua rica composição nutricional, como também devido ao elevado volume produzido. Vários fatores afetam a composição do soro de leite, como a composição do leite original, o tipo de queijo fabricado, o tipo de coagulação realizada e a tecnologia de processamento empregada (3). Em relação ao volume de soro produzido, estima-se, em média, que para a produção de 1 kg de queijo, cerca de 9 kg de soro de leite são obtidos. Isso demonstra a elevada produção, entretanto, muitas indústrias ainda o considera como efluente e quando descartado inadequadamente, gera um sério problema ambiental devido à sua elevada carga orgânica (4).

O elevado conteúdo de substâncias orgânicas presentes no soro lácteo está relacionado principalmente à presença de lactose e proteínas, tornando-o um efluente líquido com alto poder poluente, visto que apresenta uma demanda bioquímica de oxigênio (DBO) que varia de 27 a 60 kg·m⁻³ (5). Dessa forma, o desenvolvimento de estratégias viáveis para o melhor aproveitamento deste coproduto é de extrema importância para aumentar a lucratividade industrial e reduzir os impactos ambientais (3, 6).

A utilização do soro de leite como ingrediente na formulação de novos produtos alimentícios com características especiais ou na agregação de valor aos produtos já existentes são boas alternativas. Ao mesmo tempo que minimiza o impacto ambiental, também é uma forma de aproveitar as excelentes propriedades nutritivas e técnico-funcionais do soro de leite, assim como as propriedades biológicas advindas dos peptídeos obtidos a partir da hidrólise das proteínas do soro. Dessa forma, o beneficiamento do soro pode proporcionar um aumento na rentabilidade para os laticínios, revelando-o como uma matéria-prima de alto valor com aplicações especiais na produção de alimentos funcionais (4, 5).

Portanto, a presente revisão tem como objetivo ressaltar a qualidade nutricional do soro do leite bovino, assim como sua técnico-funcionalidade com base em suas diversas aplicações em produtos alimentícios. Além disso, o potencial biológico dos peptídeos também é discutido, destacando os inúmeros benefícios à saúde.

QUALIDADE NUTRICIONAL DO SORO DE LEITE

O soro de leite é um alimento de elevado valor nutricional, apresentando cerca de 93% de água, 5% de lactose, 0,7% a 0,9% de proteínas, 0,3% a 0,5% de gordura e pequenas quantidades de vitaminas e minerais (3). As proteínas do soro apresentam elevada qualidade proteica e correspondem cerca de 20% das proteínas totais do leite (7).

As proteínas em maior concentração no soro bovino são a β -lactoglobulina (β -Lg) e α -lactoalbumina (α -La), consistindo em média de 70 a 80% das proteínas totais do soro. Encontram-se também a albumina do soro bovino (BSA), as imunoglobulinas (Ig), e em menores concentrações a lactoferrina, dentre outras (9-11). A Tabela 1 apresenta a composição proteica média do soro de leite bovino.

Tabela 1 - Composição proteica média do soro de leite bovino

Componente proteico	% (m/v)
---------------------	---------

β -lactoglobulina	50-55
α -lactoalbumina	20-25
Albumina do soro bovino	5-10
Imunoglobulinas	10-15
Lactoferrina	1-2

Fonte: Adaptado de (9)

A qualidade nutricional de uma proteína é dependente do padrão e concentração de aminoácidos essenciais, que são aqueles que o organismo humano não possui a capacidade de sintetizar. As proteínas do soro do leite bovino apresentam alto conteúdo de aminoácidos essenciais, especialmente lisina, treonina, triptofano e fenilalanina, em maiores concentrações do que várias fontes de proteínas vegetais, como soja, milho e glúten de trigo (3, 9). Além disso, essas proteínas são de alta digestibilidade e contêm concentrações significativas de aminoácidos de cadeia ramificada como leucina, isoleucina e valina (1). Dessa forma, considerando a elevada quantidade de aminoácidos essenciais e qualidade proteica, as proteínas do soro apresentam grande potencial em aumentar o valor nutricional dos alimentos.

A lactose é o componente sólido em maior quantidade no soro do leite de vaca, representando aproximadamente 70% dos sólidos totais. Além da lactose e das proteínas, o soro lácteo também possui importantes minerais e é rico em vitaminas hidrossolúveis do complexo B. Nas indústrias alimentícias, formulações contendo soro podem ser incorporadas a produtos fortificados, favorecendo o aumento no teor de nutrientes, como minerais e vitaminas no produto final. (9). Os principais minerais e vitaminas do soro do leite de vaca estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Principais minerais e vitaminas presentes no soro do leite bovino

Minerais	mg.L ⁻¹
Potássio	1600
Sódio	500
Cálcio	430
Fósforo	400
Magnésio	88
Vitaminas	mg.L ⁻¹
Ácido pantotênico (B5)	3,4
Ácido ascórbico (C)	2,2
Riboflavina (B2)	1,2
Ácido nicotínico (B3)	0,85
Piridoxina (B6)	0,42
Tiamina (B1)	0,38
Cobalamina (B12)	0,00003

Fonte: Adaptado de (9)

PROPRIEDADES TÉCNICO-FUNCIONAIS E APLICAÇÕES

O soro do leite apresenta diversas aplicações industriais, podendo ser utilizado na produção de ricota, bebidas lácteas, bebidas fermentadas e carbonatadas, assim como em formulações de alimentos infantis, doce de leite, sorvetes, produtos de panificação, molhos para saladas, sobremesas lácteas, produtos fortificados e funcionais, entre outros (9, 12).

Esse valioso coproduto pode ser aproveitado pelas indústrias de laticínios nas formas líquida, em pó ou concentrada. Na forma em pó, a utilização do soro do leite em produtos cárneos embutidos tem função de intensificar o desenvolvimento de cor durante o cozimento, já em misturas secas atua como veículo anti-aglutinante e pode contribuir também no aumento de volume de pães e bolos (13, 14). Em sobremesas lácteas e sorvete, o uso do soro é relacionado à formação de espumas estáveis e aumento da aeração do produto e também possui capacidade de auxiliar na melhoria da textura do doce de leite (3, 15, 16).

O soro também pode ser concentrado, tendo em vista seu elevado teor de água. O produto concentrado é classificado de acordo com o teor de proteína: concentrado proteico de soro (*whey protein concentrate* – WPC) apresentando entre 35 e 80% de teor proteico e o isolado proteico de soro (*whey protein isolate* – WPI) contendo entre 80 e 95% de proteína, sendo a forma comercial mais pura das proteínas do soro de leite (1).

A alta técnico-funcionalidade do soro é advinda principalmente de suas proteínas, sendo assim, a concentração do soro possibilita a obtenção de produtos proteicos que podem ser usados como ingredientes em formulações a fim de melhorar as propriedades técnico-funcionais dos alimentos. As proteínas do soro apresentam elevada solubilidade em uma ampla faixa de pH. Além disso, objetivando aumentar a capacidade de retenção de água e viscosidade dos sistemas alimentares, as proteínas do soro são submetidas a desnaturação por meio do tratamento térmico. Em condições especiais de aquecimento, as soroproteínas formam géis, o que aumenta a capacidade de retenção de água e, conseqüentemente, altera a textura dos produtos alimentícios. Além disso, possuem regiões hidrofóbicas e hidrofílicas, o que faz com que elas possam atuar também como emulsificantes (9). A Tabela 3 apresenta algumas aplicações das propriedades técnico-funcionais promovidas pelos concentrados proteicos do soro do leite bovino.

Tabela 3 - Exemplos de propriedades técnico-funcionais conferidas a alimentos pelos concentrados proteicos de soro.

Propriedade técnico-funcional	Aplicações
Solubilidade e estabilidade coloidal	Bebidas fortificadas com proteínas, bebidas isotônicas, bebidas gaseificadas, sucos, chás e iogurtes.
Gelificação	Iogurte, <i>frozen yogurt</i> , carne processada e produtos assados.
Emulsificação	Sopas com baixo teor ou zero gordura, molhos para salada, cremes, bebidas ácidas e formulações infantis.
Formação de espumas	Sorvetes, sobremesas lácteas, sucos de frutas fortificados, glacê, chantili e chocolates aerados.
Viscosidade	Chocolates, marshmallow, barras de cereais e glacê.
Capacidade de retenção de água e óleo	Salsicha, Bife de hambúrguer, presunto, nuggets e embutidos.
Elasticidade	Brownie, bolo, cookies, pães, muffins, massa para pizza, biscoitos do tipo <i>waffles</i> .

Fonte: Adaptado (1)

PROTEÍNAS DO SORO DO LEITE: FONTE DE PEPTÍDEOS BIOATIVOS

Peptídeos bioativos são fragmentos proteicos de baixo peso molecular compostos, geralmente, entre dois e vinte resíduos de aminoácidos que, além de fornecer nutrientes essenciais na alimentação humana, podem apresentar diversas funções biológicas (4). As proteínas do soro do leite apresentam elevado potencial biológico, por serem fonte de peptídeos bioativos. Muitas das bioatividades das proteínas do soro são criptografadas dentro de suas sequências de proteínas nativas e, dessa forma, podem ser liberadas por meio da hidrólise (18). Alguns métodos de hidrólise podem ser utilizados a fim de liberar os peptídeos bioativos do soro de suas proteínas parentais. A hidrólise enzimática é, frequentemente, preferida em comparação à extração por solvente ou hidrólise química, em função da ausência de resíduos tóxicos, produtos químicos ou solventes orgânicos nos hidrolisados e peptídeos, como também por sua alta especificidade (19, 20).

Esses peptídeos bioativos podem fornecer variados benefícios à saúde, com influências positivas nos sistemas cardiovascular, digestivo, endócrino, imunológico e nervoso. Aliado aos benefícios destacados anteriormente, o soro de leite pode ser considerado como uma matéria-prima de elevado valor para as indústrias alimentícias com aplicações especiais na formulação de alimentos funcionais (5,18).

Vários estudos confirmam o potencial biológico dos peptídeos gerados a partir da hidrólise das proteínas do soro de leite. Os peptídeos bioativos derivados da β -lactoglobulina estão frequentemente associados às propriedades biológicas como: atividade anti-hipertensiva, antioxidante, antimicrobiana e imunoestimulante. Os peptídeos obtidos a partir da α -lactoalbumina, além de estarem relacionados às atividades antimicrobiana e anti-hipertensiva, também estão correlacionados com propriedades como redução de estresse, ação reguladora do crescimento celular e imunomoduladora (21).

Brandelli, Daroit e Corrêa (22) afirmaram que os peptídeos do soro de leite têm papel relevante na redução da pressão arterial, ou seja, são peptídeos anti-hipertensivos, por apresentarem a capacidade de inibir a ação da enzima conversora de angiotensina (ECA). Alguns peptídeos obtidos a partir da hidrólise da α -lactoalbumina e da β -lactoglobulina por meio da ação de proteases derivadas de plantas demonstraram excelente atividade inibitória da ECA em digestão gastrointestinal simulada em *in vitro*.

Hernández-Ledesma et al. (23) também analisaram os peptídeos do soro derivados da α -lactoalbumina e da β -lactoglobulina, mas utilizando uma seleção de várias enzimas pancreáticas e analisando a atividade antioxidante. Seus resultados revelaram que os peptídeos demonstraram maior atividade de eliminação de radicais de oxigênio do que o antioxidante sintético hidroxianisol butilado (BHA).

Segundo Legrand (24), a hidrólise da lactoferrina pode gerar o peptídeo lactoferricina, que exerce um papel importante no sistema imunológico do corpo humano. De acordo com Madureira et al. (25), a lactoferrina presente no soro de leite exibiu propriedades antimicrobianas contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas (por exemplo, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa*) e também contra leveduras e fungos.

A Tabela 4 apresenta em resumo algumas propriedades biológicas desempenhadas por peptídeos bioativos obtidos a partir da hidrólise das proteínas do soro do leite bovino.

Tabela 4 - Propriedades biológicas advindas dos peptídeos obtidos da hidrólise das proteínas do soro do leite.

Proteína	Propriedades biológicas	Referências
----------	-------------------------	-------------

α -lactoalbumina	Atividade anti-hipertensiva e antioxidante	(22, 23)
β -lactoglobulina	Atividade anti-hipertensiva e antioxidante	(22, 23 e 26)
Lactoferrina	Atividade imunoestimulante e antimicrobiana	(24, 25)

CONCLUSÕES

Muitos estudos demonstram o potencial do soro do leite bovino, com destaque para elevada qualidade nutricional, distinta técnico-funcionalidade e bioatividade. Dessa forma, aproveitar as propriedades nutritivas do soro de leite, utilizando-o na produção de novos produtos alimentícios ou agregando valor aos já existentes é uma excelente forma de valorizar esse coproduto. Além de aumentar a lucratividade industrial, o reaproveitamento do soro do leite contribui com o meio ambiente por diminuir os impactos ambientais causados pelo seu descarte inadequado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo financiamento do projeto (n° 429033/2018-4); pela bolsa de produtividade a B.R.C. Leite Júnior (n°306514/2020-6).

REFERÊNCIAS

1. Alves MP, Moreira R De O, Rodrigues Júnior PH, Martins MC De F, Perrone IT, CARVALHO AF. Soro de leite: tecnologias para o processamento de coprodutos. Rev Inst Laticínios Cândido Tostes. 2014;69:212-226.
2. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n° 80, de 13 de agosto de 2020. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de soro de leite e o soro de leite ácido. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 13 ago. 2020.
3. Oliveira DF, Bravo CEC, Tonial IB. Soro de leite: um subproduto valioso. Rev Inst Laticínios Cândido Tostes. 2012;67:64-71.
4. Dullius A, Goettert MI, De Souza CFV. Whey protein hydrolysates as a source of bioactive peptides for functional foods—Biotechnological facilitation of industrial scale-up. J Funct Foods. 2018;42:58-74.
5. Yadav JSS, Yan S, Pilli S, Kumar L, Tyagi RD, Surampalli RY. Cheese whey: A potential resource to transform into bioprotein, functional/nutritional proteins and bioactive peptides. Biotechnol Adv. 2015;33:56-774.
6. Silva MEC, Pacheco MTB, Antunes AEC. Estudo da viabilidade tecnológica da aplicação de coacervado de soro de leite com carboximetil celulose em iogurte probiótico. Braz J Food Technol. 2010;13:30-37.

7. Patel S. Emerging trends in nutraceutical applications of whey protein and its derivatives. *J Food Sci Technol.* 2015;52(11):6847-6858.
8. Walstra P, Wouters JTM, Geurts T J. *Dairy Science and Technology.* 2. ed. New York: Taylor & Francis Group, Inc. Broken Sound Parkway; 2006.
9. Paula JCJ, Boccia JN, Paiva PHC, Sobral D, Costa RGB, Teodoro VAM. Adequabilidade de diferentes tipos de soros de leite para o aproveitamento em produtos lácteos. *Rev Inst Laticínios Cândido Tostes.* 2018;22:60-65.
10. Metsämuuronen S, Nystyöm M. Enrichment of α -lactalbumin from diluted whey with polymeric ultrafiltration membranes. *J Membr Sci.* 2009;337:248-256.
11. Aimutis WR. Bioactive properties of milk proteins with particular focus on anticariogenesis. *Nutr J.* 2004;134:989-995.
12. Pelegriani DHG, Carrasqueira RL. Aproveitamento do soro do leite no enriquecimento nutricional de bebidas. *Braz J Food Technol.* 2008;62:1004-1011.
13. Daguer H, Assis MTQM, Bersot LS. Controle da utilização de ingredientes não cárneos para injeção e marinação de carnes. *Ciênc Rural.* 2010;40:2037-2046.
14. Zavareze ER, Moraes KS, Salas-Mellado MM. Technological and sensory quality of cakes produced with milk whey. *Food Sci Technol.* 2010;30(1):102-106.
15. Krüger R, Kempka AP, Oliveira D, Valduga E, Cansian RL, Treichel H et al. Desenvolvimento de uma bebida láctea probiótica utilizando como substratos soro de leite e extrato hidrossolúvel de soja. *Alim Nutr.* 2008;19:43-53.
16. Viotto WH, Machado LMP. Estudo sobre a cristalização da lactose em doce de leite pastoso elaborado com diferentes concentrações de soro de queijo e amido de milho modificado. *Rev Inst Laticínios Cândido Tostes.* 2007;62:16-21.
17. Bauman DE, Mather IH, Wall RJ, Lock AL. Major advances associated with the biosynthesis of milk. *J Dairy Sci.* 2006;89:1235-1243.
18. Pihlanto-Leppälä A. Bioactive peptides derived from bovine whey proteins: Opioid and ace-inhibitory peptides. *Trends Food Sci Technol.* 2000;11(9):347-356.
19. Zhao C, Ashaolu TJ. Bioactivity and safety of whey peptides. *LWT.* 2020;134.
20. Soares ADS, Augusto PED, Leite Júnior BRC, Nogueira CA, Vieira ENR, De Barrosa FAR et al. Ultrasound assisted enzymatic hydrolysis of sucrose catalyzed by invertase: Investigation on substrate, enzyme and kinetics parameters. *LWT.* 2019;107:164-170.
21. Sharma R, Shah N. Health Benefits of Whey Proteins. *Nutra foods.* 2010;9:39-45.
22. Brandelli A, Daroit DJ, Corrêa APF. Whey as a source of peptides with remarkable biological activities. *Food Res Int.* 2015;73:149-161.

23. Hernández-Ledesma B, Dávalos A, Bartolomé B, Amigo L. Preparation of antioxidant enzymatic hydrolysates from α -lactalbumin and β -lactoglobulin. Identification of active peptides by HPLC-MS/MS. *J Agric Food Chem.* 2005;53(3):588-593.
24. Legrand D. Overview of lactoferrin as a natural immune modulator. *J Pediatr.* 2016;173:10-15.
25. Madureira AR, Tavares T, Gomes AM, Pintado ME, Malcata FX. Invited review: Physiological properties of bioactive peptides obtained from whey proteins. *J Dairy Sci.* 2010;93(2):437-455.
26. Murakami M, Tonouchi H, Takahashi R, Kitazawa H, Kawai Y, Negishi H et al. Structural Analysis of a New Anti-Hypertensive Peptide (β -Lactosin B) Isolated from a Commercial Whey Product. *J Dairy Sci.* 2004;87:1967-1974.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-95>

Capítulo 95

TECNOLOGIAS EMERGENTES PARA O PROCESSAMENTO DE PESCADO: REVISÃO

Francielly Corrêa Albergaria¹; Cláudia Daniela Ramirez Pinchi²; Diana Carla Fernandes Oliveira³; Pedro Massahiro de Matos Murata⁴; Jeferson Gomes Clementino⁵; Maria Emília de Sousa Gomes⁶; Alcinéia de Lemos Souza Ramos⁷

¹Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos-UFLA; E-mail: franalbergaria@hotmail.com; ²Graduanda em Engenharia de Alimentos-UFLA; E-mail: cdrpinchi@estudante.ufla.br; ³Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia-UFLA; E-mail: diana_zootecnista@yahoo.com.br; ⁴Graduando em Zootecnia-UFLA; E-mail: pmassahiro@gmail.com; ⁵Graduando em Zootecnia-UFLA; E-mail: jeferson.clementino1@estudante.ufla.br; ⁶Docente/pesquisadora do Departamento de Ciência dos Alimentos-UFLA; E-mail: maria.emilia@ufla.br; ⁷Docente/pesquisadora do Departamento de Ciência dos Alimentos-UFLA; E-mail: alcineia@ufla.br.

RESUMO: O consumo de produtos oriundos da piscicultura tem crescido consideravelmente, e tende a aumentar nas próximas décadas, tanto pela demanda do consumidor, como pelas inovações tecnológicas que a mesma vem passando, principalmente nas técnicas de processamento para desenvolvimento de produtos práticos e convenientes. Com isso, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão bibliográfica acerca das tecnologias emergentes para o processamento de pescado. As novas tecnologias de processamento de alimentos, como aquecimento por infravermelho, aquecimento ôhmico, alta pressão e campos elétricos pulsados, oferecem alimentos seguros e de alta qualidade, no entanto, uma série de questões foram identificadas que atrasam a implementação mais ampla dessas técnicas, incluindo as questões do enorme custo de investimento e a falta de regulamentações adequadas no país. O Brasil apresenta grande potencial de expansão das atividades aquícolas, mas ainda há a necessidade de desenvolvimento de projetos de apoio técnico na área, bem como de maior divulgação das pesquisas para os produtores. O estudo demonstrou que, dentre todos os processamentos emergentes, o processamento em alta pressão, ainda segue sendo o tratamento térmico mais bem sucedido.

Palavras-chave: processamento mínimo; segurança alimentar; inovação

INTRODUÇÃO

O pescado é uma das principais fontes primárias de proteína de alto valor biológico, ácidos graxos insaturados e nutrientes essenciais na alimentação humana (1). A sua captura por pesca e produção aquícola são atividades que tem crescido mundialmente nos últimos anos, tendo uma ampla contribuição no processo de desenvolvimento econômico e social, por meio da produção de alimentos, geração de emprego e renda (2).

Entre os produtos de origem animal, o pescado representa o mais susceptível ao processo de deterioração. Isso se deve à associação de fatores intrínsecos e extrínsecos, que

em conjunto contribuem rapidamente para sua desvalorização ou rejeição (1). Apesar de as formas tradicionais de processamento de peixes serem ainda bem aceitas, a crescente demanda por produtos práticos e convenientes, que não tenham características de frescor alteradas, fez surgir a necessidade de novas tecnologias que permitam a manutenção das qualidades sensoriais do produto no estado fresco e com garantia de segurança dos mesmos, em relação à saúde pública (3, 4).

Em geral, as características sensoriais são uma das mais importantes propriedades dos alimentos para os consumidores. Com base neste conhecimento, a indústria vem de maneira incisiva em esforços e recursos na busca de desenvolvimento de tecnologias que sejam capazes de preservar e criar qualidades tanto sensoriais quanto nutricionais, uma vez que a preservação de atributos naturais e a inserção de novos, tornam os produtos mais desejáveis (5).

A combinação de fatores como a disseminação do uso de eletrodomésticos, como o micro-ondas, pela população das classes C e D e a insuficiência de tempo das pessoas, principalmente das grandes metrópoles, para o preparo de pratos mais elaborados, há, portanto, uma maior predisposição das pessoas em consumir produtos já processados. Logo, o mercado de peixes encontra-se diante da necessidade de expansão para atender a este público, ao mesmo tempo em que precisa desenvolver produtos e embalagens que sejam capazes de atender a estes objetivos. Este cenário tem levado a indústria a considerar a adoção de uma série de novas tecnologias (6).

Dessa forma, objetivou-se com o presente estudo realizar uma revisão bibliográfica acerca das tecnologias emergentes para o processamento de pescado.

AQUECIMENTO POR INFRAVERMELHO

A radiação infravermelha (IR) é a parte do espectro eletromagnético que fica entre a energia ultravioleta (UV) e a micro-ondas (MW), podendo ser dividida em: infravermelho próximo (0,7-2,5 μm), infravermelho médio (2,5-25 μm) e infravermelho distante (25-1000 μm) (7). O aquecimento por infravermelho é um importante meio de descongelamento, cozimento, secagem, torrefação, cozimento, branqueamento e pasteurização de alimentos (8, 9, 10).

O infravermelho é uma fonte de aquecimento exclusiva e sua energia térmica é absorvida principalmente em superfícies de alimentos sólidos, pois possui capacidade de penetração muito limitada. A exposição de um objeto a uma fonte de aquecimento infravermelho faz com que sua superfície aumente a temperatura, seguida pela consequente transferência de calor para o centro do alimento sólido por condução. A maioria dos alimentos sólidos é geralmente baixa em condutividade térmica, por isso a transferência de calor para o interior é muito lenta quando comparada com materiais altamente condutores (11).

A secagem convencional com ar quente é comumente usada para a secagem de peixes e não é muito eficiente. O processo de secagem com ar quente é demorado, pois tem baixa condutividade térmica e problemas de endurecimento. A secagem com ar quente requer longos tempos de secagem que afetam adversamente a composição nutricional dos peixes (12).

A secagem por infravermelho oferece menos tempo de secagem, alta eficiência energética, uniformidade na secagem e produtos secos de boa qualidade. O infravermelho oferece secagem mais rápida de produtos com consumo mínimo de energia e perdas de nutrientes do que os secadores convencionais. Além disso, o aquecimento IR fornece alta

transferência de calor com menos tempo de secagem e custo de energia. A secagem usando radiação IR resultará em produtos de melhor qualidade do que outros processos de secagem, uma vez que o aquecimento é rápido e uniforme. Esta nova tecnologia de secagem garante produtos secos de qualidade com o mínimo de tempo de secagem necessário em cada hora (12).

A aplicação de aquecimento por infravermelho para o processamento de peixe não é totalmente explorada e espera-se que a atualização do aquecimento por infravermelho no setor de processamento de alimentos, seja totalmente aproveitado em um futuro próximo (6).

AQUECIMENTO ÔHMICO

Nas últimas décadas, tecnologias que utilizam a passagem de corrente elétrica diretamente por produtos alimentícios vêm recebendo atração pela indústria alimentícia. Algumas delas, como as tecnologias de cozimento ôhmico, estão agora sendo usadas em escala comercial para processar uma ampla variedade de carnes e outros produtos alimentícios (6). Diversos trabalhos de pesquisa já foram desenvolvidos no mundo, a fim de contribuir para a validação desta tecnologia para uso em diversas aplicações industriais em alimentos (13, 14, 15, 16, 17, 18).

Esta tecnologia emergente utiliza corrente elétrica alternada que passa diretamente através do alimento, por meio de eletrodos, com o objetivo de o aquecer. A resistência que o produto oferece à passagem da corrente elétrica permite a geração interna de energia, dissipada sob a forma de calor (19).

Melhor qualidade do produto e tempos de processamento reduzidos são as principais vantagens do aquecimento ôhmico em relação a outros processos convencionais. O processamento ôhmico permite aquecer materiais a taxas extremamente rápidas com redução substancial no tempo de processamento, resultando em maior qualidade do produto (ou seja, integridade do produto, retenção de sabor e nutrientes). O tratamento ôhmico encontrou uma ampla gama de aplicações, como pré-aquecimento, cozimento, escaldamento, pasteurização, esterilização e extração de produtos alimentícios (6).

Suas vantagens em relação às técnicas convencionais incluem elevada eficiência de aquecimento com maior uniformidade e rapidez, tecnologia considerada mais limpa e sustentável, contribuindo para a preservação do meio ambiente, além de possibilitar maior rendimento e maior retenção dos nutrientes, tendo como característica baixo estresse mecânico induzido no alimento, ideal para alimentos sensíveis cuja integridade se pretenda preservar (17, 19).

O aquecimento ôhmico é uma técnica ainda pouco utilizada pelas indústrias alimentícias, apesar de constituir-se em um importante método para estender a vida útil e facilitar o processamento de alimentos em razão da distribuição uniforme de temperatura e cozimento mais rápido (17).

O aquecimento ôhmico tem problemas relacionados à natureza elétrica dos alimentos tratados, compostos com baixa condutividade, como gordura, não gera calor com a mesma taxa que os músculos, criando pontos frios (20).

De acordo com Richa et al. (2017) (21), estudos utilizando a metodologia de superfície de resposta da aplicação do aquecimento ôhmico em peixes verificaram que o uso dessa tecnologia inativa enzimas endógenas e interrompe o crescimento microbiano, além de manter a boa qualidade do produto. Corroborando com esses resultados, Yelian, Jie e Akinori (2007) (22) também constataram vantagens da utilização do aquecimento

ôhmico no descongelamento de cubos de surimi com solução salina congelada, onde houve uma distribuição mais homogênea de temperatura e uma taxa de descongelamento mais alta (23).

Em estudos com camarões Roberts, Balaban e Luzuriaga (2002) (24) mostraram que o descongelamento ôhmico é capaz de descongelar blocos de camarão em tempos comparáveis ao método convencional de descongelamento. Lascorz (2016) (25) demonstrou que esse método pode reduzir em até 50% o tempo de descongelamento.

A aplicação de aquecimento ôhmico pode ser alcançada em escala comercial, seja de forma contínua ou de forma semicontínua (25).

ALTA PRESSÃO

O processamento por alta pressão (HPP) é para a indústria de alimentos uma tecnologia relativamente nova, sendo considerada entre os métodos não térmicos recentes o mais bem-sucedido até agora. Tem sido amplamente utilizado para prolongar a vida útil de alimentos conservados livres de aditivos químicos (26).

O HPP trata o produto estaticamente em ou acima de 100 MPa por meio de um transmissor de líquido, sendo mais comumente utilizado pressões de 500 a 900 MPa. Os alimentos utilizando essa técnica podem ser processados em refrigeração, temperatura ambiente ou de aquecimento moderado, sendo aplicado uma pressão com transmissão isostática, de modo que o material sofre a pressão instantaneamente sem gradiente, resultando em um tratamento uniforme, independentemente do tamanho e do formato do produto. Essa característica do processamento com HPP leva a menos degradação na qualidade geral dos alimentos quando comparada a outras tecnologias existentes, além de demandar menos tempo e energia (6, 27).

Uma das primeiras aplicações da HPP na indústria de pescado é o processamento de ostras. Nesse caso, o processo trabalhoso de liberação manual do músculo adutor da casca poderia ser substituído por HPP. Como resultado do tratamento com HP, a abertura da concha da ostra tornou-se fácil de fazer, o líquido na ostra é retido e não há danos à carne ou lascas da concha. Além disso, o HPP também reduz a presença de bactérias como *Vibrio parahaemolyticus* e *Vibrio vulnificus*, ocasionalmente presentes na microflora estuariana natural de ostras (28).

O HPP reduz efetivamente a carga microbiana no músculo do peixe, produzindo desnaturação de proteínas de membrana e inibição da captação de aminoácidos, proporcionando assim uma vida útil longa e perda mínima da qualidade (29).

As bactérias deteriorantes mais sensíveis ao HPP são os microrganismos presentes no músculo dos peixes resfriados após 1–2 semanas de armazenamento, ou seja, *Pseudomonas* e *Shewanella* (30). O tratamento com HPP a 100 MPa e 5°C por 30 min inativa efetivamente essas bactérias (31). Em geral, as bactérias gram-negativas possuem maior suscetibilidade ao HPP em comparação com as bactérias gram-positivas devido à complexidade das membranas celulares gram-negativas, com exceção da *Escherichia coli* O157 (32).

De acordo com Murchie et al. (2005) (32), os esporos bacterianos são altamente resistentes à inativação por HPP, por exemplo, esporos de *Clostridium botulinum* podem sobreviver a condições extremas de tratamento (827 MPa por 30 min a 75 °C), porém, o uso de tratamentos oscilatórios de HPP, onde uma HPP menor favorece a germinação dos esporos permitindo sua inativação por um ciclo subsequente em uma HPP maior tem se mostrado bem sucedido.

Listeria Monocytogenes é um patógeno que pode causar uma doença grave, é parcialmente inativada por HPP até 250 MPa por 20 min a 9 °C em salmão defumado (33). Na pasta de cavala, *Listeria Monocytogenes* é completamente inativada no salmão defumado a frio após 10 segundos entre 700 e 900 MPa (34).

A inativação de espécies de *Vibrio* associadas com ostras cruas também é garantida por uma combinação de HPP (200-250 MPa) e temperaturas amenas (40°C-45°C) que reduziram *Vibrio parahaemolyticus* e *Vibrio vulnificus* a níveis não detectáveis (35).

Os lipídios de peixes têm um conteúdo único de ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs) da família ômega-3. Numerosos benefícios para a saúde foram associados a altos níveis de PUFAs na dieta, entretanto a hidrólise lipídica produz um acúmulo de ácidos graxos livres (AGLs) que pode resultar na aceleração da oxidação lipídica, alterações na textura muscular e desenvolvimento de odor desagradável, levando finalmente à redução do prazo de validade (36).

Pesquisas mostraram que aplicando HPP como tratamento antes do congelamento e armazenamento congelado, foi obtida uma redução na formação de AGL a uma pressão de 300 ou 450 MPa, enquanto a 150 MPa, o efeito inibitório foi aparente apenas após 3 meses de armazenamento (36).

Assim, o HPP confere aos alimentos frescos sabores naturais à medida que é exigido pelos consumidores e torna-se muito útil como uma tecnologia de preservação pós-embalada para produtos de peixes inteiros ou fatiados prontos para comer (6).

CAMPOS ELÉTRICOS PULSADOS

A técnica de campo elétrico pulsado (CEP) é uma técnica não-térmica usada na indústria para a conservação de alimentos e consiste em um tratamento elétrico de curto tempo (de vários nanossegundos a vários milissegundos) com intensidade de campo elétrico de pulso variando de 100-300 V/cm a 20-80 kV/cm (37, 38, 23).

O tratamento CEP é conduzido em temperatura ambiente, subambiente, ou ligeiramente acima da temperatura ambiente por menos de 1 s, na forma de pulsos exponencialmente decadentes, de onda quadrada, bipolar ou oscilatório e a perda de energia devido ao aquecimento dos alimentos é minimizada. Em campos elétricos elevados (>20 kV/cm), pode constituir uma alternativa ao processamento térmico tradicional para inativar microrganismos patogênicos e enzimas relacionadas à qualidade (39).

Barba et al. (2015) (40) afirma que com a aplicação do CEP na indústria é vantajosa porque, além da praticidade e economicidade é possível melhorar a funcionalidade, capacidade de extração e recuperação de compostos nutricionalmente valiosos, bem como a biodisponibilidade de micronutrientes e componentes em uma grande variedade de alimentos, de maneira que, com o uso de CEP a qualidade dos alimentos seria maior, além de ser possível observar maior tempo de prateleira dos produtos comercializados.

O uso do CEP permite que o consumidor tenha acesso à um alimento de maior qualidade, e por isso essa é uma tecnologia considerada superior aos tradicionais métodos baseados em processamento térmico, e ainda apresentam menor gasto energético. A indústria de peixe tem investido tanto recurso humanos quanto financeiros em pesquisas, e os dados disponíveis até o momento têm demonstrado a compensação que esta tecnologia tem dado ao setor alimentar (40, 37). No comércio internacional, mesmo tendo tido seu uso limitado por vários anos, tem se observado uma ampla gama de usos do CEP, principalmente devido ao desenvolvimento de geradores de energia de pulso.

Até onde sabe-se, o efeito do CEP na descontaminação de peixes é escasso. Segundo Guerrero-Beltran e Welti-Chanes (2016) (41), os produtos de carne e peixe não resistem à força do CEP além de 10 kV/cm, pois a maior intensidade tende a alterar a textura muscular. Isso está de acordo com Gudmundsson e Hafsteinsson (2001) (42), que investigaram o efeito do CEP e sua combinação com a alta pressão na microestrutura de ovas de salmão e peixe-lapa. Eles concluíram que a baixa intensidade de campo (menos de 2 kV/cm e 20-40 pulsos) foi eficaz para diminuir o crescimento microbiano, mas a textura e a microestrutura do salmão foram afetadas negativamente. No entanto, constatou-se que a textura e a microestrutura das ovas de peixe-lapa, não foram afetadas mesmo após o tratamento de CEP de 12 kV/cm e 12 pulsos, provavelmente por causa das três camadas principais da membrana, que oferece muita resistência e proteção. Portanto, o tratamento com CEP pode ser valioso como um pré-tratamento para ovas e para extrair substâncias de resíduos da indústria pesqueira (23).

No Brasil ainda são poucas as pesquisas para a aplicação dessa técnica em produtos provenientes da piscicultura.

CONCLUSÃO

Produtos de pescado estão sendo solicitados pelos consumidores devido a suas propriedades sensoriais e seus componentes saudáveis. Os consumidores modernos preferem atributos diversificados e tem muito interesse em alimentos mais nutritivos. Dessa forma, as comunidades científicas e as indústrias estão respondendo às demandas por meio de tecnologias inovadoras. Dentre todos os processamentos emergentes, o processamento em alta pressão, ainda segue sendo o tratamento térmico mais bem sucedido, pois tem se mostrado efetiva na inativação da deterioração e de microrganismos patogênicos, enquanto mantém as propriedades nutricionais e sensoriais. No entanto, a implementação e aplicação destas tecnologias pelos produtores ainda é um desafio.

REFERÊNCIAS

1. Soares K, Gonçalves A. Qualidade e segurança do pescado. Ver. Inst. Adolfo Lutz (Impr.), São Paulo, v. 71, n. 1, 2012.
2. Kirchner RM, Chaves MA, Slinske J, Essi L, Scherer ME, Durigon EG. Análise da produção e comercialização do pescado no Brasil. Revista Agroambiente. 2016; 10:168.
3. Oetterer M, Savay-da-Silva LK, Galvão JA. Tecnologias emergentes prolongam características do pescado *in natura*. Visão agrícola, Piracicaba. 2012; 8:142-144.
4. Santos RB, Silva JM, Silva CS, Nascimento MS, Santos TMC, Costa JHQ. Qualidade Microbiológica de Alimentos *in natura* minimamente processados. Global Science and Technology. 2019; 12:43-52.
5. Nagarajarao RC. Recent advances in processing and packaging of fishery products: A review. Aquatic Procedia. 2016; 7:201-213.

6. Banerjee R, Verma AK. Minimally Processed Meat and Fish Products. In: Siddiqui M., Rahman M. (eds) Minimally Processed Foods. Food Engineering Series. Springer, Cham. 2015.
7. Xiao HW, Pan Z, Deng LZ, El-Mashad HM, Yang XH, Mujumdar AS, Gao ZJ, Zhang Q. Recent developments and trends in thermal blanching – A comprehensive review. *Information Processing in Agriculture*. 2017; 4:101–127.
8. Lloyd BK, Farkas BE, Keener KM. Characterization of radiant emitters used in food processing. *J Micro Power Electromagn Energ*. 2003; 38:213–224.
9. Ranjan R, Irudayaraj J, Jun S. Simulation of infrared drying process. *Dry Technology*. 2002; 20:363.
10. Staack N, Ahne L, Borch E, Knorr D. Effect of infrared heating on quality and microbial decontamination in paprika powder. *Journal of Food Engineering*. 2008; 86:17–24.
11. Huang LH. Infrared surface pasteurization of turkey frankfurters. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2004; 5:345–351.
12. Delfiya DS, Murali S, Alfiya PV, Manoj P. Infrared (IR) Radiation for Fish Preservation. *Fish Tech. Rep*. 2018; 4:33-34.
13. Cappato LP, Ferreira MVS, Guimarães JT, Portela JB, Costa, ALR, Freitas MQ et al. Ohmic heating in dairy processing: Relevant aspects for safety and quality. *Trends in Food Science & Technology*. 2017; 62:104-112.
14. Gavahiana M, Tiwari BK, Chu YH, Ting YW, Farahnaky A. Food texture as affected by ohmic heating: Mechanisms involved, recent findings, benefits, and limitations. *Trends in Food Science & Technology*. 2019; 86:328–339.
15. Ito R, Hamada-Sato N. Innovative food processing technology using ohmic heating and aseptic packaging for meat. *Meat Science*. 2014; 96:675–681.
16. Jakób A, Bryjak J, Wójtowicz H, Illeová V, Annus J, Polakovic M. Inactivation kinetics of food enzymes during ohmic heating. *Food Chemistry*. 2010; 123:369–376.
17. Nascimento K, Reis I, Rebello F. Utilização do aquecimento ôhmico no processamento de alimentos. *Revista Verde*. 2014; 9:62 – 67.
18. Pires RPS, Guimarães JT, Barros CP, Balthazar CF, Chinha AIA, Freitas MQ et al. Ohmic heating for infant formula processing: Evaluating the effect of different voltage gradient. *Journal of Food Engineering*. 2020; 280:109-989.

19. Pereira RN, Rodrigues RM, Teixeira JA, Vicente AA. Aquecimento Ôhmico: uma ferramenta ao serviço da biotecnologia. *Boletim de Biotecnologia*. Centre for Biological Engineering Portugal, 2015;41-43.
20. Shirsat N, Lyng J, Brunton NP, Mckenna BM. Ohmic processing: electrical conductivities of pork cuts. *Meat Sci*. 2004; 67:507-514.
21. Richa R. Ohmic Heating Technology and Its Application in Meaty Food: A Review. *Adv. Res*. 2017; 10:1–10.
22. Yelian M Jie YC, AkinorI N. Studies on the ohmic thawing of frozen surimi food sci. *Technol. Res*. 2007; 13:296-300.
23. Zhao YM, Alba M, Sun DW, Tiwari B. Principles and recent applications of novel nonthermal processing technologies for the fish industry - a review. *Food Science and Nutrition*. 2019; 59:728-742.
24. Roberts JS, Balaban MO, Luzuriaga DA. Comparison of quality attributes of ohmic and water immersion thawed shrimps. *Journal of Aquatic Food Product Technology*. 2002; 11:3–11.
25. Lascorz D, Torella E, Lyng J, Casabona CA. The potential of ohmic heating as an alternative to steam for heat processing shrimps. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2016; 37:329-335.
26. Rosnes JT, Skipnes D. Minimal Heat Processing Applied in Fish Processing. In: *Trends in Fish Processing Technologies*; Borda, D., Nicolau, A., Raspor, P., Eds.; CRC Press, Taylor & Francis Group: Boca Raton, FL, USA. 2017.
27. Simonin H, Duraton F, Lamballerie M. New insights into the high-pressure processing of meat and meat products. *Food Science and Food Safety*. 2012; 11:285-306.
28. Cruz-Romero M, Kelly AL, Kerry JP. Effects of High-Pressure Treatment on the Microflora of Oysters (*Crassostrea gigas*) during Chilled Storage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2008; 9:441–7.
29. Wang CY, Huang HW, Hsu CP, Yang BB. Recent Advances in Food Processing Using High Hydrostatic Pressure Technology. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2015; 56:527-540.
30. Truong BQ. Advances in High- Pressure Processing of Fish Muscles. *Food Engineering Reviews*. 2015; 7: 109–29.
31. Amanatidou A, Schlüter O, Lemkau K, Gorris LGM, Smid EJ, Knorr D. Effect of Combined Application of High Pressure Treatment and Modified Atmospheres on the Shelf Life of Fresh Atlantic Salmon. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2000; 1:87–98.

32. Murchie LW, Cruz-Romero M, Kerry JP, Linton M, Patterson MF, Smiddy M et al. High Pressure Processing of Shellfish: A Review of Microbiological and Other Quality Aspects. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2005; 6:257–70.
33. Lakshmanan R, Dalgaard P. Effects of High-Pressure Processing on *Listeria monocytogenes*, Spoilage Microflora and Multiple Compound Quality Indices in Chilled Cold-Smoked Salmon. *Journal of Applied Microbiology*. 2004; 96:398–408.
34. Gudbjornsdottir B, Jonsson A, Hafsteinsson H, Heinz V. Effect of High-Pressure Processing on *Listeria* Spp. and on the Textural and Microstructural Properties of Cold Smoked Salmon. *LWT Food Science and Technology*. 2010; 43:366–74.
35. Long F, Yang X, Wang R, Hu X, Chen F. Effects of Combined High Pressure and Thermal Treatments on the Allergenic Potential of Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Tropomyosin in a Mouse Model of Allergy. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2015; 29: 119–24.
36. Vázquez M, Torres JA, Gallardo JM, Saraiva J, Aubourg SP. Lipid Hydrolysis and Oxidation Development in Frozen Mackerel (*Scomber scombrus*): Effect of a High Hydrostatic Pressure Pre-Treatment. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2013; 18: 24–30.
37. Buckow R, Ng S, Toepfl S. Pulsed Electric Field Processing of Orange Juice: A Review on Microbial, Enzymatic, Nutritional, and Sensory Quality and Stability. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2013; 12:455-467.
38. Koubaa M, Roselló-Soto E, Zlabur JS, Jambrak AR, Brncic M, Grimi N et al. Current and new insights in the sustainable and green recovery of nutritionally valuable compounds from stevia rebaudiana bertonii. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2015; 63:6835-6846.
39. Sánchez-vega R, Elez-Martinez P, Martín-Belloso O. Influence of high-intensity pulsed electric field processing parameters on antioxidant compounds of broccoli juice. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2015; 29:70-77.
40. Barba FJ, Parniakov O, Pereira SA, Wiktor A, Grimi N, Boussetta N. Current applications and new opportunities for the use of pulsed electric fields in food science and industry. *Food Research International*. 2015; 77:773–798.
41. Guerrero-Beltrán JÁ, Welti-Chanes J. Pulsed electric Fields. *Encyclopedia of Food and Health*. 2016; 561-565

42. Gudmundsson M, Hafsteinsson H. Effect of electric field pulses on microstructure of muscle foods and roes. Trends in Food Science & Technology. 2001; 12:122-128.

A brown cow is grazing in a lush green field. The background shows a line of trees and a sky with soft, white clouds. A dark green vertical bar is on the left side of the image, and a dark green horizontal bar is in the middle, containing the title text.

PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-96>

Capítulo 96

ADIÇÃO DE FRUTAS NA PRODUÇÃO DE CERVEJA: REVISÃO

**Aline Finatto Alves¹; Márcia Liliane Rippel Silveira²; Vanessa Pires da Rosa³,
Andréia Cirolini⁴**

¹Tecnóloga em Alimentos – UFSM; E-mail: aline_finatto@yahoo.com.br

²Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos – DTA/CCR – UFSM. E-mail:
marciarippel@gmail.com

³Docente Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. E-mail: vanessa.rosa@ufsm.br

⁴Docente Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. E-mail:
andreiacirolini@gmail.com

RESUMO: A cerveja, apreciada por muitos e ganhando cada vez mais consumidores, é a bebida alcoólica mais consumida no Brasil. O constante e exponencial crescimento deste mercado, juntamente com a busca por produtos diferenciados, faz com que a cerveja seja produzida com além de seus quatro ingredientes básicos. As frutas são alimentos ricos nutricionalmente, possuem cores, aromas, texturas e sabores únicos, e nosso país possui uma diversidade frutífera em todas as suas regiões. O uso de adjuntos na produção de cerveja é permitido em até 45% o peso em relação ao extrato primitivo, seu uso busca melhorar as características sensoriais, organolépticas e físico-químicas da bebida, além de reduzir custos de produção. Um ingrediente em potencial usado como adjunto no processo cervejeiro são as frutas, pois além de sua contribuição em fornecer cores, sabores, aromas, texturas, macro e micronutrientes e compostos fenólicos para a cerveja, elas possuem açúcares fermentescíveis que contribuem no processo de fermentação da cerveja. Diante disso, este estudo faz uma revisão de literatura, através de um levantamento bibliográfico considerando trabalhos que avaliam o uso de frutas na produção, evidenciando o que é a cerveja e a importância da utilização desses adjuntos em seu processo produtivo.

Palavras-chave: adjunto; artesanal; cerveja; fruta; produção

INTRODUÇÃO

A cerveja é a bebida alcoólica mais contemplada, sendo ela capaz de transformar relações em grupos sociais, e também alterar o contexto regional onde inserida (1).

Os padrões de identidade e qualidade para cerveja no Brasil são estabelecidos pela Instrução Normativa N° 65, de 10 de dezembro de 2019 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Esta normativa define cerveja como a bebida resultante da fermentação, a partir da levedura cervejeira, do mosto de cevada malteada ou de extrato de malte, submetido previamente a um processo de cocção adicionado de lúpulo ou extrato de lúpulo, hipótese em que uma parte da cevada malteada ou extrato de malte poderá ser substituído parcialmente por adjunto cervejeiro em até 45% o peso em relação ao extrato primitivo. São considerados adjuntos cervejeiros os cereais malteados ou não

malteados; o mel; e os ingredientes de origem vegetal fontes de amido e de açúcares, todos aptos para o consumo humano como alimento (2).

As frutas são consideradas adjuntos cervejeiros que conferem cor, sabor, aroma, textura e podem agregar valor nutricional à cerveja. Assim, podemos dizer que a adição de frutas na cerveja contribui para a diversidade na bebida (3). As Fruit Beers são as cervejas com adição de frutas modificando seu estilo ou elaboradas a partir de uma cerveja base (4).

O Brasil apresenta uma vasta variedade de frutas, principalmente nativas, que podem ser utilizadas na fabricação de cervejas, agradando diversos paladares, bem como incentivando o consumo e a valorização da fruticultura no país (5). Frente a este cenário e o uso de frutas na fabricação de cerveja, no ano de 2015, a Catharina Sour, primeiro estilo brasileiro de cerveja, foi adicionada aos estilos provisórios do Beer Judge Certification Program. Ela surgiu baseada no estilo alemão Berliner Weisse, porém com adição obrigatória de frutas. A fruta em sua composição é valorizada e evidenciada, destacando o seu sabor, aroma e sua coloração (4).

A importância econômica e cultural da cerveja tem estimulado o desenvolvimento de pesquisas sobre a bebida. Na literatura científica são encontrados diversos estudos referentes ao tema, havendo trabalhos com diferentes frutas adicionadas a este produto.

Diante disso, este estudo qualitativo faz uma revisão de literatura, através de um levantamento bibliográfico conceituando a cerveja e sua origem, bem como suas matérias-primas e fabricação; e a importância da utilização de frutas em seu processo produtivo, evidenciados em trabalhos realizados avaliando seu uso.

Para a realização deste trabalho foram realizadas pesquisas bibliográficas como forma de metodologia de embasamento e respaldo teórico. Foram selecionados artigos científicos, dissertações e teses, sendo essas produções entre os anos de 2009 e 2021, que evidenciaram a prática da utilização de frutas na fabricação de cervejas. Para realização da pesquisa foram utilizadas as palavras-chave adjunto, artesanal, cerveja e frutas, sendo a linguagem adotada para a pesquisa o português e o inglês.

CERVEJA

A origem da cerveja não é concreta, apesar das diversas teorias sobre sua origem, muitos acreditam que sua descoberta foi acidental, quando foi verificado que os cereais fermentados produziam uma bebida de sabor agradável. No entanto, pesquisas evidenciam que a Revolução Neolítica, passagem da coleta para a domesticação de plantas e animais, ocorreu por responsabilidade das mulheres, assim como a criação de ferramentas e a invenção da agricultura. Sendo assim, a ideia de que a cerveja surgiu acidentalmente começa a se tornar questionável. Mas, o que sabemos é que a cerveja é a bebida milenar fermentada mais antiga e consumida no mundo (6; 7; 8).

Sem o conhecimento da atuação das leveduras na produção da cerveja, em 23 de abril de 1516, o duque da Baviera, Guilherme IV, promulgou a “lei da pureza alemã” (Reinheitsgebot), a primeira legislação da Alemanha referente à cerveja, instituindo que a bebida em questão deveria ser produzida apenas de cevada, lúpulo e água. A lei excluía a utilização de outros cereais, especiarias e ervas da época como o gruit (9).

No Brasil o decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que dispõe a padronização, classificação, registro, inspeção, produção e a fiscalização de bebidas no país, define a cerveja como “resultante da fermentação, a partir da levedura cervejeira, do mosto de cevada malteada ou de extrato de malte, submetido previamente a um processo de cocção

adicionado de lúpulo ou extrato de lúpulo, hipótese em que uma parte da cevada malteada ou do extrato de malte poderá ser substituída parcialmente por adjunto cervejeiro” (10).

De acordo com o jornalista britânico Michael Jackson, os cervejeiros costumam classificar a cerveja pelo seu tipo de fermentação, sendo elas: cervejas Ales, fermentadas em temperaturas de 18 a 20°C (de alta fermentação); cervejas Lagers, fermentadas em temperaturas de 10 a 12°C (de baixa fermentação); cervejas de fermentação espontânea (sem inoculação de microrganismo); e há ainda as cervejas de fermentação mista (utilizando mais de um microrganismo para realizar a fermentação) e a fermentação híbrida (onde leveduras Ale fermentam em condições de leveduras Lagers e vice-versa) (11).

O uso de frutas na produção cervejeira no Brasil pode ter sido inspirado na Escola Franco-Belga, uma vez que esta é caracterizada por suas cervejas ousadas, complexas e de muita criatividade através da adição de frutas, cascas de frutas, sementes, especiarias, mel e o uso da fermentação espontânea (12). O Brasil ainda não possui uma escola própria, no entanto, a cultura cervejeira no país está em crescimento, resgatando a arte e buscando desenvolver uma identidade nacional para esta bebida milenar. A Catharina Sour é um exemplo, sendo um estilo totalmente brasileiro, onde o uso de frutas em sua fabricação é obrigatório, conferindo o aroma e sabor da fruta utilizada na sua produção.

PROCESSO DE PRODUÇÃO DA CERVEJA

O processamento da cerveja, de modo geral, pode ser dividido em três fases: a primeira fase é a produção do mosto, onde fazem parte os processos de moagem do malte, mosturação, filtração e cozimento; a segunda fase consiste na etapa fermentativa, abrangendo a fermentação e a maturação; e a terceira é a fase de acabamento, ou seja, a filtração, carbonatação e o envase da bebida (13).

MATÉRIA-PRIMA

Do ponto de vista quantitativo, a água é a matéria-prima mais importante na fabricação de cerveja, representando cerca de 90% de sua composição (14). Ela é responsável por diversas reações químicas que ocorrem no processamento, sendo assim sua composição físico-química, bem como seu ajuste, é de extrema importância na elaboração da bebida, pois possibilita a criação dos mais diversos estilos de cerveja. A água deve ser de excelente qualidade e livre de contaminações, cores, sabores e odores (15).

O malte é responsável pela formação de cor, aroma e sabor da bebida, além de estar diretamente relacionado com o seu teor alcoólico. O cereal mais utilizado é a cevada, devido sua casca insolúvel que protege o grão de danos e que posteriormente durante a produção de cerveja, formará uma camada filtrante durante o processo de clarificação; além de ser rica em amidos, possui alto teor de proteínas que irão fornecer os aminoácidos necessários para o crescimento da levedura e substâncias nitrogenadas que desenvolvem um papel importante na formação da espuma (13; 16).

O lúpulo (*Humulus lupulus* L.) é uma planta dioica. No entanto, somente as femininas são de interesse industrial por apresentarem glândulas de lupulina, que possuem óleos essenciais e resinas amargas que serão responsáveis pela caracterização do aroma e amargor da cerveja. Considerado como conservante natural da bebida, o lúpulo, através de suas substâncias amargas, preserva a cerveja a partir da sua ação antimicrobiana principalmente sobre bactérias Gram positivas (17).

As leveduras são microrganismos unicelulares, eucariotos pertencentes ao reino Fungi, não filamentosas, podendo ser aeróbicas ou anaeróbicas facultativas. Na fabricação de cerveja as leveduras mais utilizadas são do gênero *Saccharomyces* devido seu alto poder fermentativo e tolerância ao etanol. Elas são responsáveis por converter os açúcares em etanol e gás carbônico, gerando sabor e aroma na cerveja através da sua fermentação. Dentre as diversas espécies de *Saccharomyces*, as de maior importância na produção cervejeira são a *Saccharomyces cerevisiae*, responsável pela fabricação de cervejas Ale; e a *Saccharomyces pastorianus*, responsável pela fabricação de cervejas Lager (18).

Os adjuntos são os carboidratos não malteados fontes de açúcares fermentescíveis, como o arroz, milho, aveia, especiarias, frutas e ervas. Eles são utilizados na indústria cervejeira com o intuito de diminuir custos de produção e melhorar as características organolépticas e físico-químicas da cerveja (19).

FRUTAS NA CERVEJA

O consumidor de cerveja, principalmente se tratando da artesanal, demonstra uma preocupação mais direta com a qualidade do produto do que com seu preço. Além disso, há uma crescente procura por produtos diferenciados e também uma tendência mundial o consumo de cervejas com frutas, inclusive por pessoas que até então não consumiam a bebida. Esse aumento da demanda vem atraindo a atenção de pesquisadores no desenvolvimento de novas cervejas e a valorização das frutas como adjunto cervejeiro satisfazendo o mercado (20; 21).

As frutas contribuem com seus compostos fenólicos como as antocianinas e flavonoides, além de seus macro e micronutrientes. Esses compostos possuem atividade antioxidante que garante ação inibitória dos radicais livres, os quais estão relacionados com doenças crônicas e o câncer (22).

As formas mais comuns de adicionar as frutas são *in natura* e/ou congeladas, polpas e extratos, estes últimos mais baratos, porém podendo se apresentar artificial devido aos seus processamentos de fabricação. De acordo com a forma que a fruta for adicionada ao mosto ou na cerveja ela irá agregar diferenças físico-química e sensorial na bebida (23).

A etapa de fabricação em que a fruta é adicionada varia de acordo com o cervejeiro e com o resultado final esperado. Porém, existem quatro momentos adequados para tal adição: ao final da fervura; durante a fermentação; durante a maturação e ao envase. Adicionar no final da fervura contribui na eliminação de microrganismos presentes na fruta, assim como permite uma melhor conversão dos seus açúcares em álcool; no entanto, a fervura vigorosa pode liberar a pectina que irá conferir um amargor indesejável e deixar a cerveja turva, além disso, compostos de aroma e sabor serão volatilizados. Uma das etapas mais usuais é durante a fermentação, uma vez que neste momento todos os açúcares da fruta serão consumidos pela levedura, evitando uma posterior fermentação, e mais sabores e aromas serão agregados na cerveja. O cuidado deve ser maior quanto ao risco de contaminação, assim, recomenda-se a adição da fruta após três dias de fermentação para que haja presença de álcool no mosto, e também para que não aconteça competição microbiológica. As etapas de maturação e envase conferem um sabor mais residual da fruta na bebida. No entanto, existe o risco de supercarbonatação, devido a grande concentração de açúcar da fruta que não foi fermentado, além de possível contaminação (24).

A adição de frutas durante o processo de fermentação extrai compostos bioativos, contribuindo no aumento do conteúdo antioxidante da cerveja. Sendo assim, podemos dizer que as frutas adicionadas nesta etapa proporcionam uma melhor qualidade nutricional na

bebida, conferindo efeitos benéficos ao consumidor devido as maiores quantidades de polifenóis e atividade antioxidante (25; 26).

MERCADO DE CERVEJA NO BRASIL

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de cerveja, com produção em torno de 13 bilhões de litros por ano, ocupando a 17^a posição quando falamos de consumo per capita. Em 2019 foram registradas 320 novas cervejarias no país, alcançando a marca de 1.209 empresas registradas. O crescimento no número de estabelecimentos é constante e se mostra superior a 35% quando analisado os últimos cinco anos. O número de registros de cervejarias no MAPA mostrou um aumento contínuo, chegando à marca de 9.950 registros. Mais de 80% dos estabelecimentos estão localizados na região Sul e Sudeste (27).

Estudos têm mostrado que as pessoas que apresentam um consumo de álcool moderado, em bebidas como a cerveja, podem ter benefícios para a saúde, minimizando a ocorrência de doenças cardiovasculares, diferente das pessoas que não consomem ou consomem em alta quantidade (28).

Uma tendência no ramo cervejeiro, principalmente as artesanais, é a produção de cervejas com adição de frutas, com destaque no sul do Brasil, mas ganhando seu espaço nas demais regiões do país (29).

PESQUISAS E PRODUÇÃO CERVEJAS COM ADIÇÃO DE FRUTAS

Diversos estudos realizados através da produção de cerveja avaliam a aceitação sensorial, a composição físico-química, nutricional e a qualidade microbiológica a partir da inserção das mais variadas frutas nesta bebida. Nesse sentido, no Brasil já existem grandes e pequenas cervejarias produzindo e comercializando cervejas com uso de frutas, se mostrando um mercado em potencial.

Foram desenvolvidas cervejas artesanais não pasteurizadas com adição de amora preta (*Cv. Tupy*) *in natura*, congelada e triturada no momento de uso, a fim de agregar valor ao produto. Foi produzida uma amostra controle sem adição da fruta e outras três amostras com diferentes concentrações (10, 20 e 30%) da polpa que foi adicionada na etapa de fermentação da cerveja. Foram avaliadas quanto as suas características físico-químicas (sólidos solúveis totais, acidez total titulável, amargor, cor, antocianinas totais, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante), e à avaliação sensorial (testes sensoriais de ordenação) para a intensidade da cor rosada, odor frutado e preferência sensorial. Através do resultado das análises foi constatado que a adição de amora tornou a cerveja mais ácida e com maior teor de antioxidante quando comparada a controle, e as cervejas com 20 e 30% da fruta foram as preferidas. Mostrando assim, uma possível alternativa de um produto com maior valor agregado (30).

Cervejas artesanais com uso de acerola e abacaxi foram produzidas buscando trazer uma nova alternativa de nicho ao mercado e o aumento das características funcionais da bebida. A cerveja foi produzida em escala laboratorial e as porcentagens de polpa das frutas definidas por delineamento inteiramente casualizado, as frutas foram fracionadas em três concentrações diferentes (10, 15 e 20% de ambas), e adicionadas na etapa de envase da bebida. Após o período de maturação, a cerveja foi pasteurizada em banho-maria. As amostras foram submetidas à análise físico-química (extrato real, primitivo e aparente; teor alcoólico; pH; cinzas; acidez total, fixa e volátil), microbiológica (bolores e leveduras; coliformes totais e termotolerantes) e análise sensorial avaliando os atributos de cor, aroma,

sabor, corpo e aceitação global através de testes afetivos utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos. Os resultados se mostraram satisfatórios para o uso das polpas de abacaxi e acerola na busca de uma alternativa viável na produção de cerveja com frutas, definindo uma cerveja ácida e frutada. Através dos resultados da análise sensorial foi observado que a amostra com maior concentração de frutas foi a de melhor aceitação (20).

Em uma pesquisa foi utilizada banana como adjunto do malte e aromatizante natural nas cervejas elaboradas. A adição da fruta foi na etapa de fermentação da bebida e foram realizadas análises físico-química e sensorial, comparando com as cervejas do mercado brasileiro. Foi observado que em relação aos testes de preferência, as cervejas com banana foram estatisticamente preferidas em relação às comerciais; nos testes de aceitação não houve diferença significativa entre elas, mostrando serem aceitas (31).

Através da produção de cervejas artesanais com adição de atemoia e sapoti em sua composição, avaliaram-se seus parâmetros físico-químicos. Foram elaboradas três cervejas, uma sem adição de fruta (controle), uma com 8,5% de polpa de atemoia e a outra com 17% de polpa de sapoti. Ambas as polpas foram adicionadas durante a fermentação da bebida e os resultados mostraram que a adição das frutas aumentou o teor alcoólico das cervejas em relação à cerveja controle. Além disso, as cervejas com frutas mostraram um aumento no teor de compostos fenólicos totais, bem como sua atividade antioxidante. Assim, o uso das frutas atemoia e sapoti mostraram-se viáveis na produção das cervejas, valorizando a composição da bebida (32).

A elaboração de cerveja com adição de umbu-cajá e canela na maturação por dez dias foi avaliada quanto seus parâmetros físico-químicos e sensoriais durante sessenta dias de armazenamento. Observou-se nos resultados que a bebida apresentou variações físico-químicas e as variáveis pH e densidade foram as mais influenciadas no armazenamento, ainda estando dentro dos limites estabelecidos na legislação, com exceção do extrato primitivo. Na análise sensorial houve boa aceitação e intenção de compra na hipotética comercialização. Assim, a cerveja com umbu-cajá se mostrou viável no mercado (33).

Uma pesquisa produziu cervejas utilizando suco de laranja como adjunto de malte, na forma de suco pasteurizado e suco concentrado. Foram adicionadas na cerveja proporções de 10, 25 e 45%, e então realizadas análises de concentração e viabilidade celular, pH, consumo de extrato e formação de etanol ao longo da fermentação. Ainda, houve análise sensorial para estabelecer qual a melhor forma de suco e sua concentração para então realizar uma produção de maior escala. Os resultados evidenciaram que a cerveja com 10% de suco de laranja concentrado foi a melhor avaliada e então reproduzida e uma nova análise sensorial feita para comparar com cervejas comerciais. Através do resultado desta análise sensorial foi constatado que a cerveja com suco concentrado de laranja obteve aceitação igual às duas cervejas comerciais utilizadas no estudo e sua intenção de compra superior à cerveja comercial denominada “A” (34).

A polpa do fruto da juçara (*Euterpe edulis* Mart.) foi utilizada na produção de uma cerveja artesanal e um estudo avaliou a sua adição nas etapas de brassagem, fermentação e maturação em três diferentes concentrações (10, 20 e 40%). Cinco tratamentos distintos e um controle foram analisados quanto ao pH, sólidos solúveis totais, cor, concentração de células viáveis durante a fermentação, teor de álcool, teor de glicerol, teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante. O maior teor de fenólicos totais foi encontrado no tratamento de 40% de polpa adicionada na fermentação, seguido pelo tratamento 20% de polpa adicionada na maturação. Em relação à atividade antioxidante, a amostra com 40% de polpa adicionada na fermentação mostrou um enriquecimento de 331,5% em relação à amostra controle. A cerveja com 40% de polpa adicionada na fermentação apresentou os

maiores resultados relacionados à cor, fenólicos totais e atividade antioxidante, enquanto que a cerveja com adição de 20% de polpa na maturação apresentou os melhores resultados em termos de rendimento. Sendo assim, o uso de polpa do fruto da Juçara possui potencial para fins de enriquecimento do perfil bioativo da bebida (35).

O fruto de camu-camu, de alto potencial socioeconômico e nutricional, foi ingrediente em um processo de produção de cerveja. Com o objetivo de agregar vitamina C na cerveja, foi adicionada 200g do fruto nos cinco minutos finais da etapa de fervura. Para quantificar o teor de ácido ascórbico na cerveja foi realizada análise em HPLC com detector de arranjo de diodos, onde foi avaliado e comparado o teor em uma cerveja controle (sem o fruto) em relação à cerveja piloto de estilo witbier (com a fruta em questão) e uma cerveja comercial estilo witbier. Constataram que nas cervejas controle e comercial não havia ácido ascórbico, no entanto, na cerveja artesanal com fruto de camu-camu encontrou-se uma concentração significativa e promissora do mesmo ácido (36).

Uma cerveja artesanal do estilo Catharina Sour adicionada de 10% de polpa de araçá-boi na etapa de fermentação foi elaborada e analisada quanto aos seus parâmetros físico-químico e sensorial através de um painel de degustadores e sommeliers profissionais do ramo cervejeiro. Todos os parâmetros avaliados atenderam as especificações do guia de estilos BJCP. Dessa forma, o araçá-boi é compreendido como uma excelente alternativa para a produção de Catharina Sour, pois além de agregar suas características sensoriais contribui para os padrões estabelecidos do estilo (37).

Foi desenvolvido um trabalho avaliando a adição de pitaya da polpa vermelha na produção de cerveja. A adição da fruta foi feita em diferentes tratamentos variando sua concentração (20 e 30g/L) e seu momento de adição (fermentação e maturação). Foi realizado um tratamento controle para comparação de análises físico-químicas e as cervejas produzidas foram caracterizadas em relação aos compostos fenólicos, pH, acidez, sólidos totais, teor alcoólico e cor. Os resultados mostraram que a pitaya contribuiu com uma maior concentração no teor de compostos fenólicos totais e com características desejáveis na cerveja, não comprometendo demais parâmetros, tornando-se uma alternativa na diversificação de produção de cerveja (38).

Foi desenvolvida uma pesquisa através da análise sensorial de cervejas artesanais com adição de frutas e cervejas frutadas, avaliadas com teste de aceitação de escala hedônica de nove pontos. Foram analisadas quatro amostras de diferentes sabores e fabricantes para avaliar o grau de aceitação dos diferentes estilos de cerveja, sendo a primeira com adição de caju e manga, a segunda com adição de cereja, a terceira elaborada com maracujá e a quarta sem adição de frutas, mas com aroma frutado e cítrico. A partir dos resultados, foi observado que as amostras analisadas não apresentaram diferença significativa entre seus atributos. Porém, quanto à impressão global, houve diferença significativa, sendo a amostra com adição de maracujá a de maior aceitação e a amostra sem adição de frutas a com menor aceitação. Ainda na pesquisa, foi elaborada uma cerveja com adição de graviola na etapa de fermentação e avaliaram seus parâmetros físico-químicos de acidez, teor alcoólico, pH e cor que encontraram-se dentro dos padrões de qualidade estabelecidos, apresentando uma característica ácida. Diante dos resultados, concluiu-se que as cervejas com a adição de frutas são bem aceitas pelos consumidores, além de não alterarem suas características físico-químicas (39).

Um trabalho utilizando o abricó como adjunto do malte na produção de cerveja foi desenvolvido avaliando quatro parâmetros: o pH, a densidade, o Brix e a acidez; além de sua aceitação sensorial. A fruta foi adicionada durante a etapa de fervura e as análises físico-químicas realizadas durante 312 horas. Os resultados evidenciaram que houve total

conversão do açúcar em etanol e gás carbônico e o teste sensorial apresentou boa aceitação com média superior a sete, em escala hedônica de nove pontos, e a maioria dos provadores alegaram que comprariam o produto. A presença da fruta de abricó contribuiu positivamente na composição do mosto cervejeiro, pois conferiu um aumento de açúcares para o processo fermentativo e também forneceu um novo sabor agradável a bebida (40).

CONCLUSÕES

Através desta revisão foi possível visualizar a importância e a crescente utilização das frutas em diferentes etapas da produção de cerveja, compreendendo nessa adição a melhoria da qualidade nutricional, organoléptica e sensorial da bebida. Além disso, é possível fomentar um mercado que está em constante crescimento, possibilitando a produção de novos produtos diferenciados com valor agregado em relação aos produtos já inseridos e difundidos entre o consumidor. Sendo assim, as frutas são ingredientes em potencial no desenvolvimento de novas cervejas.

REFERÊNCIAS

1. Santos R. As microcervejarias catarinenses: da gênese à dinâmica atual. Florianópolis. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina; 2013.
2. Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento. Instrução Normativa N° 65, de 10 de dezembro de 2019. Estabelece os padrões da qualidade e identidade para os produtos de cervejaria. Diário Oficial da União 11 dez 2019. Seção 1.
3. Donadini G, Porretta S. Uncovering patterns of consumers' interest for beer: a case study with craft beers. Food Research International. 2017 jan; v. 91, p. 183–98.
4. Beer Judge Certification Program - BJCP. Style Guidelines 2015 [acesso em 26 jul 2021]. Disponível em: <https://dev.bjcp.org/>
5. Pirola K. Caracterização fisiológica e conservação de sementes de oitos fruteiras nativas do bioma floresta com araucária. Pato Branco. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica do Paraná; 2013.
6. Morado R. Larousse da cerveja. 1.ed. São Paulo: Larousse do Brasil; 2009.
7. Silva MI. da, Silva GR. da, Alves, JE. de A, Martins JN. Caracterização físico-química da polpa de umbu in natura. In: Anais da Reunião Regional da SBPC no Cariri; 2017, Crato. Território, biodiversidade, cultura, ciência e desenvolvimento: resumos. Crato: SBPC, 2017.
8. Childe VG. Man makes himself. Nova York: The New American Library of World Literature, 1958.
9. Silva HS, Leite MA, Paula ARV. de. Cerveja e sociedade. Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade. 2016 mar; v.4, p.85-91.

10. Brasil, Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da União 5 jun 2009. Seção 1.
11. Viotti E. O mundo da cerveja: a cerveja Lager. São Paulo: Folha de São Paulo; 2012.
12. Ferreira GS. Análise da estrutura de mercado da cerveja: A competitividade e estratégias de mercado da indústria cervejeira do Brasil e microcervejarias. Florianópolis. Monografia (Especialização em Ciências Econômicas) - Universidade Federal de Santa Catarina; 2016.
13. Aquarone E, Lima UA, Borzani W. Alimentos e Bebidas produzidos por Fermentação. 5. ed. São Paulo: Edgard Blücher; 1983.
14. Kissmeyer AB. Water. In: Oliver G. The oxford companion to beer. Nova York: Oxford Press, 2012.
15. Eumann M. Water in brewing. In: Bamforth CW. Brewing: New technologies. Cambridge: Woodhead, 2006.
16. Prestes G, Cordeiro AR. Tecnologia da fabricação de cerveja. In: IV Semana de Tecnologia em Alimentos, 2008. Ponta Grossa. p. 1 - 9.
17. Roberts TR, Wilson RJH. Hops. In: Priest, FG; Stewart, GG. Handbook of Brewing. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2006.
18. Tortora GJ, Funke BR, Case CL. Microbiologia. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.
19. Stewart GG. Beer stability. In: Priest FG, Stewart GG. Handbook of brewing. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2006.
20. Pinto LIF, Zambelli RA, Santos Jr EC. dos; Pontes, DF. Desenvolvimento de cerveja artesanal com acerola (*Malpighia emarginata* DC) e abacaxi (*Ananas comosus* L. Merril). Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. 2015 out-dez; v.10, p.67-71.
21. Coelho-Costa ER. A bebida de Ninkasi em terras tupiniquins: O mercado da cerveja e o turismo cervejeiro no Brasil. Revista Iberoamericana de turismo – RITU. 2015; vol. 5, p. 22-41.
22. Guerra CC, Mandelli F, Tonietto J, Zanús MC, Camargo UA. Conhecendo o essencial sobre uvas e vinhos. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005.
23. Zainasheff J, Palmer JJ. Brewing Classic Styles: 80 Winning Recipes Anyone Can Brew. Boulder: Brewers Publications, 2007.
24. Hominilupulo [acesso em 27 jul 2021]. Disponível em: <https://www.hominilupulo.com.br/como-fazer-fruit-beer/>

25. Micheletti IN, Rosa CT, Córdova KRV, Dalla Santa OR. Elaboração de cerveja artesanal com goji berry. *Revista Latino Americana de Cerveja*. 2016 jul; v. 1, p. 134-139.
26. Nardini M, Garaguso I. Characterization of bioactive compounds and antioxidant activity of fruit beers. *Food Chemistry*. 2020 fev; v. 305, p. 125-437.
27. CervBrasil. Anuário da Cerveja de 2019 [acesso em 26 jul 2021]. Disponível em: http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/wp-content/uploads/2020/03/anuario-cerveja-WEB.pdf
28. Bamforth CW. Beer: an ancient yet modern biotechnology. *The Chemical Educator*. 2000 jun; v. 5, p. 102-112.
29. Dredge M. Cervejas artesanais: uma volta ao mundo em mais de 350 rótulos. São Paulo: Publifolha, 2017.
30. Trindade SC. Incorporação de amora na elaboração de cerveja artesanal. Santa Maria. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria; 2016.
31. Carvalho GBM. Obtenção de cerveja usando banana como adjunto e aromatizante. Lorena. Tese (Doutorado em Biotecnologia Industrial) - Escola de Engenharia de Lorena; 2009.
32. Freire BR, Lemes DS, Moraes AS, Gris EF, Chaker JA, Orsi DC. Caracterização físico-química de cervejas artesanais de atemoia (*Annona cherimoia* Mill. x *Annona squamosa* L) e de sapoti (*Manilkara sapota* L.). *Revista Agrarian*. 2020 n.48; v.13, p.280-287.
33. Valentim SS, Fonseca AAO, Silva SMPC. Elaboração e avaliação da estabilidade de cerveja artesanal usando o umbu-cajá (*Spondias bahiensis*) e canela na maturação. *Diversitas Journal*. 2021 jan-mar; v. 6, p. 114-136.
34. Manzolli ES. Produção de cerveja utilizando laranja como adjunto de malte. Lorena. Tese (Doutorado em Biotecnologia Industrial) - Escola de Engenharia de Lorena; 2015.
35. Brito Jr MR. Elaboração e caracterização de cerveja com polpa do fruto da Juçara (*Euterpe edulis* Mart.). Florianópolis. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina; 2020.
36. Pimentel CEM, Santiago IL, Oliveira SKMS, Serudo RL. Produção de cerveja artesanal com adição de ácido ascórbico a partir de fruto amazônico. *Brazilian Journal of Development*. 2019 sep; v. 5, p. 18553-18560.

37. Sales LS, Souza PG. Produção de cerveja do estilo Catharina Sour com Araçá-Boi (*Eugenia Stipitata* Mcvaugh). *Brazilian Journal of Development*. 2021 jan; v.7, p.1599-1613.
38. Santa ORD, Rosa CT, Silva NSR, Micheletti IN, Kruger RL, Mesomo MC, Zanette CM. Estudo da adição de pitaya na produção de cerveja. *Brazilian Journal of Development*. 2020 oct; v. 6, p.80891-80900.
39. Maia TS, Belo RFC. Análises físico- químicas de cerveja artesanal elaborada com graviola e análise sensorial de cervejas com adição de frutas e frutadas comercializadas. *Revista Brasileira de Ciências da Vida*. 2017 n.5; v. 5.
40. Soares TC, Soares HS, Nascimento BRV, Pereira AM, Souza LSS. Utilização da fruta amazônica abricó para elaboração de uma cerveja artesanal (*Mammea americana*). *A Produção do Conhecimento nas Ciências da Saúde*. 2. ed. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019 [acesso em 28 jul 2021]. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/post-artigo/11894>

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-97>

Capítulo 97

ANÁLISE DOS IMPACTOS DO DÉFICIT HÍDRICO NO METABOLISMO DA SACAROSE EM FRUTOS DE TOMATEIRO

Miguel Gabriel Moraes Santos¹; Ana Cláudia Oliveira Barbosa²; Dilson Sousa Rocha Júnior³; Glaucia Carvalho Barbosa Silva²; Paulo Henrique Gomes Alves de Oliveira²; Nathiele Santos Araújo¹; Márcio Gilberto Cardoso Costa⁴

¹Estudante do Curso de Agronomia – DCAA – UESC; E-mail: mgmsantos.agr@uesc.br,

²Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular – PPGGBM – UESC; E-mail: aina-cob2@hotmail.com, ³Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Produção vegetal – PPGPV – UESC; E-mail: dilsonba@hotmail.com,

²Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular – PPGGBM – UESC; E-mail: glauciacbsantos@gmail.com, ²Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular – PPGGBM – UESC; E-mail: paulohenrique1520@hotmail.com, ¹Estudante do Curso de Agronomia – DCAA – UESC;

E-mail: nsaraujo.agr@uesc.br ⁴Docente/pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular – PPGGBM – UESC. E-mail: marciogc.costa@gmail.com

RESUMO: O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) é uma das hortaliças mais cultivadas no mundo e corresponde a um ótimo modelo biológico para o desenvolvimento de frutos carnosos. Pesquisas verificaram que o déficit hídrico possibilita o acúmulo de açúcares solúveis no tomate. As enzimas metabolizadoras da sacarose desempenham atividades essenciais no metabolismo de açúcares nos frutos e, devido à base restrita de conhecimento dos efeitos ocorridos durante o déficit hídrico sobre tais enzimas, o estudo objetivou avaliar os efeitos da deficiência hídrica em parâmetros fisiológicos, de qualidade e produção, assim como expressão de genes codificadores para as enzimas SUSY e SPS nos frutos. Plantas submetidas à deficiência hídrica demonstraram diminuição significativa da taxa fotossintética, taxa respiratória, condutância estomática e potencial hídrico foliar, assim como houve incremento no conteúdo de sólidos solúveis totais (°Brix) nos frutos submetidos ao déficit hídrico. Os genes *SISPS* e *SUSY4* foram regulados positivamente nos frutos em déficit, enquanto o gene *SUSY1* foi regulado negativamente tanto no tratamento controle como déficit hídrico. Os resultados permitem inferir que o déficit hídrico influencia positivamente na expressão de genes do metabolismo da sacarose, e podem ser utilizados em pesquisas visando a adaptação de frutos à resistência hídrica e melhora na qualidade do fruto.

Palavras-chave: déficit hídrico; frutos carnosos; tomateiro; sacarose; SUSY; SPS

INTRODUÇÃO

Considerada como a segunda hortaliça mais cultivada no mundo, o tomateiro teve sua produção duplicada nos últimos 20 anos por conta do crescimento do consumo *in natura* do fruto (1). O tomate representa um alimento fundamental na dieta contemporânea do ser humano, visto que representa em sua constituição minerais, vitaminas, aminoácidos

essenciais e açúcares, além de desempenhar funções importantes ao organismo humano como a diminuição de doenças cardiovasculares (2–4).

O Brasil está entre os maiores produtores de tomate do mundo, configurando a nona posição no ranking geral do planeta (1). Dessa maneira, a cultura tem sido uma importante fonte de geração de empregos diretos e indiretos, ao longo de toda a cadeia produtiva de produção do fruto (5). Devido à facilidade de manejo, manuseio da cultura e outras características como ciclo de vida curto, autofecundação, metodologia de transformação genética conhecida, além do sequenciamento completo do genoma em 2012, o tomateiro se tornou um ótimo modelo biológico para estudo de frutos carnosos (6).

Considerada como uma das hortaliças mais exigentes em relação ao uso de água, o tomateiro apresenta valores de consumo hídrico acima da média, além de ser constituído em cerca de 93 a 95% de água (7). Diante do advento das mudanças climáticas em nível mundial, ocasionalmente há frequentes períodos de seca que acometem a produção e qualidade do setor agrícola (8–10). Dessa maneira, estratégias de déficit hídrico estão sendo utilizadas para tentar atender à grande demanda de produção do tomateiro com menor disponibilidade de água, fazendo com que haja melhor eficiência no uso desse recurso, assim como melhorias na qualidade do fruto.

O déficit hídrico ocasiona modificações dos processos fisiológicos das plantas, acarretando em diminuição do tamanho foliar, redução da condutância estomática, expansão no tamanho das raízes para captação de água e nutrientes no solo, diminuição da fotossíntese, redução da transpiração, maior concentração de espécies reativas de oxigênio e, conseqüentemente maior teor de compostos antioxidantes, aumento da concentração de ácido abscísico (ABA) devido ao estresse gerado pelo fechamento de estômatos e diminuição do potencial hídrico foliar por conta da redução do nível de água disponível (9,11). Essas mudanças podem ocorrer tanto em momentos fenológicos específicos quanto durante toda a fase vegetativa. Nesse sentido, a deficiência hídrica no fruto do tomateiro é caracterizada por impactar no tamanho do fruto, concentração de sólidos solúveis (SSC), acidez titulável (AT), firmeza, textura, aroma e concentração de nutrientes (8,9,11).

Dentre os açúcares encontrados nas espécies vegetais, a sacarose apresenta um papel importante na aclimação e tolerância a diversos estresses tanto abióticos como bióticos, sendo altamente responsivo a sinalizações internas e externas, o que pode influenciar no desenvolvimento das plantas, além de participar da osmorregulação e da osmoproteção (12,13). A sacarose é caracterizada por ser o produto final e principal da fotossíntese nas plantas superiores, atuando como principal fonte de carbono para diversas funções como crescimento, armazenamento, transduções de sinais, além de sua contribuição para a formação de vários açúcares metabólitos e compostos essenciais, os quais constituem cerca de 90% da biomassa vegetal (13,14).

A sacarose sintase (SUSY) e a sacarose fosfato sintase (SPS) são enzimas metabolizadoras que participam da síntese e degradação da sacarose. A SUSY é capaz de realizar a clivagem da sacarose, convertendo essa molécula em UDP-glicose e frutose, além de ter capacidade de promover também a síntese da sacarose, fazendo com que sua atividade seja crucial para o desenvolvimento dos frutos jovens de tomateiro (12–15). Já a SPS, é responsável pela síntese da sacarose, utilizando UDP-glicose e glicose-6-fosfato como substrato para síntese de sacarose-6-fosfato, que posteriormente é convertida a sacarose pela sacarose fosfato fosfatase (SPP). A SPS é responsável por desempenhar um papel fundamental no metabolismo do carbono, regulando o ciclo da sacarose e fornecendo substrato para várias funções metabólicas (16).

De acordo com Yang et al. (17), fatores ambientais desfavoráveis (seca, alagamento, elevadas temperaturas, entre outros) podem ser responsáveis por induzir a expressão de genes relacionados ao metabolismo da sacarose e estudos indicam que em situação de deficiência hídrica há incremento na atividade de SPS e diminuição na atividade de enzimas SUSY (18). Essa alternância no nível de atividade das enzimas SUSY e SPS promove a acumulação de açúcares solúveis e a melhor utilização da sacarose (9,18, 19). Tais mudanças no metabolismo da sacarose sinalizam respostas às condições de estresse como ajustamento e proteção osmótica, assim como incremento de carbono na forma de carboidratos (17).

Assim sendo, o trabalho objetivou avaliar os efeitos do déficit hídrico em parâmetros fisiológicos (potencial hídrico foliar, taxa respiratória, condutância estomática e taxa fotossintética), parâmetros de qualidade e produção (teor de sólidos solúveis totais, pH e frutos por planta), assim como a expressão de genes codificadores para enzimas SUSY e SPS em frutos de tomateiro. Com a intensificação das mudanças climáticas seguido por longos períodos de seca, é necessário desenvolvimento de estratégias que possibilitem a manutenção do cultivo e aumento da produtividade, com a utilização de novas tecnologias que permitam o bom desempenho do tomateiro sob déficit hídrico. Visto isso, espera-se que o estudo permita o melhor entendimento dos efeitos da deficiência hídrica nos teores de sólidos solúveis totais (°Brix) do fruto e na expressão de genes codificadores para enzimas da síntese e degradação de sacarose SUSY e SPS, em frutos de tomateiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Material vegetal e condições experimentais

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Campus da Universidade Estadual de Santa Cruz, localizada no município de Ilhéus, BA (14°47'00" S, 39°02'00" W). Foram utilizadas sementes de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) cv. Santa Clara, o qual apresenta suscetibilidade a seca (19). As plântulas de tomateiro, quando atingiram o estágio de 4-6 folhas verdadeiras, foram transplantadas para vasos plásticos de 5L de capacidade contendo uma mistura de solo e areia lavada (proporção de 2:1), e cultivadas em condições ótimas de disponibilidade de água e nutrientes. No estágio de fixação de frutos (38 dias após o transplante), os vasos foram vedados com papel alumínio, para evitar a perda de água por evaporação. As plantas (10 plantas/tratamento) foram submetidas aos seguintes tratamentos: a) controle: Ψ_w (potencial hídrico) variou entre -0,1 à - 0,3 MPa durante todo o experimento, sendo as plantas irrigadas até 90% da capacidade de campo do substrato (CC; $\text{cm}^{-3} \text{cm}^{-3}$), quando o conteúdo de água decrescia para 75% da CC; e b) déficit hídrico moderado: Ψ_w variou entre -0,4 à -0,6 MPa durante todo o experimento e as plantas receberam 40% do suprimento total de irrigação aplicado no tratamento controle. A manutenção do controle da irrigação foi feita por gravimetria. Os tratamentos foram aplicados no estágio de fixação do fruto e mantidos até o estágio de maturação completa dos frutos (estádio vermelho maduro).

Análises físico-químicas

Para realização das análises físico-químicas, os frutos foram coletados sete dias após o início do estágio 'Breaker' (B+7), em média 35 dias após a aplicação dos tratamentos. O peso fresco (FW) dos frutos foi obtido por meio de pesagens em balança analítica de precisão (modelo Bel M214AIH, precisão de 0,0001g, SP, Brasil) e os

diâmetros dos frutos foram medidos com auxílio de um paquímetro manual. O pH foi determinado usando um pHmetro digital (PHS-3E-BI; Ion, Araucária, Brasil) e as mesmas amostras de suco dos frutos foram utilizadas para medições de conteúdo sólidos solúveis totais (SSC), com auxílio de um refractômetro analógico (0 a 32% Brix - RHB32, ASKO, Brasil).

Análises fisiológicas

As análises fisiológicas foram realizadas com a segunda ou terceira folha totalmente expandida e madura a partir do ápice da planta foi utilizada para determinar o potencial hídrico foliar (Ψ_w) no período entre 1 - 3 horas da manhã (potencial hídrico antemanhã), utilizando uma câmara de pressão Scholander (PMS Instrument Co., Albany, OR, EUA), segundo a metodologia descrita por Scholander et al. (20). As medições das trocas gasosas foram realizadas em folhas maduras e totalmente expandidas, das 07 às 10h da manhã, utilizando-se um sistema portátil de medição de fotossíntese Li-Cor (LI-6400 XT, Marca, USA). Foram medidas a taxa fotossintética líquida (A), a condutância estomática (g_s), a transpiração (E) e a razão entre as concentrações interna e externa de CO_2 (C_i/C_a), sob luz saturante artificial de $1000 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e a concentração atmosf\u00e9rica de CO_2 (C_a) de $400 \mu\text{mol mol}^{-1}$. A efici\u00eancia instant\u00e2nea de uso da \u00e1gua (A/E), foi calculada pela raz\u00e3o entre a taxa fotossint\u00e9tica l\u00edquida (A) e a taxa de transpiração (E); a efici\u00eancia intr\u00ednseca de uso da \u00e1gua (A/g_s) foi calculada pela raz\u00e3o entre a taxa fotossint\u00e9tica l\u00edquida (A) e a condut\u00e2ncia estom\u00e1tica (g_s) e a efici\u00eancia instant\u00e2nea da carboxila\u00e7\u00e3o (A/C_i) foi estimada pela raz\u00e3o entre a taxa fotossint\u00e9tica l\u00edquida (A) e a concentra\u00e7\u00e3o interna de CO_2 (C_i).

Extra\u00e7\u00e3o de RNA, s\u00edntese de cDNA e PCR quantitativo em tempo real (RT-qPCR)

A extra\u00e7\u00e3o de RNA, s\u00edntese de cDNA e PCR quantitativo em tempo real (RT-qPCR) foram realizadas a partir da extra\u00e7\u00e3o do RNA total dos frutos utilizando o reagente TRIzol®, seguindo as instru\u00e7\u00f5es do fabricante. A qualidade e a integridade do RNA isolado foram avaliadas por an\u00e1lise de gel de agarose \u00e0 1% e quantificadas com o aux\u00edlio do NANODrop (Thermo Scientific™, ND2000USCAN, EUA). As amostras de RNA foram ent\u00e3o tratadas com DNase I sem RNase (Invitrogen, Calif\u00f3rnia, USA), seguindo as instru\u00e7\u00f5es do fabricante. A s\u00edntese de cDNA foi realizada usando o kit RevertAid H Minus (Fermentas Life Science), seguindo as instru\u00e7\u00f5es do fabricante. Os genes de refer\u00eancia GAPDH (Solyc05g014470), RPL2 (Solyc10g006580) e ACT (Solyc03g078400) foram amplificados juntamente com os genes alvo como controles end\u00f3genos para normalizar a express\u00e3o entre as diferentes amostras. Para a escolha do melhor gene de refer\u00eancia, foi utilizado o programa NormFinder (21) (<https://moma.dk/normfinder-software>). As sequ\u00eancias dos genes alvo e controles end\u00f3genos s\u00e3o vistas na tabela 1.

Tabela 1 – Lista de primers para RT-qPCR

Primers para RT-qPCR		
<i>SPSI</i>	RT-F 5'- CCCCGAAGTTCGAAAGAGCA-3'	RT-R 5'- GCCTTGTCTGATGACCACGA-3'
<i>SUSY1</i>	RT-F 5'- AAGCTGAGGTGGGCTCTTCT-3'	RT-R 5'- TCAGCAGATGGGAAATCCTC-3'
<i>SUSY4</i>	RT-F 5'- CTGCTTTCCTCTCCCAGGC-3'	RT-R 5'- TGTCAGCTCCAGGAGACT-3'

Para quantifica\u00e7\u00e3o da express\u00e3o g\u00eanica foi utilizado o m\u00e9todo comparativo de C_t : $2^{-\Delta C_t}$ (22), com dados de pelo menos tr\u00eas 6 repeti\u00e7\u00f5es biol\u00f3gicas que foram validadas individualmente com uso do kit Ampliqon RealQPlus 2x Master Mix Green Low Rox™.

Reações controle, desprovidas de cDNA (NTC), também foram usadas em todos os experimentos.

Análises estatísticas

O delineamento experimental adotado foi em blocos inteiramente casualizados, com dez repetições, com dois regimes hídricos (controle e déficit hídrico moderado). Os dados foram testados inicialmente para distribuição pelo teste de Shapiro-Wilk, com nível de significância de 5%. Confirmada a hipótese, as diferenças estatísticas foram avaliadas com base na análise de variância (ANOVA) e as médias foram separadas pelo teste de t-student, com valor crítico de $P \leq 0,05$. A análise de correlação de Pearson foi realizada para verificar a associação entre as variáveis fisiológicas com auxílio dos pacotes “corrplot” e “corrgram” ($P \leq 0,05$). Os mapas de calor da expressão gênica e dos dados de RPKM foram plotados com auxílio do pacote “ComplexHeatmap”. Para os dados de peso de fruto, produtividade e número de frutos foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney (Tabela 1). Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R (R Development Core Team, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância indicam que houve diferenças significativas ($P \leq 0,05$) entre os regimes hídricos, para todas as variáveis analisadas da folha (Ψ_w , E , g_s e A) (Figura 1A-D). Os menores valores de Ψ_w foram observados com 41 dias após a aplicação do tratamento. g_s e A apresentaram diferenças significativas entre tratamentos aos 27 e 34 dias após a aplicação do tratamento de deficiência hídrica, ocorrendo uma diminuição significativa de seus valores no final do período analisado (Figura 1C-D). A análise de variância indicou que E apresentou diferenças significativas entre os tratamentos ao longo de todo o período analisado, com uma redução de seus valores no final do período (Figura 1B).

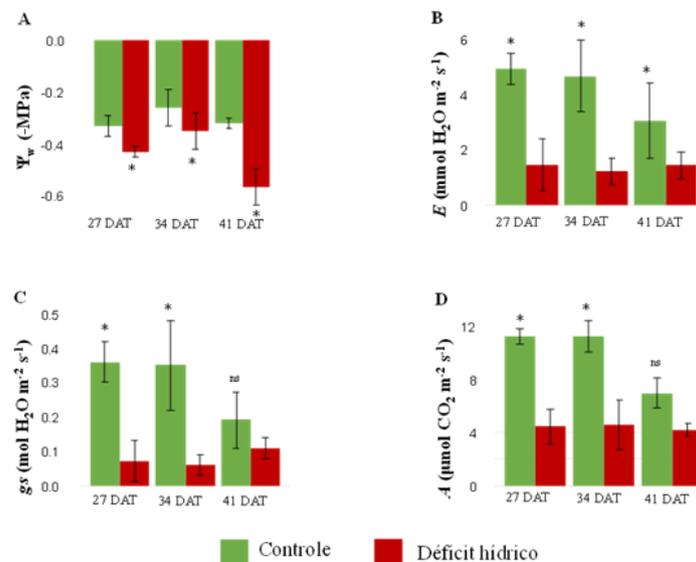


Figura 1. A: Potencial hídrico antemanhã; B: taxa transpiratória; C: condutância estomática D: Taxa fotossintética em plantas de *Solanum lycopersicum* cv. Santa Clara submetidas ao déficit hídrico. As barras representam o erro padrão da média e (*) indica a significância $P \leq 0,05$, ns indica não significante de acordo com o teste de t-student e DAT (dias após o tratamento).

Em plantas de tomate submetidas ao déficit hídrico (Figura 1A-D), foi observado a diminuição da *g_s* (Figura 1C) em decorrência do fechamento estomático, que é o primeiro mecanismo fisiológico responsivo à diminuição do Ψ_w (Figura 1A). O fechamento estomático controla a perda de água pelo decréscimo na transpiração (E) das plantas (Figura 1B), gerando maior resistência ao fluxo de CO₂ para as folhas, e conseqüentemente reduzindo as taxas fotossintéticas (A) (Figura 1D), contribuindo dessa forma para o menor acúmulo de biomassa para a manutenção do desenvolvimento vegetal (23,24).

Em relação aos valores de pH dos frutos analisados, a ANOVA não apontou diferenças significativas entre os tratamentos. Em contrapartida, o SSC dos frutos sob deficiência hídrica foi significativamente maior ($P \leq 0,05$) que o controle (Figura 2).

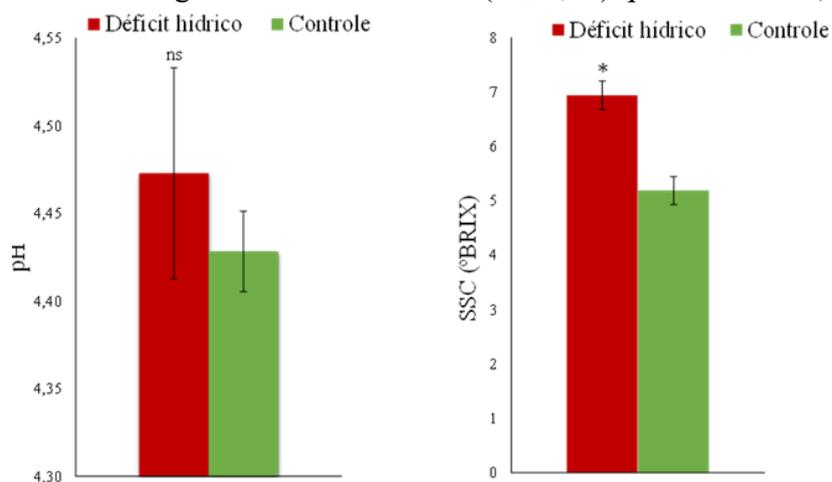


Figura 2. A: pH dos frutos; B: SSC (°Brix) em plantas de *Solanum lycopersicum* cv. Santa Clara submetidas ao déficit hídrico. As barras representam o erro padrão da média e (*) indica a significância $P \leq 0,05$, ns indica não significativa de acordo com o teste de t-student.

Estudos apontam que os SSC podem ser considerados como componentes chaves na determinação na qualidade dos frutos de tomateiro, além de serem os principais compostos osmóticos que se acumulam no tomate, tanto em condições ótimas de irrigação como em tratamento de déficit hídrico, proporcionando o aumento do teor de açúcares no fruto (26, 27). Nesse sentido, é importante salientar que o impacto positivo no sabor do fruto em condições de déficit hídrico depende do genótipo, intensidade e duração do estresse, assim como o estágio de desenvolvimento do fruto em que é aplicado (25).

A análise descritiva dos dados evidenciou significância de $P \leq 0,05$ para as variáveis peso do fruto (FW), produtividade e número de frutos, entretanto para diâmetro polar superior, inferior e equatorial não houve diferenças entre as médias para os tratamentos controle (irrigado) e déficit hídrico moderado (Tabela 1).

Tabela 2 – Análise descritiva (média, desvio-padrão, CV (%) e os valores médios (*P-value*) para as variáveis peso de fruto (Fw(g)), produtividade, número de frutos, diâmetro polar superior (DPS), diâmetro polar inferior (DPS) e diâmetro equatorial (DE), sob os tratamentos controle e de deficiência hídrica.

Variáveis	Tratamentos	Média	Desvio padrão	CV (%)	<i>P-value</i>
Fw (g)	Controle	37,40	8,84	4,23	0,005
	Déficit hídrico	21,56	3,77	5,71	
Produtividade	Controle	10,92	4,04	2,70	0,027
	Déficit hídrico	3,93	2,55	1,54	
	Controle	4,89	1,05	4,63	0,005

Número de frutos por planta (NFP)	Déficit hídrico	2,2	2,68	0,82	
DPS (cm)	Controle	3,34	0,65	5,12	0,28
	Déficit hídrico	2,98	0,24	12,10	
DPI (cm)	Controle	2,43	0,71	3,42	0,20
	Déficit hídrico	2,19	0,31	7,02	
DE (cm)	Controle	3,72	0,88	4,21	0,25
	Déficit hídrico	3.41	0.48	7.02	

$P > 0,05$ ns; $P < 0,05$ *; $P < 0,01$ **

Nesse sentido, as variáveis descritas na Tabela 2 foram afetadas pelas condições de estresse hídrico moderado. Em contrapartida, os diâmetros do fruto foram pouco afetados pela condição de déficit hídrico. Dessa maneira, ao longo do ciclo reprodutivo os efeitos cumulativos ou transitórios proporcionados pelas condições de estresse podem ser integrados às plantas, levando a respostas contrastantes em relação à produtividade e qualidade dos frutos (25).

As análises de correlação entre as diferentes variáveis da folha e do fruto mostraram que existem correlações positivas significativas, conforme esperado, entre Ψ_w e A (0,93), Ψ_w e g_s (0,91), g_s e A (0,85), A/E e A (0,94), g_s e A/E (0,89), Ψ_w e A/E (0,89), A/Ci e A/ g_s (0,91), DPI e DPS (0,79), DPI e FW (0,82), DPI e DE (0,83), DPS e FW (0,91), DPS e DE (0,9), FW e g_s (0,91), g_s e Prod. (0,94) (Figura 10). Por outro lado, correlações negativas significativas foram registradas entre Ψ_w e SSC (-0,93) e A/E e SSC (-0,96) (Figura 3).

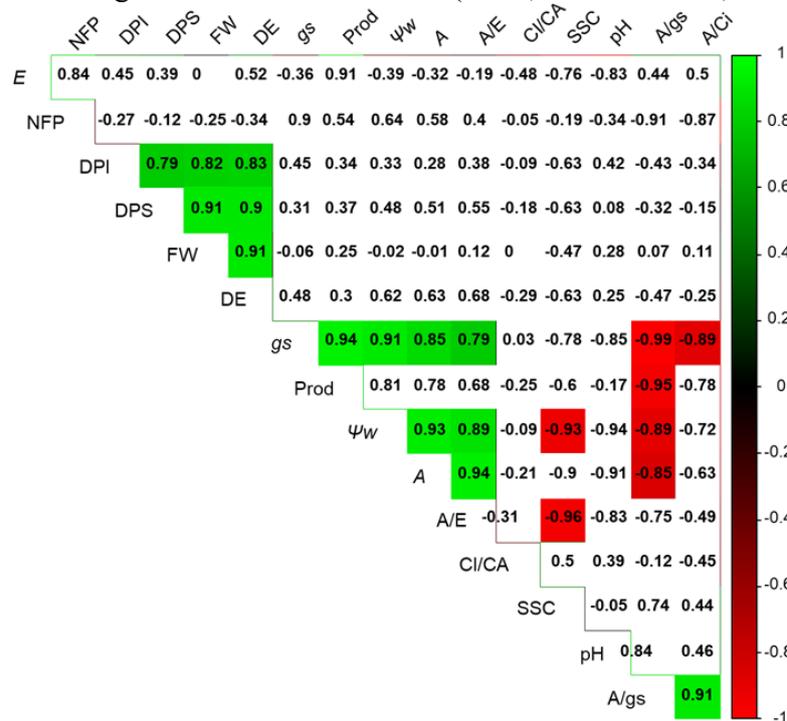


Figura 3. Correlação de Pearson entre as características de folhas e frutos com significância de $P \leq 0,01$. E: taxa de transpiração; g_s : condutância estomática; A: taxa de fotossintética; Ψ_w : potencial hídrico foliar; A/E: eficiência instantânea de uso da água; A/ g_s : eficiência intrínseca de uso da água; A/Ci: eficiência intrínseca de carboxilação; NFP: número de frutos por planta; DPI: diâmetro polar inferior; DPS: diâmetro polar superior; DE: diâmetro equatorial; Prod: produtividade.

Devido às correlações negativas entre SSC e Ψ_w e entre SSC e A/E é possível visualizar que durante a deficiência hídrica no tecido foliar ocorre o decréscimo do Ψ_w e da A/E, enquanto ocorre, no fruto, o incremento do SSC e do pH (Figura 3). O aumento do SSC corresponde a um mecanismo da planta que, sob condições de deficiência hídrica, proporciona a manutenção do seu metabolismo, mesmo com a redução do Ψ_w dos tecidos. Nesse sentido, os sólidos solúveis apresentam a característica de serem considerados como osmorregulação e osmoproteção, por protegerem os componentes celulares de lesões por desidratação (26). Assim sendo, há forte correlação entre tolerância à seca nas plantas e acúmulo de açúcares solúveis (27).

Os genes *SPSI* e *SUSY4* foram regulados positivamente em frutos de tomateiro submetidos ao déficit hídrico. Em contraste, o gene *SUSY1* apresentou regulação negativa nos dois regimes hídricos (Figura 4).

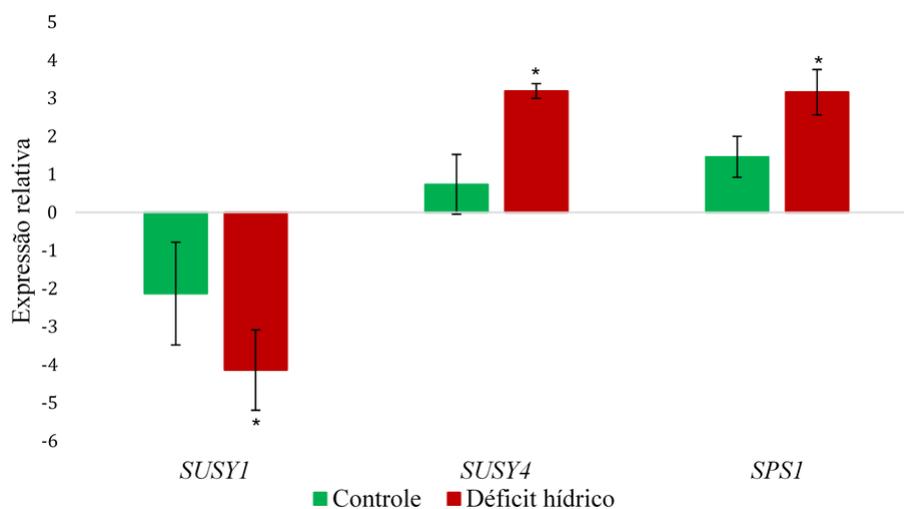


Figura 4. Expressão relativa dos genes *SPSI*, *SUSY1*, *SUSY4* em frutos de tomateiro submetidos à déficit hídrico. Os dados são as razões (\log_2) dos níveis relativos de mRNA entre as plantas tratadas e de controle, conforme análise por RT-qPCR.

O estudo da expressão gênica das enzimas que metabolizam a sacarose possibilita a formação de compreensão de seus efeitos responsivos no desenvolvimento dos frutos de tomateiro submetidos ao déficit hídrico. Os resultados sugerem que em condições de deficiência hídrica, os genes *SISPSI* e *SUSY4* foram regulados positivamente, enquanto o gene *SUSY1* foi regulado negativamente. Dessa maneira, os genes *SISPSI* e *SUSY4* podem estar correlacionados com o acúmulo de sacarose nos frutos sob estresse hídrico, evidenciado pelo aumento significativo do SSC ($^{\circ}$ Brix) (25) (Figura 4).

CONCLUSÕES

Os dados analisados no estudo sugerem que o incremento de açúcares solúveis do fruto como resposta ao déficit hídrico é causado, em partes, pela indução significativa nos níveis de expressão de genes que codificam para SPS e SUSY. Dessa maneira, os resultados evidenciam que o déficit hídrico proporciona a indução da expressão de genes relacionados ao metabolismo da sacarose em frutos de tomateiro. Tais genes podem ser utilizados para desenvolvimento de estratégias e técnicas de melhoramento vegetal, visando a adaptação de plantas de frutos carnosos a condições de deficiência hídrica, a partir da tolerância à seca pelas plantas, assim como melhora da qualidade nutricional e organoléptica.

REFERÊNCIAS

1. Dossa D, Fuchs F. Tomate: Análise Técnico-Econômica E Os Principais Indicadores Da Produção Nos Mercados Mundial, Brasileiro E Paranaense. Bol Técnico [Internet]. 2017;03:8. Available from: http://www.ceasa.pr.gov.br/arquivos/File/BOLETIM/Boletim_Tecnico_Tomate1.pdf
2. Monteiro CS, Balbi ME, Miguel OG, Maria S, Haracemiv C. Qualidade Nutricional E Antioxidante Do Tomate “ Tipo Italiano .” Alim Nutr. 2008;19(1):25–31.
3. Affonso GS, Bassetto P, Espirito Santo RS do. Fatores de produção que influenciam na produtividade e na qualidade do tomate. Encontro Eng Prod agroindustrial. 2016;1–8.
4. Luz JM, Bittar CA, Oliveira RC, Nascimento AR, Nogueira AP. Desempenho e divergência genética de genótipos de tomate para processamento industrial. Horti Bras. 2016;34(4):483–90.
5. Treichel M. Brazilian Tomato Yearbook 2016. 2017;84.
6. Sant’Ana DVP, Lefsrud M. Tomato proteomics: Tomato as a model for crop proteomics. Sci Horti (Amsterdam) [Internet]. 2018;239(May):224–33. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.05.041>
7. de Santana MJ, da Costa Pereira U, Beirigo JDC, de Souza SS, Campos TM, Vieira TA. Crop coefficient for irrigated tomato. Irriga. 2011;16(1):11–20.
8. Ripoll J, Urban L, Staudt M, Lopez-Lauri F, Bidet LPR, Bertin N. Water shortage and quality of fleshy fruits-making the most of the unavoidable. J Exp Bot. 2014;65(15):4097–117.
9. Khapte PS, Kumar P, Burman U, Kumar P. Deficit irrigation in tomato: Agronomical and physio-biochemical implications. Sci Horti (Amsterdam). 2019;248(January):256–64.
10. Shao HB, Chu LY, Jaleel CA, Zhao CX. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. Comptes Rendus - Biol. 2008;331(3):215–25.
11. Nangare DD, Singh Y, Kumar PS, Minhas PS. Growth, fruit yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as affected by deficit irrigation regulated on phenological basis. Agric Water Manag [Internet]. 2016;171:73–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2016.03.016>
12. Koch K. Sucrose metabolism: Regulatory mechanisms and pivotal roles in sugar sensing and plant development. Curr Opin Plant Biol. 2004;7(3):235–46.
13. Ruan Y-L. Sucrose Metabolism: Gateway to Diverse Carbon Use and Sugar Signaling. Annu Rev Plant Biol. 2014;65(1):33–67.
14. Jiang SY, Chi YH, Wang JZ, Zhou JX, Cheng YS, Zhang BL, et al. Sucrose metabolism gene families and their biological functions. Sci Rep [Internet]. 2015;5:1–24. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/srep17583>
15. Nguyen-Quoc B, Foyer CH. A role for “futile cycles” involving invertase and sucrose synthase in sucrose metabolism of tomato fruit. J Exp Bot. 2001;52(358):881–9.

16. Wang J, Du J, Mu X, Wang P. Cloning and characterization of the *Cerasus humilis* sucrose phosphate synthase gene (ChSPS1). *PLoS One*. 2017;12(10):1–14.
17. Yang J, Zhang J, Li C, Zhang Z, Ma F, Li M. Response of sugar metabolism in apple leaves subjected to short-term drought stress. *Plant Physiol Biochem* [Internet]. 2019;141(May):164–71. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.05.025>
18. Kaur A, Pati PK, Pati AM, Nagpal AK. In-silico analysis of cis-acting regulatory elements of pathogenesis-related proteins of *Arabidopsis thaliana* and *Oryza sativa*. *PLoS One*. 2017;12(9).
19. Rocha DK, Maciel GM, Fraga EF, Júnior CSM, Nogueira GGS, De Almeida RS. Seleção de genótipos de tomateiro submetidos ao estresse hídrico em função da expressão de características fisiológicas. *Rev Bras Ciencias Agrar*. 2016;11(2):80–4.
20. Scholander PF, Hammel HT, Bradstreet ED, Hemmingsen EA. Sap pressure in vascular plants. *Science* (80-). 1965;148(3668):339–46.
21. Andersen CL, Jensen JL, Ørntoft TF. Normalization of real-time quantitative reverse transcription-PCR data: A model-based variance estimation approach to identify genes suited for normalization, applied to bladder and colon cancer data sets. *Cancer Res*. 2004;64(15):5245–50.
22. Livak KJ, Schmittgen TD. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2- $\Delta\Delta$ CT method. *Methods*. 2001;25(4):402–8.
23. Claeys H, Inzé D. The agony of choice: How plants balance growth and survival under water-limiting conditions. *Plant Physiol*. 2013;162(4):1768–79.
24. Taiz L, Zeiger E. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal* .pdf [Internet]. *Biochemical Education*. 2007. 722 p. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0307441276901217>
25. Ripoll J, Urban L, Brunel B, Bertin N. Water deficit effects on tomato quality depend on fruit developmental stage and genotype. *J Plant Physiol* [Internet]. 2016;190:26–35. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jplph.2015.10.006>
26. Dawood M. Influence of osmoregulators on plants tolerance to water stress. *Sci Agric*. 2016;13:42–58.
27. Ashraf M, Harris PJC. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Sci*. 2004;166(1):3–16.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-98>

Capítulo 98

USO DE AGENTES DE PRÉ-TRATAMENTO NA AGRICULTURA: UMA REVISÃO

Micaelle Ribeiro dos Santos Gomes¹; Francisco Dalton Barreto de Oliveira²; Marta Laura Noronha da Silva Gonçalves³; Camila ribeiro dos Santos Gomes⁴; Lineker de Sousa Lopes⁵; Humberto Henrique de Carvalho⁶

¹Estudante do curso de mestrado em bioquímica vegetal-CC-UFC. E-mail: micaellegomes97@mail.com. ²Estudante do curso de doutorado em bioquímica vegetal-CC-UFC. E-mail: fdalton.deoliveira@gmail.com. ³Estudante do curso de mestrado em Fitotecnia-UFC. E-mail: marta.agronomia@outlook.com. ⁴Estudante do curso de mestrado em bioquímica vegetal-CC-UFC. E-mail: camila.rsg95@alu.ufc.br. ⁵Docente da Secretária Estadual de Educação – SEDUC/CE. E-mail: linekerlk@gmail.com.

⁶Docente/pesquisador do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular – CC – UFC. E-mail: humberto.carvalho@ufc.br.

RESUMO:

A germinação de sementes e a emissão da parte aérea (PA) são etapas determinantes para o desenvolvimento bem-sucedido de uma planta. Contudo, uma ampla gama de estresses ambientais, tais como salinidade, inundações, seca, extremos de temperatura, metais pesados, etc, impactam o crescimento e causam perdas de safras em todo o mundo. Neste sentido o condicionamento pré-semeadura pode garantir a germinação, reduzir o tempo de emergência das plântulas e melhorar o estabelecimento vegetal. Deste modo, este **Capítulo** objetiva apresentar o estado da arte do pré-tratamento em sementes, e revisa artigos que tratam de: Tipos de tratamentos pré-semeadura, como manitol e sorbitol, além de diferentes sais, como nitrato de sódio, cloreto de magnésio, cloreto de sódio e nitrato de potássio; bem como o uso de espécies sinalizadoras de estresse oxidativo, como o óxido nítrico e peróxido de hidrogênio aplicados em sementes e/ou plântulas para mitigar os efeitos danosos de diversos tipos de estresses.

Palavras-chave: pré-tratamento; estresse abiótico; germinação.

INTRODUÇÃO

O pré-tratamento de sementes é considerado uma tecnologia chave e crucial para melhorar a tolerância de plantas a estresses (1) por meio de substâncias capazes de induzir uma série de mudanças fisiológicas, bioquímicas e moleculares, dentre elas, acionar a expressão de enzimas antioxidantes (2). Na literatura mais recente, diferentes tipos de tratamentos de pré-semeadura são utilizados para promover um condicionamento fisiológico (*priming*) nas sementes, como por exemplo, hidrocondicionamento - imersão de sementes em água (3), halocondicionamento - imersão em soluções salinas (4),

osmocondicionamento - redução do potencial osmótico das sementes (5), biocondicionamento – revestimento das sementes com bactérias (6), condicionamento hormonal - pré-embebição de sementes com uma concentração ideal de fitohormônio (7), termocondicionamento, aplicação de faixas de temperaturas adequadas para a germinação da semente (8). Além destes tipos de condicionadores fisiológicos, há ainda estudos com outros compostos indutores de resposta fisiológica como peróxido de hidrogênio (H_2O_2) (38) e óxido nítrico (NO) (45).

O condicionamento pré-germinativo se destaca por ser uma técnica fácil e de baixo custo (9) capaz de aumentar a qualidade das sementes e induzir sua rápida germinação, além de provocar tolerância a estresses e alta produtividade dos cultivos (10).

Apesar da técnica de condicionamento fisiológico ser antiga, vários estudos vêm sendo conduzidos sobre o condicionamento fisiológico pré-germinativo de sementes por conta da diversidade dos condicionadores e de resposta entre as espécies vegetais. Deste modo, reportam-se aqui os avanços obtidos com alguns tipos de condicionadores fisiológicos nas mais diferentes espécies, destacado a ação de açúcares, sais, H_2O_2 e NO para indução de tolerância a estresse abiótico durante as fases iniciais de crescimento.

OSMOCONDICIONAMENTO E HALOCONDICIONAMENTO

O condicionamento osmótico é um processo simples e barato que pode ser recomendado para agricultores na melhoria do desempenho das espécies em campo em várias condições ambientais. Trata-se de uma técnica de hidratação controlada das sementes, que resulta na ativação dos eventos fisiológicos e bioquímicos das fases iniciais da germinação (Fase I e II) antes da protrusão da raiz primária (Fase III) (11). Para isso, as sementes ficam em contato com soluções de baixo potencial hídrico por período e temperatura adequados a cada espécie (12). Diversos compostos tem sido utilizados no condicionamento para ajuste do potencial osmótico da solução, dentre eles: polietilenoglicol (PEG), açúcares como manitol ($C_6H_{14}O_6$) e sorbitol ($C_6H_{14}O_6$), além de diferentes sais, como nitrato de sódio ($NaNO_3$), cloreto de magnésio ($MgCl$), cloreto de sódio ($NaCl$) e nitrato de potássio (KNO_3) (13). Os tratamentos de osmocondicionamento que envolvem sais são frequentemente mencionados como halocondicionamento (4).

O osmocondicionamento é uma abordagem muito promissora e eficiente para aumentar a germinação, o crescimento, bem como a capacidade produtiva das lavouras. Além disso, muitos estudos relacionam os benefícios desta técnica com a mitigação dos efeitos adversos do estresse hídrico e salino nas culturas, por meio do aumento do sistema antioxidante e acúmulo de proteínas responsivas ao estresse (14). A exemplo disso, (15) indica em seu estudo, que o condicionamento osmótico das sementes de girassol com solução de PEG 6000 a -2,0 MPa foi eficiente para melhorar o desempenho de lotes de sementes de menor vigor sob temperatura sub e supra ótima, favorecendo o aumento da atividade das enzimas do sistema antioxidante, como: superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), peroxidase (POX) e peroxidase do ascorbato (APX).

O PEG é um produto quimicamente inerte de alto peso molecular, atóxico, e capaz de reduzir o potencial hídrico, o que permite simular condições de seca (12). Esse composto é um agente osmótico comumente utilizado em estudos de condicionamento fisiológico de sementes, apresentando efeitos benéficos sobre o desempenho de diferentes culturas, como: cebola (16); coentro (17); girassol (18); e cevada (19). De modo geral, o

condicionamento fisiológico nas sementes destas culturas foi atingido com a utilização de PEG-6000 em potencial osmótico entre -0,1 a -0,4 MPa, por um tempo de 12 a 72 horas e em temperatura de 15° a 25°C, a depender da espécie. Entretanto a principal desvantagem do emprego do PEG em sistema de total imersão das sementes na solução é a restrição de oxigênio devido a sua alta viscosidade, que limita a solubilidade do oxigênio principalmente em concentrações mais altas. O baixo nível de oxigênio pode induzir a anaerobiose e favorecer a produção de etanol e de outros produtos tóxicos à semente (20).

Devido a isso, os pré-tratamentos que envolvem sais podem ser considerados uma alternativa, pois além de não reduzirem a disponibilidade de oxigênio para as sementes, apresentam melhorias na germinação, emergência e estabelecimento de plântulas (21), e além disso, desencadeiam uma série de respostas fisiológicas nas sementes, que atuam na “memória do estresse” da planta, conferindo maior tolerância e respostas mais rápidas para futuras condições ambientais adversas (22).

Dentre os sais mais estudados no condicionamento osmótico, está o nitrato de potássio (KNO_3), que pode atuar na superação de dormência em sementes e no estímulo a germinação em condições de estresse abiótico devido a produção de substâncias que liberam NO (24). O NO atua como uma molécula antioxidante, que interage com outras moléculas reativas eliminando-as diretamente da célula. Também pode promover a tolerância à salinidade, através da manutenção da homeostase iônica e osmótica da célula, pelo aumento da relação K^+/Na^+ em plantas (25). Os autores (26), reportam que a utilização de halocondicionamento em sementes de tomate com 1% ou 2% KNO_3 , por 24 ou 48 horas de duração, pode estimular as respostas de mudas de tomate ao estresse salino.

Para a liberação de NO, o nitrato é reduzido a nitrito através atividade da enzima nitrato redutase-NR, que reoxida as moléculas de NAD(P)H, dando estímulo a rota das pentoses-fosfato e a via do Ácido Chiquímico, sendo estas responsáveis pela formação de compostos importantes para o metabolismo da germinação; posteriormente, a redução de nitrato a nitrito pode resultar na redução a NO (23). Segundo (27), os benefícios observados em sementes de tomate inoculadas com KNO_3 foram relacionados à atividade da enzima nitrato redutase, na produção de nitrito/óxido nítrico, que atuou removendo a dormência e promovendo uma germinação mais rápida.

Vários outros estudos relatam os efeitos benéficos dos tratamentos de sementes com KNO_3 , como: ação positiva na reversão do estresse salino (-0,6 MPa) na germinação e vigor de sementes de repolho, condicionadas com KNO_3 na concentração de $0,01 \text{ mmol L}^{-1}$ por 30 min (28); e melhoria do estabelecimento e vigor das mudas, bem como, nos atributos fisiológicos e bioquímicos em sementes de tomate, com aumento das atividades de açúcares solúveis totais e fenólicos, que podem conferir uma maior tolerância à seca nas plantas, em sementes condicionadas com 0,75% (peso / volume) de KNO_3 por 24 h a 25 °C (29).

Além do KNO_3 , outros agentes nítricos também são usados no osmocondicionamento e podem atuar de forma semelhante, como: NaNO_3 e $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. (23). Avaliaram o uso de diferentes técnicas de condicionamento nas sementes de mamona (BRS-Energia) e obtiveram resultados promissores para germinação, redução do tempo de emergência e dos riscos de plantio, com sementes tratadas com NaNO_3 (em solução com Ψ_s de - 0,2 MPa, por 24 h) para condições salinas de até -0,6 Mpa (30). Assim também,

(23) demonstra que o condicionamento com nitrato de cálcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ por imersão direta, sob temperatura constante de 25°C , pelo período de 18 horas, propicia a sementes de milho maior tolerância a baixas temperaturas durante a germinação, além de aumentar a emergência e permitir maior expressão do vigor das sementes.

No entanto, os sais e outros agentes condicionadores de baixo peso molecular, podem ser absorvidos pelos tecidos das sementes e metabolizados durante a germinação, gerando efeitos tóxicos (21), os quais tendem a ser mais severos quanto maior o tempo de exposição das sementes à solução (31). De tal modo, (32) verificaram que à medida que o período de embebição das sementes de *Brachiaria brizantha*, em solução de KNO_3 foi aumentando a porcentagem de germinação das sementes foi reduzida (sendo essa redução maior em solução que continha apenas KNO_3 do que em solução com $\text{PEG}+\text{KNO}_3$), o que provavelmente está atrelado ao baixo peso molecular do sal utilizado, que pode ter sido absorvido sementes, causando fitotoxidez.

Dessa forma, observa-se que o condicionamento osmótico e o halocondicionamento são métodos promissores para a germinação rápida e uniforme sob uma ampla variedade de condições. Porém, a sua eficiência é afetada por muitos fatores e depende fortemente das espécies de plantas tratadas e da técnica escolhida. Assim, muitos estudos ainda precisam ser desenvolvidos para a melhor compreender os diferentes aspectos relacionados que ainda permanecem mal compreendidos pela literatura.

CONDICIONAMENTO COM H_2O_2

Espécies reativas de oxigênio (EROs), como o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e radical superóxido (O_2^-) são derivados potencialmente tóxicos de oxigênio geradas naturalmente pela célula. Em situações de estresses abióticos, como salinidade e seca, ocorre uma superprodução dos mesmos podendo levar a um estresse secundário, estresse oxidativo, que promove muitos danos à célula como: peroxidação de lipídios de membrana, oxidação de DNA e proteínas, e até a morte celular (33).

O H_2O_2 possui a mais longa meia-vida (1.0 ms) e é capaz de migrar de uma organela a outra, na célula (34). Seus sítios de geração inclui as cadeias transportadoras de elétrons e reações redox em cloroplastos, mitocôndrias, peroxissomos e retículo endoplasmático (35). Apesar dos danos que H_2O_2 em excesso pode produzir, estudos têm mostrado que, em baixas concentrações, o H_2O_2 pode atuar como molécula sinalizadora, modulando o metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas, e participar em processos como ciclo celular e respiração, regulando inclusive a expressão de genes e a síntese de proteínas responsivas a estresses abióticos e bióticos (36). Sabe-se também que esta molécula interage com outros sinalizadores, como o NO e íon cálcio (Ca^{2+}) para induzir uma melhor resposta a estes estresses (37). Dessa forma, o condicionamento fisiológico com H_2O_2 se mostra uma ferramenta promissora para levar à aclimação das culturas de interesse aos estresses ambientais (34).

Diversos trabalhos corroboram essa abordagem benéficas do uso de pequenas concentrações de H_2O_2 para indução de tolerância em plantas. O condicionamento fisiológico de sementes de girassol com H_2O_2 sob estresse salino promoveu menor conteúdo de íon Na^+ e Cl^- nas folhas e aumento no conteúdo de carboidratos totais, prolina e outros aminoácidos, ajustando o potencial osmótico como medida de tolerância, além de

disso, o H_2O_2 a 100 mM induziu efetiva resposta do sistema enzimático antioxidante, reduzindo assim a peroxidação lipídica nestas plantas (38). (39) ao realizar um estudo proteômico de plantas de milho pré-tratadas com H_2O_2 via aspersão foliar sob estresse salino, constaram que o condicionamento não só modulou positivamente proteínas da homeostase redox, como a ferredoxina, como outras proteínas associadas à síntese proteica e de resposta a estresses, como Hsp70 e S-adenosil-metionina sintetase 1, o que contribuiu para uma menor translocação de Na^+ para as folhas e menor grau de peroxidação lipídica nestas plântulas, resultando num aumento de biomassa e de área foliar.

Não menos importante, o condicionamento com H_2O_2 confere várias vantagens à planta e à produção em si, como: maior velocidade de germinação, maior taxa de germinação (em especial quando a planta se encontra em condições estressantes), aumento de uniformidade que promove uma maior eficiência de colheita e potencial de produtividade, além de proteger a semente de infestação de fungos transmitidos por elas (40). Dessa forma, este condicionamento se mostra uma técnica de elevado benefício e de fácil aplicabilidade (41).

CONDICIONAMENTO COM NO

Em situações de estresse abiótico, há uma perturbação dos processos fisiológicos e bioquímicos (42), e as plantas desencadeiam mecanismos adaptativos e responsivos ao estresse, como a ativação da defesa antioxidante. Esta defesa é regulada por moléculas sinalizadoras e fitocromos, e ambos percebem e transduzem sinais que promovem a ação de enzimas antioxidantes, que destroem as espécies reativas de oxigênio (EROs) e garantem a integridade da membrana (43). Então moléculas sinalizadoras com aplicação exógena podem ser usadas como agentes de condicionamento pré-germinativo, que emitem sinais antes que a planta receba o estresse. Um exemplo dessas moléculas de sinalização é o óxido nítrico (NO) (44).

O nitroprussiato de sódio (SNP) é um composto químico fonte de NO, e conforme sua fórmula $Na_2[Fe(CN)_5NO] \cdot 2H_2O$ é capaz de liberar 1 mol de NO a cada mol de SNP aplicado. Em sua aplicação exógena a semente se decompõe e libera NO, que exerce papel protetor em situações de estresse (45). Entretanto, há crítica ao uso de SNP como fonte de NO por ser uma fonte cinco vezes de maior de cianeto (CN), molécula de alta toxicidade celular capaz de mascarar o efeito do NO do oriundo de SNP (46). Ainda assim respostas positivas têm sido apontadas em pesquisa que usaram o SNP como fonte de NO. O NO é relatado como um agente capaz de induzir memória de tolerância na semente que dura até sua maturidade (47). Sementes de *Vigna radiata* tratadas com SNP e que foram expostas a um estresse salino de 100 mM de NaCl, apresentaram aumento em 1,4 vezes em seu teor de clorofila em comparação com o sementes sem tratamento, que apresentou redução em 1,8 vezes nas mesmas condições de salinidade quando comparado com o controle (48). O incremento de clorofila na planta é importante por ser um pigmento fotossintético normalmente degradado sob estresse salino, mas que é crucial e determinante para a capacidade fotossintética e, por consequência, para o crescimento da planta (49).

Estudos relatam que o incremento do SNP em sementes de lentilha, que germinaram sob salinidade extrema de 100 mM de NaCl, demonstraram redução no acúmulo de malondialdeído (MDA) e H_2O_2 de 49% e 65%, respectivamente em comparação com o

tratamento salino, assim como aumentou a atividade das enzimas superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e peroxidase (POD) em 88, 84 e 86%, respectivamente (42). O MDA é um biomarcador de estresse oxidativo causado pelas EROs, além de ser um subproduto da peroxidação lipídica celular formado pela degradação dos fosfolipídios da membrana, assim sua redução de seu conteúdo nas sementes de lentilha demonstra o ajuste benéfico promovido pelo NO contra o estresse oxidativo (50).

CONCLUSÕES

O condicionamento pré-semeadura vem sendo bastante documentado nas literaturas como capaz de aumentar a tolerância a diversos estresses abióticos e por ser de fácil manipulação. Porém, a sua eficiência depende fortemente das espécies de plantas tratadas e do agente escolhido. De modo geral essa abordagem melhora parâmetros de crescimento e germinação, assim como estimula mecanismos de defesa reduzindo danos oxidativos causado pelo acúmulo de EROs durante o crescimento sob condições desfavoráveis contribuindo para o estabelecimento da plântula. Dessa forma, muitos estudos ainda precisam ser desenvolvidos para a melhor compreender os diferentes mecanismos pelos quais eles atuam.

REFERÊNCIAS

1. Jiang X-W, Zhang C-R, Wang W-H, Zhang H-Y. Seed Priming Improves Seed Germination and Seedling Growth of *Isatis indigotica* Fort. under Salt Stress. American Society for Horticultural Science. 2020;55:647-650.
2. Panuccio MR, Chaabani S, Roula R, Muscolo A. Bio-priming mitigates detrimental effects of salinity on maize improving antioxidant defense and preserving photosynthetic efficiency. Plant Physiol Biochem. 2018;132:465-474.
3. Forti C, Ottobriano V, Doria E, Bassolino L, Toppino L, Rotino GL, Pagano A, Macovei A, Balestrazzi A. Hydropriming Applied on Fast Germinating Solanum villosum Miller Seeds: Impact on Pre-germinative Metabolism. Front. Plant Sci. 2021;12:639336.
4. Robledo DAR. Effects of Halopriming on Seed Germination and Seedling Emergence of *Capsicum frutescens*. J Bot Res. 2020;3:114-118.
5. Santos KC, Dantas BF. Influência da hidratação descontínua em sementes armazenadas de *Aspidosperma pyrifolium* Mart. Zucc. Rev Agron Bras. 2021;5.
6. Nawaz H, Hussain N, Ahmed N, Rehman H, Alam J. Efficiency of seed bio-priming technique for healthy mungbean productivity under terminal drought stress. J Integr Agric. 2021;20:87-99.
7. Rhaman MS, Imran S, Rauf F, Khatun M, Baskin CC, Murata Y, Hasanuzzaman M. Seed Priming with Phytohormones: An Effective Approach for the Mitigation of Abiotic Stress. Plants. 2021;10:37.

8. Uddin S, Ullah S, Nafees M. Effect of seed priming on growth and performance of *Vigna radiata* L. under induced drought stress. *J Sci Food Agric*. 2021;4:100140.
9. Ramadan AA, Elhamid EM, Sadak MS. Comparative study for the effect of arginine and sodium nitroprusside on sunflower plants grown under salinity stress conditions. *Bulletin of the National Research Centre*. 2019;43:118.
10. Hameed A, Hameed A, Farooq T, Noreen R, Javed S, Batool S, Ahmad A, Gulzar T, Ahmad M. Evaluation of structurally different benzimidazoles as priming agents, plant defence activators and growth enhancers in wheat. *BMC Chemistry*. 2019;13:29.
11. Bewley JD, Black M. *Physiology and Biochemistry of seed in relation to Germination*. Berlin: Springer Verlag; 1978.
12. Lemmens E, Deleu LJ, De Brier N, De Man WL, De Proft M, Prinsen E, Delcour JA. The Impact of Hydro-Priming and Osmo-Priming on Seedling Characteristics, Plant Hormone Concentrations, Activity of Selected Hydrolytic Enzymes, and Cell Wall and Phytate Hydrolysis in Sprouted Wheat (*Triticum aestivum* L.). *ACS Omega*. 2019;10:4-26.
13. Lutts, S, Benincasa, P, Wojtyla, L, Kubala, S, Pace, R, Lechowska, K, Quinet, M, Garnczarska, M. Seed priming: new comprehensive approaches for an old empirical technique. New challenges in seed biology-basic and translational research driving seed technology. *InTech*. 2016;1-49.
14. Karim MN, Sani MNH, Uddain J, Azad MOK, Kabir MS, Rahman MS, Choi KY, Naznin MT. Efeito estimulatório do priming de sementes como fatores de pré-tratamento na germinação e desempenho de rendimento de feijão comprido de jarda (*Vigna unguiculata*). *Horticulturae*. 2020;6:104.
15. Barros, TTVB. Osmocondicionamento e tolerância ao estresse térmico na germinação de sementes de girassol [Dissertação]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2017.

16. Silva JE, Paiva EPD, Leite MDS, Torres SB, Souza MLD, Guirra KS. Salicylic acid in the physiological priming of onion seeds subjected to water and salt stresses. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2019;23:919-924.
17. Dantas N. Condicionamento fisiológico e tolerância ao estresse salino em sementes de coentro (*Coriandrum sativum* L.) [Dissertação]. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semi-Árido; 2019.
18. Carneiro MMLC, Deuner S, Oliveira PVD, Teixeira SB, Sousa CP, Bacarin MA, Moraes DMD. Atividade antioxidante e viabilidade de sementes de girassol após estresse hídrico e salino. *Revista Brasileira de Sementes*. 2011;33:752-761.
19. Santos F. Interferência do Priming na qualidade de sementes de cevada [Tese]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2019.
20. Waqas M, Korres N, Khan D, Nizami A, Deeba F, Ali I, Hussain H. *Advances in the Concept and Methods of Seed Priming*. Singapura: Springer Nature Singapore; 2019.
21. Marcos Filho, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Piracicaba: Fealq; 2015.
22. Jisha K, Puthur JT. Halopriming de sementes confere tolerância ao estresse induzido por NaCl e PEG em variedades de *Vigna radiata* (L.) Wilczek. *Physiol. Mol. Biol. Plantas*. 2014;20:303-12.
23. Burin, CC. Nitratos no condicionamento fisiológico em sementes de milho sob estresses abióticos [Dissertação]. Cassilândia: UEMS; 2018.
24. Oliveira, CES, Steiner F. Potassium nitrate priming to mitigate the salt stress on Cucumber seedlings. *Scientia Agraria Paranaensis*, 2017;16:454-462.
25. Campos FV. Óxido nítrico melhora o desempenho de plantas de *lactuca sativa* L. expostas ao estresse salino [tese]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2017.

26. Vaktabhai CK, Kumar S. Seedling invigouration by halo priming in tomato against salt stress. *J. Pharmacogn. Phytochem.* 2017;6:716-722.
27. Lara TS, Lira JMS, Rodrigues AC, Rakocevic M, Alvarenga AA. Potassium Nitrate Priming Affects the Activity of Nitrate Reductase and Antioxidant Enzymes in Tomato Germination. *Journal of Agricultural Science.* 2014;6:72-80.
28. Kaiser IS, Machado LC, Lopes JC, Mengarda LHG. Efeito de liberadores de óxido nítrico na qualidade fisiológica de sementes de repolho sob salinidade. *Revista Ceres.* 2016;63:039-045.
29. Moaaz Ali M, Javed T, Mauro RP, Shabbir R, Afzal I, Yousef, AF. Effect of Seed Priming with Potassium Nitrate on the Performance of Tomato. *Agricultura.* 2020;10:498.
30. Lopes LS, Prisco JT, Gomes-Filho E. Inducing salt tolerance in castor bean through seed priming. *Australian Journal of Crop Science.* 2018;12:943-953.
31. Scalon SDPQ, Masetto TE, Matos DSCD & Motta, L. Condicionamento fisiológico e níveis de sombreamento em sementes de barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum* (Mart.) e *S. adstringens* (Mart.) Coville). *Revista Árvore.* 2014;38:145-153.
32. Bonome LTDS, Guimarães RM, Oliveira JA, Andrade VDC, Cabral PDS. Efeito do condicionamento osmótico em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu*. *Ciência e Agrotecnologia.* 2006;30:422-428.
33. Banerjee A, Roychoudhury A. Priming and Pretreatment of Seeds and Seedlings. In M. Hasanuzzaman & V. Fotopoulos (Eds.). *Priming and Pretreatment of Seeds and Seedlings.* Springer Singapore; 2019.
34. Hossain MA, Bhattacharjee S, Armin SM, Qian P, Xin W, Li HY, Burritt DJ, Fujita M, Tran LSP. Hydrogen peroxide priming modulates abiotic oxidative stress tolerance: Insights from ROS detoxification and scavenging. *Frontiers in Plant Science.* 2015:1–19.

35. Yoboue ED, Sitia R, Simmen T. Redox crosstalk at endoplasmic reticulum (ER) membrane contact sites (MCS) uses toxic waste to deliver messages. *Cell Death and Disease*. 2018;9:4
36. Abdel LA, Kordrostami M, Zakir A, Zaki H, Saleh O. Eustress with H₂O₂ Facilitates Plant Growth by Improving Tolerance to Salt Stress in Two Wheat Cultivars. *Plants*. 2019;8:303
37. Niu L, Liao W. Hydrogen Peroxide Signaling in Plant Development and Abiotic Responses: Crosstalk with Nitric Oxide and Calcium. *Frontiers in Plant Science*. 2016:1–14.
38. Silva PCC, Azevedo Neto AD, Gheyi HR, Ribas RF, Silva CRR, Cova AMW. Salt tolerance induced by hydrogen peroxide priming on seed is related to improvement of ion homeostasis and antioxidative defense in sunflower plants. *Journal of Plant Nutrition*. 2021;44:1207–1221.
39. Araújo GS, Lopes LS, Paula-Marinho SO, Mesquita RO, Nagano CS, Vasconcelos FR, Carvalho HH, Moura AAAN, Marques EC, Gomes-Filho E. H₂O₂ priming induces proteomic responses to defense against salt stress in maize. *Plant Molecular Biology*. 2021;106:33–48.
40. Abdelhamid MT, Raafat ME, Darwish MT, et al. Mechanisms of Seed Priming Involved in Salt Stress Amelioration. In: Hasanuzzaman M., Fotopoulos V. (eds). *Priming and Pretreatment of Seeds and Seedlings*. Springer Singapore; 2019.
41. Choudhury A, Atta K. Seed priming: a cost effective stress mitigation strategy. *Agrialis*. 2020;2:30-36.
42. Yasir TA, Khan A, Skalicky M, Wasaya A, Rehmani MIA, Sarwar N, Mubeen K, Aziz M, Hassan MM, Hassan FAS, Iqbal MA, Brestic M, Islam MS, Danish S, Sabagh AEL. Exogenous Sodium Nitroprusside Mitigates Salt Stress in Lentil (*Lens culinaris* Medik.) by Affecting the Growth, Yield, and Biochemical Properties. *Molecules*. 2021;26:2576.

43. Ilyas M, Nisar M, Khan N, Hazrat A, Khan AH, Hayat K, Fahad S, Khan A, Ullah A. Drought tolerance strategies in plants: a mechanistic approach. *J. Plant Growth Regul.* 2020;40:1-19.
44. Habib N, Ali Q, Ali S, Javed MT, Haider MZ, Perveen R, Shahid MR, Rizwan M, Abdel-Daim MM, Elkelish A, Bin-Jumah M. Use of nitric oxide and hydrogen peroxide for better yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) under water deficit conditions: growth, osmoregulation, and antioxidative defense mechanism. *Plants.* 2020;9:285.
45. Pereira TM, Santos HO, Neto ARC, Pelissari F, Pereira WV, Melo LA. Does nitric oxide protect *Eucalyptus urophylla* seeds under salt stress conditions?. *J. Seed Sci.* 2020;42.
46. Keisham M, Jain P, Singh N, von Toerne C, Bhatla SC, Lindermayr C (2019) Deciphering the nitric oxide, cyanide and iron-mediated actions of sodium nitroprusside in cotyledons of salt stressed sunflower seedlings. *Nitric Oxide* 88:10–26.
47. Hameed A, Farooq T, Hameed A, Sheikh MA. Sodium nitroprusside mediated priming memory invokes water-deficit stress acclimation in wheat plants through physio-biochemical alterations. *Plant Physiology and Biochemistry.* 2021;160: 329-340.
48. Roychoudhury A, Singh A, Aftab T, Ghosal P, Banik N. Seedling Priming with Sodium Nitroprusside Rescues *Vigna radiata* from Salinity Stress-Induced Oxidative Damages. *Journal of Plant Growth Regulation.* 2021.
49. Li Y, He N, Hou J, Xu L, Liu C, Zhang J, Wang Q, Zhang X and Wu X Factors Influencing Leaf Chlorophyll Content in Natural Forests at the Biome Scale. *Front. Ecol. Evol.* 2018;6:64.
50. Bergin P, Leggett A, Cardwell CR, Woodside JV, Thakkinstian A, Maxwell AP, Mckay GJ. The effects of vitamin E supplementation on malondialdehyde as a

biomarker of oxidative stress in haemodialysis patients: a systematic review and meta-analysis. *BMC Nephrol.* 2021;22:126.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-99>

Capítulo 99

ANALYSIS OF THE PACKAGING LABELS OF CREAM CRACKER ADDED WITH CASHEW NUTS

Cristiano Silva da Costa¹; Neliane Pereira do Nascimento²; Luana Maria Alves de Medeiros³; Leiliane da Fonseca Lima Herculano³; Paulo Henrique Machado de Sousa⁵

¹Estudante do Curso de Doutorado em Ciências e Tecnologia de Alimentos - CCA – UFC, *Campus* Pici Fortaleza; E-mail: cristianocostanutri@gmail.com; ²Estudante do Curso de Doutorado em Ciências e Tecnologia de Alimentos - CCA – UFC *Campus* Pici Fortaleza; E-mail: nelianepereira@hotmail.com; ³Estudante do Curso de Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos - CCA – UFC *Campus* Pici Fortaleza; E-mail: luana.maria.medeiros@gmail.com; ⁴Estudante do Curso de Doutorado em Ciências e Tecnologia de Alimentos - CCA – UFC *Campus* Pici Fortaleza; E-mail: lflherculano@gmail.com; ⁵Docente/pesquisador do Instituto de Cultura e Arte – ICA – UFC *Campus* Pici Fortaleza; E-mail: phmachado@ufc.br.

ABSTRACT: The objective of this work was to analyze packaging labels of cream crackers added with cashew nut flour, using the information contained on the label (low saturated fat content; source of unsaturated fats; no addition of trans-fats). An online questionnaire was applied, aimed at the adult population of the city of Fortaleza, State of Ceará of both sexes. The questionnaire obtained 424 responses. The association between variables was analyzed using significance levels of 5% (p-value <0.05) and 10% (p-value <0.10). Most participants said they had information on trans-fats (87.03%) and unsaturated fats (69.10%). They also said they had the habit of reading the food label (75%), observing mainly the expiration date, brand, and price in labels on biscuit packaging. The cream cracker label option number 3 (51.65%), with the information “trans-fats free” was the most preferred among them. An association was found between schooling and choice of the label (p = 0.040), as well as between choice of label and knowledge about trans-fats (p = 0.063) and unsaturated fats (p = 0.012). The inclusion of additional information on the label implied a greater possibility of purchasing the product, while the absence of this information reduced its choice.

Keywords: label; trans fat; unsaturated fat

INTRODUCTION

The labeling of packaged foods is a mandatory item in Brazilian legislation, as well as worldwide, which reflects the importance of this issue for consumer protection and for guaranteeing fair practices in food marketing (1). The means of communication between food manufacturers and consumers is carried out through labels, which include any written, printed, or graphic material displayed on food packaging (2). It is on labels where consumers find the information necessary for the choices that contribute to better nutrition, however, it is also on labels that consumers can find misleading information through

statements, symbols, or illusory images (3). Therefore, food labeling is a direct tool for information, and it must be clear and precise so that it can assist in choosing healthier foods (4).

The search for healthy foods has gained importance among consumers who want to improve their physical and mental health. Among the trends of this search, it is found the reduction of some types of ingredients such as fats, as well as the use of natural ingredients to the detriment of artificial ones (5).

Within these trends, biscuits are very well suited. Although not considered a staple food, cookies are consumed by all age groups and social classes. Brazil is fourth in the world ranking in the sale of biscuits (6). The reduction of sugar, fat, and salt in cookies can be associated with a healthy alternative to consuming the product (7), considering the wide variety of ingredients that can be added or replaced in their processing, carried with good acceptability.

The application of cashew nut flours in crackers has been little explored, probably because this type of biscuit differs from the others because it requires a higher content of gluten (wheat protein with viscoelastic characteristics), and its importance in the fermentation stage (related to the growth, texture, and flavor of the product), restricting the substitution of wheat flour for another flour (8). The cashew nut flour has great potential in the healthy food market, providing health benefits due to the presence of unsaturated fatty acids, dietary fibers, and bioactive compounds, such as phenolic compounds, essential oils, and xanthoproteins (9). This increment in food, in addition to achieving great commercial value for the products, also brings benefits to consumers who are not in the habit of consuming the product daily.

Thus, the development of new products by the consolidated biscuit market is of great importance. Bearing in mind the use of foods that are nutritional sources and that have functional properties, such as cashew nuts, the objective of this work was to analyze packaging labels of crackers based on cashew nuts flour, based on information available on the packaging.

MATERIAL AND METHODS

Based on the brainstorming technique, the researchers suggested possible information be analyzed on the labels of the biscuit packages. After screening and discussing ideas, three terms were selected, with nutritional claims related to different types of fats. Then, the product labels were created, in which each of them presented one of the claims on the upper left. Option 1 provided the information: "Low saturated fat content"; option 2 had "Source of unsaturated fats"; and option 3 contained the claim "trans-fat free". A fourth label option that contained only the standardized information for this type of product was also developed.

The layout was created digitally, with the front part in 2D, using the CorelDRAW 2018 software (10). The labels had the colors yellow, red, and white; and contained standardized information: the term "Cream Cracker" in the center, the fictional brand "Crackju", the information "cream cracker type", "battered with cashew nut flour" and "more crunchy", the definition of net weight product in grams (g) and ounces (oz) and the illustrations of the cream cracker cookies, a cup of coffee with milk and cashew nuts (Figure 1).



Figure 12 – Layout of the cream cracker biscuit labels with the inclusion of nutritional claims.

Source: Elaborated by the authors (2020).

In the next step, a structured online questionnaire was applied. The questionnaire was built using the Google Forms tool (11). The target audience consisted of individuals living in the city of Fortaleza, State of Ceará, aged between 18 and 59 years old, of both sexes. Based on information from the 2010 Demographic Census of Brazil, conducted by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), a total of 1,436,575 individuals in the chosen age group (12) were recorded. The sample calculation was used for finite populations with a confidence level of 95%, resulting in a sample of 385 people. At the end of the collection period, which took place in June 2020, 496 questionnaires were recorded. However, after eliminating duplicate questionnaires and non-resident individuals in Fortaleza, 424 responses were recorded.

The questionnaire consisted of 20 questions referring to socioeconomic data (gender, age group, education, marital status, neighborhood, and monthly family income); knowledge of trans fats and unsaturated fats and their respective food sources; consumption and level of preference for cream cracker and cashew nuts or products containing it; habit of observing labels and information that you usually observe on cream cracker labels. In the final part of the questionnaire, the four label options were presented, and the participant should choose the biscuit that he or she would buy in a Market.

The data was organized in Google Sheets online spreadsheet. The socioeconomic information and that related to the consumption of biscuits and cashew nuts, knowledge about fats, information observed on labels, and the chosen label option were categorized and expressed in absolute and relative frequency, through tables and graphs.

The association between the choice of the label and the socioeconomic variables and knowledge about fats was verified using the Pearson's Chi-Square Test, using the XLSTAT software version 2020.3.1.17 (13), with significance levels of 5% (p -value < 0.05) and 10% (p -value < 0.10).

The study was submitted to the Research Ethics Committee (CEP in Portuguese), in compliance with Resolution No. 466 of December 12, 2012, of the National Health Council, which deals with research involving human beings (14).

RESULTS AND DISCUSSION

Of the 424 valid participant responses, 79% (n = 335) were women. The age group was 39.86% (n = 169) participants aged 26 to 35 years, followed by 29.25% (n = 124) aged 18 to 25 years and 16.98% (n = 72) from 36 to 45 years old. Over half of the participants 55.90% (n = 237) were single, followed by 35.14% (n = 149) married.

The level of education was 32.08% (n = 136) participants who completed post-graduation, 25.94% (n = 110) undergraduate, 14.62% (n = 62) with incomplete post-graduation and 13.21% (n = 56) with complete graduation. As for monthly family income, the majority 40.57% (n = 172) earned 1 to 3 minimum wages, 23.11% (n = 98) earned 4 to 6 minimum wages and 15.57% (n = 66) earned up to 1 minimum wage.

To participate in online surveys, the population needed to have access to the Internet and an interest in the research topic. Student and employee populations are more likely to respond to surveys than the general population (15).

The questionnaire was highly comprehensive, with 91 respondents out of the 121 neighborhoods in the city of Fortaleza, which correspond to 75.21% of the total.

Research participants answered questions regarding consumption, frequency of consumption, and acceptance of cream crackers and cashew nut/products with cashew nuts (Table 1).

Table 14 – Data on consumption and acceptance of cream crackers and products with cashew nut on their composition.

Do you buy cream crackers?	n	%
Yes	379	89.39
No	45	10.61
If yes, how often do you buy it?	n	%
Daily	27	6.37
Twice of four times a week	61	14.39
Weekly	77	18.16
Fortnightly	51	12.03
Monthly	29	6.84
Rarely	139	32.78
Do not buy it	40	9.43
How do you like cream crackers?	n	%
Very much	74	17.45
Moderately	251	59.20
Indifferent	66	15.57
Moderately dislike	11	2.59
Dislike very much	3	0.71
No consumption	19	4.48
Do you buy cashew nut or products with cashew nut?	n	%
Yes	387	91.27
No	37	8.73
If yes, how often do you buy it?	n	%
Daily	21	4.95
Twice of four times a week	33	7.78
Weekly	62	14.62
Fortnightly	59	13.92
Monthly	72	16.98
Rarely	149	35.14
Do not buy it	28	6.60

How do you like cashew nut?	n	%
Very much	277	65.33
Moderately	110	25.94
Indifferent	13	3.07
Moderately dislike	3	0.71
Dislike very much	13	1.89
Do not eat it	13	3.07

Source: Elaborated by the authors (2020)

The predominant response to the consumption of cream crackers was “yes” (89.39%). However, 32.78% (n = 139) of the individuals said they rarely consume the product. Similar results were seen regarding the cashew nut, in which 91.27% (n = 387) claimed to consume the almond; however 35.14% (n = 149) consumed it rarely and 59.20% (n = 251) said they liked the biscuit moderately and, 65.33% (n = 277), they liked the nut very much.

Participants answered questions inherent to knowledge about types of fats in the foods, as well as which foods would be their sources (Table 2).

Table 15 – Information consumers have on the types of fats and their food sources.

Do you know what trans-fat is?	n	%
Yes	369	87.03
No	55	12.97
Do you know which food is the source of trans fat?	n	%
Yes	226	53.30
No	71	16.75
Maybe	127	29.95
Do you know what unsaturated fat is?	n	%
Yes	293	69.10
No	131	30.90
Do you know which food is the source of unsaturated fat?	n	%
Yes	199	46.93
No	131	30.90
Maybe	94	22.17

Source: Elaborated by the authors (2020)

Most participants said they had information on trans fats 87.03% (n = 369) and unsaturated fats, 69.10% (n = 293). More than half of the participants, 53.30% (n = 226), claimed to know which foods are sources of trans fats and 46.93% (n = 199) answered “yes”, when asked about knowing sources of unsaturated fats.

It is not possible to state the participants' real understanding of the meaning of trans fats and unsaturated fats as well as the composition of their dietary sources given that they were not asked to define these nutrients and cite their sources. Even so, the result achieved in this study can be considered positive, since it is estimated that consumers with previous nutritional knowledge are more likely to make healthy decisions based on the information contained on the labels (16).

Another aspect assessed in this work was whether the participants usually look at the labels of the food they consume, therefore obtaining a percentage of 75.00% (n = 318)

of people who answered “yes” and 25.00% (n = 106) who answered “no. thus, it was found when analyzing the reading of the label, that according to the sex of the participants, the female sex presented a higher percentage (77.01%, n = 258) of participants who stated to have the habit of reading labels, when compared to the percentage of male participants who answered yes (67.42%, n = 60). In a study carried out with 1,246 individuals in the city of Pelotas, State of Rio Grande do Sul, it was found a result similar to that observed in this experiment, in which 70.9% of the interviewees reported having the habit of reading the food label (17).

Table 3 shows the information that the participants indicated to be checked more frequently on the labels of cream crackers, it is emphasized that each participant had the option to check more than one information.

Table 16 – Information checked by the consumers on the cream-cracker packaging labels.

Information	n	%
Expiration date	375	88.44
Brand	303	71.46
Price	294	69.34
Ingredient list	198	46.70
Nutritional information	196	46.23
Additional information	157	37.03
Health benefit	106	25.00
Presence of additives	86	20.28
Presence of lactose	78	18.40
Presence of allergenic	67	15.80
Presence of gluten	65	15.33
I do not see any information	13	3.07

Source: Elaborated by the authors (2020)

Most of the participants reported checking the expiry date of the product, the brand, and the price of the cream cracker package labels, also observing a good percentage of people who claimed to check the list of ingredients and the nutritional information of the products. In a survey carried out with focus groups in the cities of Recife, Goiânia, São Paulo, and Porto Alegre, which sought to understand the use of labels by consumers, there was a greater report of the search for nutritional information, ingredients, and expiration date, being reported that such information was used to compare products and decide which product to buy (18).

Contributing to the influence of nutritional information on choosing a product, a survey with 165 customers in a UK supermarket chain sought to verify the influence of nutritional traffic lights on consumers' choice of products and observed that the information on the food label that indicated a positive effect for health, generated preference in the choice of these products by the interviewees (19).

It can be seen in Figure 2 the distribution percentage of choice of packaging. Option 3 (Figure 1), a package that contained the information “trans-fats free”, was chosen by most participants (51.65%, n = 219), followed by option 1 (20.25%; n = 87), which reported “low saturated fat content”, showing a predisposition of the participants to choose to package with information related to a lower fat content considered harmful to health.

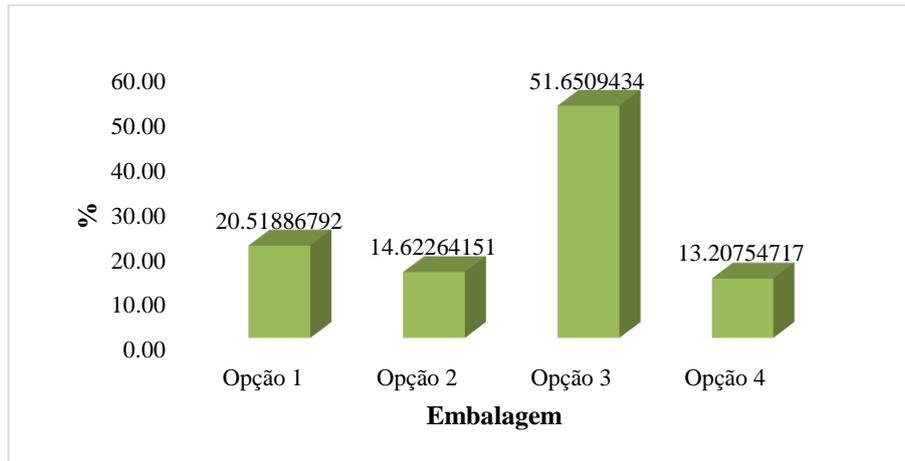


Figure 13 – Choice of cream cracker packaging.

Source: Elaborated by the authors (2020). / *Variation of the additional information on the label: option 1: low content of saturated fat; option 2: unsaturated fat source; option 3: trans-fat free; option 4: no additional information.

The result obtained in this work was in line with what was observed in a study carried out with 129 Belgian consumers, in which, the Analysis of cheese samples and their respective packaging, 51% claimed that the fat content may be one of the reasons for not buying a particular food and 31.8% stated that they usually buy low-fat foods (20).

Another aspect to be observed is the fact that the label without health statement was the least chosen by the participants, therefore contributing to the fact that the simple presence of health statements such as information about certain nutrients, positively influence consumers, leading to more favorable evaluations to purchase the product (21).

In the search to verify the occurrence of an association between the choice of packaging by the participants with socioeconomic characteristics and knowledge about trans and unsaturated fats, the chi-square test was performed at 5 and 10% of significance. The results are shown in Table 4.

Table 17 – Association between packaging choice and socio-economic factors and information on types of fat.

	Packaging								p-value
	1		2		3		4		
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Gender									
Female	75	17.69	46	10.85	171	40.33	43	10.14	0.276
Male	12	2.83	16	3.77	48	11.32	13	3.07	
Age group									
18 to 25 years old	26	6.13	19	4.48	60	14.15	19	4.48	0.918
26 to 35 years old	31	7.31	24	5.66	91	21.46	23	5.42	
36 to 45 years old	17	4.01	7	1.65	40	9.43	8	1.89	
46 to 55 years old	9	2.12	7	1.65	16	3.77	4	0.94	
> 55 years old	4	0.94	5	1.18	12	2.83	2	0.47	
Education									
Fundamental (complete)	0	0.00	0	0.00	3	0.71	0	0.00	0.040*

High School (incomplete)	2	0.47	2	0.47	1	0.24	0	0.00	
High School (complete)	17	4.01	6	1.42	20	4.72	9	2.12	
Graduation (incomplete)	20	4.72	18	4.25	52	12.26	20	4.72	
Graduation (complete)	6	1.42	8	1.89	34	8.02	8	1.89	
Post-graduation (incomplete)	17	4.01	10	2.36	26	6.13	9	2.12	
Post-graduation (complete)	25	5.90	18	4.25	83	19.58	10	2.36	
Income	1		2		3		4		p-value
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Up to 1 minimum wage	12	2.83	14	3.30	29	6.84	11	2.59	0.120
From 1 to 3 minimum wages	44	10.38	22	5.19	81	19.10	25	5.90	
From 4 to 6 minimum wages	15	3.54	15	3.54	54	12.74	14	3.30	
From 7 to 9 minimum wages	3	0.71	5	1.18	24	5.66	4	0.94	
More than de 9 minimum wages	13	3.07	6	1.42	31	7.31	2	0.47	
Information on Trans fat	1		2		3		4		p-value
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Yes	57	13.44	54	12.74	145	34.20	37	8.73	0.063**
No	30	7.08	8	1.89	74	17.45	19	4.48	
Information on Unsaturated fat	1		2		3		4		p-value
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Yes	71	16.75	59	13.92	193	45.52	46	10.85	0.012*
No	16	3.77	3	0.71	26	6.13	10	2.36	
Total	87	20.52	62	14.62	219	51.65	56	13.21	

Chi-square: *significant at $p < 0.05$ - **significant at $p < 0.10$.

Source: Elaborated by the authors (2020).

It was possible to observe that the level of education showed a statistical association ($p < 0.05$) in the choice of packaging, in which there was a greater percentage of participants who chose packaging 3. The relationship between education and reading labels of food packaging was found in a study on the analysis of the label of food bars, carried out with 385 adult individuals living in the city of Larva's, State of Minas Gerais, in which the percentage of participants who claimed to read the food label had a positive correlation with the level of education (22).

The education of consumers has been related not only to the act of reading the label of the products but also to the search for information and knowledge that assist in the understanding of nutritional information (23), which allows greater criticism at the moment of choosing the food.

Another verified statistical association was between the knowledge on understanding trans-fats ($p < 0.10$) and unsaturated fats ($p < 0.05$), in which people who answered that have information on these types of fat chose packaging 3 more often, which informed to have no addition of trans-fats.

The result observed in this experiment may be linked to the fact that health agencies have been working with public health strategies that provide the population with information about the health risks inherent in the indiscriminate consumption of saturated and trans fats. The World Health Organization (WHO) and the Ministry of Health (MS) of Brazil have publications that guide the population on the link between the consumption of saturated fats and trans-fats and the occurrence of chronic non-transmissible diseases, therefore seeking to aid consumers in their food choices (4); (24).

CONCLUSIONS

Cream crackers are widely consumed even if at different frequencies, which makes it a conducive food for adding ingredients with a nutritional appeal.

The evaluation of packaging labels of biscuits added with cashew nut flour revealed that the inclusion of additional information, mainly related to the low content of saturated fats and the non-inclusion of trans fats, implied in the greater possibility of acquiring the product, while the absence of this information reduced its choice.

It is suggested that studies be carried out to deepen the investigation of consumers' knowledge and preference about the product, in addition to the application of sensory analysis methods.

REFERENCES

1. Codex Alimentarius. General standard for the labelling of prepackaged foods. Codex Stan 1-1985.[Internet]. 1985 [acesso em 2020 JuL 19] Disponível em: www.fao.org/input/download/standards/32/CXS_001e.pdf.
2. Machado RLP. Manual de rotulagem de alimentos. Rio de Janeiro, Embrapa Agroindústria de Alimentos. 24p. 2015.
3. United Nations. Economic and social council. Misleading food labels. Second international forum on market surveillance and consumer protection[Internet]. 2005 [acesso em 2020 JuL 19]. Disponível em: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/.../Mealnie_Fisher.do.
4. Brasil. Guia alimentar para a população brasileira. 2ª ed. Brasília, Ministério da Saúde, 156 p. 2014.
5. FAO – Food and Agriculture Organization & OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde. Panorama da segurança alimentar e nutricional, Sistemas alimentares sustentáveis para acabar com a fome e a má nutrição. Santiago, FAO, OPAS. 48p. 2017.
6. ABIMAPI – Associação Brasileira de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos industrializados. Estatísticas de Biscoito[Internet]. 2019 [acesso em 2020 JuL 19] Disponível em: <https://www.abimapi.com.br/estatisticas-biscoitos.php>.
7. Boobier WJ, Baker JS & Davies B. Development of a healthy biscuit: an alternative approach to biscuit manufacture. Nutrition Journal, 5:1-7. 2006.
8. Gomes-Ruffi CR (2011) Desenvolvimento e avaliação tecnológica de biscoito tipo cracker com incremento no teor de proteínas e de fibras pela incorporação de derivados de soja. Dissertação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 115 p.
9. Jesus Júnior IR, Rocha AB, Freire FP, Macedo JM, Reis MLA, Moraes TS, Sousa MSC, Miranda JÁ, Oliveira IB, Calazans CL, Silva MTA, Silva AR & Alencar

- Filho JMT (2020) Análise da composição centesimal da amêndoa do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) crua e torrada como matéria-prima para a produção da farinha da castanha de caju. In: Silva FF (Org.). Prática e pesquisa em ciência e tecnologia de alimentos. Ponta Grossa, Atena, 2020. P. 1-13.
10. CorelDRAW. CorelDRAW Graph Suite. Ottawa, Corel Corporation[Internet]. 2018 [acesso em 2020 Jun 20]. Disponível em: <https://www.coreldraw.com/en/pages/coreldraw-2018/>.
 11. Google. Google Forms. Mountain View, Google LLC[Internet]. 2020 [acesso em 2020 Mai 30]. Disponível em: <https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/>.
 12. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Fortaleza[Internet]. 2020 [acesso em 2020 Mai 28]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/fortaleza/panorama>.
 13. XLSTAT by Addinsoft. XLSTAT software version 2020.3.1.17. Paris, Addinsoft[Internet]. 2020 [acesso em 2020 Jun 20] Disponível em: <https://www.xlstat.com/en/news/xlstat-version-2020-3>.
 14. Brasil, Conselho Nacional de Saúde. Resolução n. 466, de 12 de dezembro de 2012. Aprova normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. DOU, 13/06/2013, Seção 1, p. 59. 2012.
 15. Shih TH & Fan WX. Comparing response rates from web mail surveys: a meta analysis. *Field Methods*, 20:249-271. 2008.
 16. Miller LMS & Cassady DL. The effects of nutrition knowledge on food label use. A review of the literature. *Appetite*, 92:207-216. 2015.
 17. Lindemann IL, Silva MT, Cesar JG & Mendoza-Sassi RA. Leitura de rótulos alimentares entre usuários da atenção básica e fatores associados. *Caderno de Saúde Coletiva*, 24: 478-486. 2016.
 18. Sato PM, Mais LA, Khandpur N, Ulian MD, Martins APB, Garcia MT, Spinillo CG, Rojas CFU, Jaime PC & Scagliusi FB. Consumers' opinions on warning labels on food packages: a qualitative study in Brazil. *Plos One*, 14:1-17. 2019.
 19. Scarborough P, Matthews, A, Eyles H, Kaur A, Hodgkins C, Raats MM & Rayner M. Reds are more important than greens: how UK supermarket shoppers use the different information on a traffic light nutrition label in a choice experiment. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 12:1-9. 2015.
 20. Schouteten JJ, Steur HD, Pelsmaeker SD, Lagast S, Bourdeaudhuij ID & Gellynck X. Impact of health labels on flavor perception and emotional profiling: a consumer study on cheese. *Nutrients*, 7:10251-10268. 2015.

21. Kaur A, Scarborough P & Rayner M. A systematic review, and meta-analyses, of the impact of health-related claims on dietary choices. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14:1-17. 2017.
22. Domiciano CG, Pereira RC, Picinin CTR, Machado FS & Angelis-Pereira MC. Food bar labels: consumer behaviour and veracity available information. *Brazilian Journal of Food Technology*, 21:1-9. 2018.
23. Cavaliere A, Ricci EC & Banterle A. Nutrition and health claims: who is interested? An empirical analysis of consumer preferences in Italy. *Food Quality and Preference*, 41:44-51. 2015.
24. WHO - World Health Organization. Healthy diet. Cairo, Regional Office for the Eastern Mediterranean. 20p. 2019.

doi <https://doi.org/10.53934/9786599539633-100>

Capítulo 100

APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO DE PARTES NÃO CONVENCIONAIS DE PRODUTOS DE ORIGEM VEGETAL

Bianca Ferreira Augustinho¹; Ellen Godinho Pinto²; Tulio Henrique Batista da Silva³;

¹Estudante do Curso de Superior em Tecnologia de Alimentos - TAL – IF Goiano; E-mail: biafer2308@gmail.com.

²Docente Depto de alimentos – TAL – IF Goiano. E-mail: ellen.godinho@ifgoiano.edu.br.

³Discente do Mestrado em Tecnologia de Alimentos - DTA - UNICAMP; E-mail: thenriquekb@gmail.com.

RESUMO: Um dos principais problemas relacionados a produção de alimentos, é a quantidade de resíduos orgânicos que são gerados devido as suas operações. Grandes perdas dos produtos de origem vegetal se dão devido não utilizar integralmente os produtos, sendo que o Brasil está entre as 10 nações que mais desperdiçam alimentos. O acúmulo desses resíduos vem trazendo grandes impactos negativos para o mundo, o que afeta a sociedade atual e serão pagos por essas e pelas próximas gerações. A inserção das práticas de aproveitamento de partes não convencionais de produtos de origem vegetal contribuirá para aumentar a acessibilidade de alimentos a todas as populações, uma vez que, a fome e o desperdício de alimentos são um dos maiores problemas que o Brasil enfrenta. Logo, o presente trabalho tem como objetivo realizar a abordagem do uso de partes geralmente descartadas de vegetais, com o intuito conscientizar a população sobre os benefícios nutricionais, ambientais e financeiros.

Palavras-chave: AIA; alimentos; descarte; impactos; resíduos

INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas relacionados a produção de alimentos, é a quantidade de resíduos orgânicos que são gerados devido as suas operações. Para isso a Organização das Nações Unidas - ONU lançou uma meta, de reduzir o desperdício de alimentos ao longo de toda a cadeia produtiva em 50% até 2030 (1). A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura – FAO, estima que 931 milhões de toneladas de alimentos, ou 17% do total de alimentos disponíveis em 2019 foram desperdiçados, sendo grande parte oriunda do desperdício dos seres humanos, seja como resíduos do processamento ou como perdas associadas a cadeia produtiva (2).

Grandes perdas dos produtos de origem vegetal se dão devido não utilizar integralmente os produtos (3). Segundo a pesquisa do Instituto Akut, 65,3% dos entrevistados descartam as partes não convencionais dos alimentos (4).

O acúmulo desses resíduos vem trazendo grandes impactos negativos para o mundo. A água está sendo contaminada pelo descarte incorreto de resíduos orgânicos, no

solo tem-se problemas de degradação, desgaste e contaminação de terras agricultáveis, além do desperdício de energia, emissão anual de 3,3 bilhões de toneladas de gases de efeito estufa depositados na atmosfera e também perda de capital investido na produção e no consumo, causando impactos econômicos mundiais (5).

As práticas de aproveitamento das partes não convencionais de produtos de origem vegetal contribuirá para aumentar a acessibilidade de alimentos a todas as populações, uma vez que, a fome e o desperdício de alimentos são um dos maiores problemas que o Brasil enfrenta (3).

Teve-se como objetivo nesse trabalho abordar o uso de partes geralmente descartadas de vegetais, com o intuito conscientizar a população sobre os benefícios nutricionais, ambientais e financeiros.

PRODUÇÃO DE HORTICULTURAS NO BRASIL

A horticultura é dos setores mais importantes do agronegócio brasileiro, possuindo uma alta rentabilidade e contribuindo com altos índices de geração de emprego, além disso contribui como uma boa alternativa para o crescimento das exportações brasileiras de produtos agrícolas. O Brasil apresenta uma das maiores produções de frutas do mundo e possui uma capacidade em constante crescimento de produção por possuir áreas adequadas de produzir o ano inteiro, clima favorável, assim assegurando níveis de oferta quando o mercado se encontra com déficit de produtos (6).

Nos últimos anos, a cadeia interna de frutas e legumes no Brasil teve estabilidade, por um progresso na adoção de medidas efetivas de produção e na implementação dos canais de distribuição (7).

As tendências globais relacionadas ao consumo de Hortifruti sempre seguiram em consideração os seguintes fatores: sabor, qualidade e preço. Entretanto, outros novos fatores estão mudando o perfil dos consumidores, que cada vez mais conscientes, procuram ter uma alimentação focada na melhoria da saúde, que contribua menos com impactos ambientais, que preserve cada vez mais o bem-estar, transparência e segurança (8).

O mercado representa uma importante e complexa etapa desde a produção até o consumo dos hortifrutis na mesa do consumidor, sendo definido pelos seus diversos canais de distribuição, e os problemas neste processo podem produzir defeitos indesejáveis nos produtos, ou perdas, que podem acarretar em um aumento do desperdício ou da rejeição por parte dos consumidores (9)

No entanto mesmo com os problemas relacionados ao desperdício destes produtos, A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO/ ONU) designou 2021 como o “Ano Internacional das Frutas e Vegetais”, sendo que o objetivo é informar e conscientizar a população global sobre os benefícios nutricionais e para a saúde que os hortifrutis podem trazer, tais como apoiar as funções do corpo e o bem-estar físico e mental em todas as faixas etárias dos consumidores, além de ajudar a prevenir a desnutrição e reduzir o risco de doenças não transmissíveis (8, 10). Sendo assim o mercado de hortifrutis não só no Brasil, mas no mundo, tendem a ter um alto crescimento mesmo na situação pandêmica atual.

DESPERDÍCIO

Um dos principais obstáculos das indústrias em diversas regiões do mundo está associado à significativa quantidade de resíduos orgânicos que são gerados pela sua atividade, sendo que esse desperdício é inerente a qualquer setor produtivo (11). O aumento da conscientização ecológica, iniciado no final do Século XX, deixou claro que os grandes

desafios da humanidade para as próximas décadas é equilibrar a produção de bens e serviços, crescimento econômico, igualdade social e sustentabilidade ambiental (12). Um passo importante a se adotar na prevenção do desperdício de alimentos é a sua quantificação. Ter informações acerca das quantidades de alimentos que são desperdiçados durante cada etapa da cadeia de processamento é a chave para criar um programa de prevenção para evitar esse desperdício (13).

O desperdício de alimentos pode ocorrer de várias formas: pela produção em excesso, problemas durante o transporte, grande armazenamento em estoque e sem controle de distribuição adequado (14). E muitas das vezes ele ocorre quando o alimento ainda está apto para o consumo na casa do consumidor, ou seja, grande parte do desperdício ocorre na cozinha. O descarte de cascas, sementes e raízes que poderiam ser aproveitadas em diversas receitas é um exemplo de como se é jogado fora o que poderia ser consumido de outras maneiras (14; 15).

O Brasil, está entre as 10 nações que mais desperdiçam alimentos. Gerando, diariamente cerca de 100 mil toneladas de lixo no país, sendo que desse total, aproximadamente 60% é formado de material orgânico, isto é, restos de frutas, legumes, verduras e alimentos em geral (16, 17).

Uma casa com cinco integrantes gasta, em média, R\$1.532,50 mensalmente com alimentação e, ao considerar a média mundial de 30% de desperdício, nota-se que R\$459,75 são gastos com alimentos que viraram lixo, tendo um desperdício de aproximadamente um terço do que foi investido (18). De forma geral, reduzir a perda e o desperdício de alimentos é uma forma bastante viável para mitigar os custos de produção, aumentar a eficiência dos sistemas industriais, contribuindo também para a sustentabilidade ambiental (19).

IMPACTO AMBIENTAL

De acordo com a resolução 001 de 23 de janeiro de 1986, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas (20).

As perdas e desperdícios causam problemas em níveis locais e globais, pois além de reduzirem a disponibilidade de alimentos em nível o desperdício causa enormes prejuízos econômicos e gera impactos ambientais diretos, com a geração de resíduos e emissão de gases de efeito estufa, e indiretos, pelo consumo ineficiente de terra, água, energia e insumos para a produção agropecuária (5). Quando descartados de forma inapropriada os resíduos podem representar perda da biomassa, perda de nutrientes da terra e aumento do potencial poluidor que levam a poluição de solos e de corpos hídricos através da lixiviação, acarretando em problemas de saúde pública (21).

Os custos ambientais relacionados ao desperdício de alimentos refletem de forma negativa na sociedade atual e serão pagos por essas e pelas próximas gerações em virtude da escassez dos recursos naturais e da degradação do meio ambiente, que ocasionam diretamente impactos no clima. A cadeia de produção e distribuição de alimentos necessita de água, terra, adubos, minerais, pesticidas, energia elétrica e combustíveis fósseis. O alimento que vai para o lixo enterra junto com ele todos esses recursos que foram consumidos durante o seu processo de produção (22).

De tal modo, reduzir o desperdício de alimentos é a forma mais sustentável de diminuir perdas de recursos naturais, sendo esse um dos objetivos do Desenvolvimento Sustentável aprovados pelas Nações Unidas. Esta meta consiste em diminuir as perdas de

alimentos em toda a rede alimentar, desde a produção à distribuição, abrangendo ainda as perdas pós-colheita, até 2030 (23).

Mediante a reflexão dos diversos impactos ambientais causados pelo desperdício dos alimentos, o homem necessita se conscientizar quanto suas ações que geram interferência deletéria no meio ambiente e nas mudanças causadas conta do descuido na interação com a natureza e outros seres vivos (23).

APROVEITAMENTO INTEGRAL DOS ALIMENTOS (AIA)

A alimentação integral possui como princípio básico a diversidade de alimentos e a complementação de refeições, com o objetivo de reduzir custo, proporcionar preparo rápido e oferecer paladar regionalizado (24). Ela é uma forma de reduzir a produção de resíduos por meio do aproveitamento integral do alimento. Dessa forma, deve-se aproveitar tudo o que o alimento possa oferecer como fonte de nutrientes (25).

Atualmente a preocupação com uma alimentação adequada faz parte do dia a dia da população, pois devido às dificuldades econômicas atuais torna-se cada vez mais difícil a aquisição de alimentos, principalmente os de origem animal (26). A carne por exemplo, teve uma alta expressiva em seu valor no ano de 2020. Os cortes subiram bruscamente os preços: acém 30,0%, 23,6%, contrafilé 50% e coxão mole 46% (27). Em vista destes fatores, o aproveitamento integral de alimentos pode enriquecer a alimentação diária, trazendo inúmeros benefícios. Portanto, é importante à utilização de cascas, talos e folhas no cardápio, como por exemplo, sucos, doces, geleias, bolos, pães e farinhas.

Utilizar as partes não convencionais dos vegetais acarreta em alimentações mais nutritivas, maior economia na renda familiar, variação do cardápio, melhora a eficiência industrial, descoberta de novas receitas, maior utilização dos recursos promovendo a sustentabilidade e a redução do desperdício (28).

Diante do cenário com um alto desperdício, somente com a conscientização da população, por meio da educação nutricional, é que se poderá mudar o cenário e reverter o quadro alimentar atual do Brasil (25).

FORMAS DE APROVEITAMENTO

Reduzir o desperdício de alimentos, formar hábitos alimentares saudáveis e adequados, amenizar os prejuízos e promover a melhoria da qualidade de vida das pessoas, se torna hoje tópicos fundamentais. Uma maior utilização dos produtos que são desperdiçados gera impactos positivos, amenizando assim carências nutricionais da população (29).

Já existem procedimentos para diminuir o desperdício, tais como: melhoria nos tratamentos na pré e pós-colheita, adequação do ponto de colheita em relação ao mercado consumidor, dimensões das embalagens padronizadas, comodidade da embalagem referente a matéria-prima, reeducação e treinamento de todos os envolvidos nas etapas da produção de frutas e hortaliças, melhor proteção física através de aperfeiçoamentos nos meios de transporte, integração entre atacadistas, varejistas e produtores e desenvolvimento de subprodutos industrializados visando o melhor aproveitamento (22).

O aproveitamento de resíduos se mostra uma alternativa viável para minimizar o desperdício de alimentos, sendo uma grande oportunidade de desenvolvimento de subprodutos. Em um país onde milhões de pessoas passam por necessidades nutricionais, buscar formas inovadoras de alimentação, oriundas de fontes de alimentos que são desperdiçados, podem ser uma alternativa nutricional viável (12)

Dentre as várias alternativas já existentes para evitar desperdício, destaca-se o aproveitamento de partes usualmente não consumíveis para fabricação de alimentos. Já existem diversos estudos que realizam a formulação de produtos à base de partes que virariam resíduo e mostram a aceitação deles por parte da população (3).

Foi desenvolvido um bolo de casca de banana, e a aceitabilidade sensorial do produto foi de 98,8%. Esse também obteve um valor calórico reduzido e grande quantidade de fibras em relação a bolos convencionais (30).

Autores utilizaram cascas de banana nanica, de chuchu e talos de couve para desenvolver uma farinha temperada que obteve teores de lipídios e proteínas similares às outras farofas temperadas comercializadas e com teores reduzidos teor de carboidratos totais e de valor energético (3).

Fabricaram uma torta salgada com trigo integral recheada com molho à base de talos de hortaliças, apresentando uma boa aceitabilidade por crianças em idade pré-escolar de uma creche municipal do município de Guarapuava-Pr (31).

Em um estudo, foi utilizado para a produção de bolo foi utilizado pó de cascas de batata para substituir a farinha de trigo, em concentrações de 2%, 5% e 10%. Os bolos que tiveram a adição do pó de casca de batata tiveram suas características estruturais melhoradas, devido a capacidade de ligação de água e a capacidade de absorção de gordura proveniente do pó da casca de batata, e além disso foi observado que os bolos contendo 5% de pó de casca de batata, teve uma melhor aceitação sensorial pelos painelistas avaliadores (32).

A nível nacional, pode-se citar programas como o Mesa Brasil Sesc (MBS) e a iniciativa Save food e a nível internacional tem o “Programa nacional de Pérdida y Desperdicio de Alimentos que possuem como objetivos principais, implementar técnicas que evitam o desperdício e a geração de resíduos provenientes dos alimentos (33; 5; 34).

CONCLUSÃO

Diante do término deste trabalho, foi possível concluir os altos índices potenciais ou efetivos, de resíduos de produtos agrícolas ou agroindustriais, não estão direcionados a utilização exclusivamente a ser transformado em alimentos. A utilização de resíduos por essa ou outras finalidades deve-se levar em consideração diversos fatores, como, aspectos econômicos. A economicidade do aproveitamento residual indicará a destinação final do produto, seja este de caráter alimentício ou não.

REFERÊNCIAS

1. Organização das Nações Unidas (ONU). Ensure sustainable consumption and production patterns. 2015 [Acesso em 24 de maio de 2021]. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-consumption-production/>.
2. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO). 17% de todos os alimentos disponíveis para consumo são desperdiçados. 2021 [Acesso em 14 de maio de 2021]. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1379033/>.
3. Damiani C, Becker F, Silva FA, Asquieri ER. Aproveitamento de resíduos vegetais para produção de farofa temperada. Alim. Nutri. 2011; 22 (4): 657 – 662.

4. Instituto Akut. Um panorama brasileiro da alimentação. Caderno temático – a nutrição e consumo consciente. 2004.
5. Centro de Estudos e Debates Estratégicos (CEDES). Perdas e desperdício de alimentos - estratégias para redução. Brasília; 2018 (série de cadernos de trabalhos e debates).
6. Fioravanzo JC, Paiva MC. Competitividade e fruticultura brasileira. Informações Econômicas. 2002; 32 (7): 24-40.
7. Henz GP. Postharvest losses of perishables in Brazil: what do we know so far?. Horticultura Brasileira. 2017; 35 (1): 6-13.
8. Hortifruti Brasil. O consumo não é mais o mesmo! Quais as novas tendências que vão nortear o consumo de frutas? Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA - ESALQ/USP. p. 34. 2019. [Acesso em: 30 de julho de 2021]. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/hortifruti-cepea-o-consumidor-nao-e-mais-o-mesmo.aspx>.
9. Tofanelli MBD, Fernandes MS, Martins filho OB, Carrijo NS. Mercado de hortaliças frescas no município de Mineiros-GO. Horticultura Brasileira. 2007; 25: 475 – 478.
10. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO). The state of food and agriculture. 2019. [Acesso em 21 de maio de 2021]. Disponível em: <http://www.fao.org/state-of-food-a-griculture/2019/en/>.
11. Pinto SAA. Processamento mínimo de melão tipo Orange Flesh e de melancia ‘Crimson sweet’ [Dissertação]. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho”; 2002.
12. Costa DFV, Silva AJ, Silva PAP, Sousa FC. Aproveitamento de resíduos agroindustriais na elaboração de subprodutos. COINTER. 2017.
13. Caldeira C, Laurentis V, Ghose A, Corrado S, Salas S. Grown and thrown: Exploring approaches to estimate food waste in EU countries. Resources, Conservation & Recycling. 2021; 168: 105426.
14. Cunha SHO, Silva CA. Redução de resíduos orgânicos de alimentação coletiva, a partir da otimização do consumo e conservação de alimentos. Revista da Mostra de Trabalhos de Conclusão de Curso. 2017; 1 (1): 733 – 749.
15. Freire MJ, Soares AG. Redução do desperdício de alimentos. 2018 [Acesso em 14 de maio de 2021]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1076607/reducao-do-desperdicio-de-alimentos>.

16. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO). Perdas e desperdícios de alimentos na América Latina e no Caribe. 2017 [Acesso em 15 de maio de 2021]. Disponível em: <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/239394/>.
17. Castro AHM, Oliveira EM. Lixo orgânico: o reaproveitamento de resíduos alimentícios e os benefícios da compostagem para o meio ambiente. *Revista Nawa*. 2017; 1 (2).
18. Rodrigues P. Projeto incentiva consumo consciente de hortaliças para evitar o desperdício nas residências. *Embrapa hortaliças*. 2018; 6 (23): 6 – 15.
19. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO). The state of food and agriculture. 2019 [Acesso em 21 de maio de 2021]. Disponível em: <http://www.fao.org/state-of-food-agriculture/2019/en/>.
20. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (Brasil). Resolução nº 1, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. *Diário Oficial União*. 17 de fevereiro de 1986. Seção 1, 2548-2549.
21. Rosa MF, Filho MSMS, Figueiredo MCB, Morais JPS, Santaella ST, Leitão RC. Valorização de resíduos da agroindústria. II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais. 2011; 1 (1).
22. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Os desperdícios por trás do alimento que vai para o lixo. 2014 [Acesso em 21 de maio de 2021]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/28827919/os-desperdicios-por-tras-do-alimento-que-vai-para-o-lixo>.
23. Santos KL, Panizzon J, Cenci MM, Grabowki G, Jahno VD. Perdas e desperdício de alimentos – reflexão sobre o atual cenário brasileiro. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2020; 23: 2019134.
24. Mesa Brail SESC (Brasil) Banco de Alimentos e Colheita Urbana: Receitas de Aproveitamento Integral dos Alimentos. 2003.
25. Cardoso F, Avelar KES, Miranda MG. Aproveitamento integral de alimentos e seu impacto na saúde. *Sustentabilidade em Debate*. 2015; 6 (3): 131-143.
26. Gondim JAM, Moura MFV, Dantas AS, Medeiros RLS. Composição centesimal de minerais em cascas de frutas. *Ciênc. Tecnol. Alim*. 2005; 5(4): 825-827.
27. IEA – Instituto de Economia Agrícola. Análise de conjuntura e perspectivas do Agro. 2020. [Acesso em 16 de maio de 2021]. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=14768>.

28. CODEAGRO – Coordenadoria de Desenvolvimento dos Agronegócios. Diga Não ao Desperdícios & Panc's. 2016 [Acesso em 16 de maio de 2021]. Disponível em: http://www.codeagro.agricultura.sp.gov.br/uploads/publicacoesCesans/Diga_ao_ao_desperdicio_Pancs.pdf.
29. Evangelista J. Tecnologia de alimentos. 2. ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Atheneu, 2001.
30. Nunes JT, Botelho RBA. Aproveitamento integral dos alimentos: qualidade nutricional e aceitabilidade das preparações. [Monografia]. Brasília: Universidade de Brasília; 2009.
31. Alves JA, Novello D, Ost PR, Quintiliano DA. Aceitação de torta de farinha integral com reaproveitamento de alimentos por crianças pré-escolares em uma creche municipal do município de Guaraouava-PR. Alimentos e nutrição. 2007; 18 (2): 161 – 166.
32. Jeddou KB, Bouaziz F, Zouari, SE, Chaari F, Ellouza SC, Ellouz RG, Ellouz N. Improvement of texture and sensory properties of cakes by addition of potato peel powder with high level of dietary fiber and protein. Food Chemistry. 2017; 217: 668-677.
33. Mesa Brasil SESC (Brasil). 2018 [Acesso em 20 de maio de 2021]. Disponível em: <http://www.sesc.com.br/portal/site/mesabrasilsesc/home>.
34. Save Food Brasil (Brasil). 2018. [Acesso em 20 de maio de 2021]. Disponível em: <https://www.savefoodbrasil.org>.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-101>

Capítulo 101

AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE CULTIVARES DE SOJA NO VALE DO PARANAPANEMA PAULISTA, SAFRA 2020/2021.

Sergio Doná¹; Ricardo Augusto Dias Kanthack²; Márcia Marise de Freitas Cação Rodrigues²; Julia França Guido³; Everton Luis Finoto⁴

¹PqC Me. do Polo Regional Médio Paranapanema – DDD - APTA. E-mail: sdon@sp.gov.br, ² PqC Dr. do Polo Regional Médio Paranapanema – DDD - APTA. E-mail: ricardo.kanthack@sp.gov.br, marcia.rodrigues@sp.gov.br, ³Estudante do Curso de Agronomia – UNESP – Campus de Registro. E-mail: guido.julia13@gmail.com, ⁴PqC Dr. do Polo Regional Centro Norte – DDD - APTA. E-mail: everton.finoto@sp.gov.br

RESUMO: Realizou-se a avaliação agronômica de diferentes cultivares de soja nos Municípios de Assis, Cândido Mota e Palmital, localizados no Estado de São Paulo, obtidos na safra 2020/2021. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados, com 20 cultivares e 4 repetições por ensaio, sendo que as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os caracteres avaliados foram: ciclo, altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem (AIPV) e produtividade de grãos. Verificou-se que há diferença na produtividade de grãos, altura de plantas, AIPV e no ciclo entre as cultivares avaliadas nos diferentes ambientes. As cultivares apresentaram altura de plantas e de inserção da primeira vagem adequadas à colheita mecanizada, com valores médios acima de 99 cm e 15 cm, respectivamente. As cultivares CZ 26B42, BRS 1061 e TEC 7022, considerando as médias de produtividades de grãos, apresentaram uma adaptabilidade mais ampla, com produtividades médias superiores nos 03 locais avaliados.

Palavras-chave: ambientes de produção; desempenho agronômico; *Glycine max* (L.) Merrill

INTRODUÇÃO

A região paulista do Vale do Paranapanema, constituída principalmente por municípios da região administrativa de Assis, é responsável pela produção anual de 490 mil t de grãos de soja, ou seja, 13 % da produção deste cereal no Estado de São Paulo (1).

Para se atingir produtividades máximas nas culturas, vários fatores devem ocorrer de forma associada, de maneira a possibilitar que as atividades metabólicas das plantas aconteçam, sem interrupções ao longo do ciclo. No Brasil, 73,8% da quebra de produtividade na cultura da soja está associada ao déficit hídrico, que ocorre ao longo do ciclo (2). A escolha de cultivares mais adaptadas aos diferentes locais de cultivo e com maior tolerância às restrições hídricas, associadas a outras práticas de manejo, assumem papel relevante como estratégia para amenizar as perdas na produção (3).

A escolha de cultivares de soja adaptadas aos ambientes onde serão cultivadas é imprescindível nas práticas agrícolas, tendo em vista serem ofertadas anualmente diferentes cultivares, que podem apresentar desempenho agronômico diferente, em função

dos diferentes ambientes onde forem cultivadas (4). Vale ressaltar também que a espécie soja apresenta sensibilidade ao fotoperíodo (5), sendo estimulada ao florescimento com o encurtamento do período de luz, tão logo atinja o fotoperíodo crítico (6, 7). Também, dada as dimensões continentais do Brasil e ao fato de se cultivar soja de norte a sul do país, tem-se soja cultivada em diferentes latitudes e altitudes em uma mesma safra, com interferência tanto no fotoperíodo, como nas temperaturas. Desta forma, há necessidade de experimentações continuadas ao longo dos anos a fim de se obter informações acerca do potencial de produção das diferentes cultivares, nos locais onde serão cultivadas (8).

Sendo assim e considerando a importância da região do Vale do Paranapanema na produção de soja e ao fato desta ser cultivada em diferentes ambientes, com variações em fatores como altitude, tipos de solos e de manejo, objetivou-se com este experimento estudar o desempenho agrônomo de diferentes cultivares de soja no Vale do Paranapanema, visando identificar as mais adequadas ao plantio na região, para auxiliar os produtores e técnicos regionais na escolha dos materiais a serem plantados nas safras vindouras.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram instalados nos municípios de Assis, Cândido Mota e Palmital, em 2020 (Quadro 1). Utilizou-se o delineamento estatístico de blocos inteiramente casualizados com quatro repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de quatro linhas de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,45 m, considerando-se para as avaliações agrônomicas apenas as duas linhas centrais.

Em cada experimento, foram avaliadas as 20 cultivares de soja mais plantadas e/ou com maior potencial de cultivo na região (Quadro 2). Para tanto, realizou-se a semeadura direta na palha em todos os locais, sendo: após aveia preta em Assis e Cândido Mota e; após milho safrinha em Palmital.

Quadro 1. Caracterização dos locais dos experimentos nos municípios Paulistas do Médio Vale do Paranapanema, na safra 2020/2021.

Local	Altitude	Solo	Data de plantio
Assis/SP	561 m	LVd	04/11/2020
Cândido Mota/SP	493 m	LVdf	28/10/2020
Palmital/SP	443 m	LVdf	27/10/2020

Quadro 2. Características das cultivares avaliadas nos Municípios de Assis, Cândido Mota e Palmital, safra 2020/2021.

Empresa	Cultivares	GMR* (1.000 pl ha ⁻¹)	População (1.000 pl ha ⁻¹)	Hábito de crescimento
Brasmax	BMX Ícone IPRO	6.8	220 a 320	Indeterminado
Credenz	CZ 26B36 IPRO	6.3	200 a 220	Indeterminado
Credenz	CZ 26B42 IPRO	6.4	260 a 280	Indeterminado
Credenz	CZ 26B77 IPRO	6.7	220 a 240	Indeterminado
DonMario	DM 66I68 IPRO	6.6	250 a 320	Indeterminado
Neogen	NEO 680 IPRO	6.8	320 a 380	Indeterminado

Nidera	NS 6700 IPRO	7.1	280 a 360	Indeterminado
Nidera	NS 6906 IPRO	6.5	220 a 240	Indeterminado
Nidera	NS 7300 IPRO	7.2	220 a 260	Indeterminado
Nidera	NS 7709 IPRO	7.0	200 a 240	Indeterminado
Pioneer	P 96R10 IPRO	6.1	260 a 320	Indeterminado
Pioneer	P 96R29 IPRO	6.2	250 a 300	Indeterminado
Pioneer	P 96R70 IPRO	6.7	240 a 280	Indeterminado
Bayer	TEC 7022 IPRO	7.0	300 a 340	Indeterminado
Embrapa	BRS 1061 IPRO	6.1	330	Indeterminado
Embrapa	BRS 544 RR	6.2	280	Indeterminado
Embrapa	BRS 1003 IPRO	6.3	310 a 400	Indeterminado
Embrapa	BRS 1054 IPRO	5.4	290	Indeterminado
Neogen	NEO 660 IPRO	6.6	200 a 280	Indeterminado
HO Genética	HO Tererê IPRO	6.6	240 a 280	Indeterminado

*- Grupo de Maturidade Relativa

Os ensaios foram adubados com formulação concentrada em fósforo no plantio, na dose de 250 kg ha⁻¹ de 08-28-16 e adubação de cobertura com cloreto de potássio na dose de 65 kg ha⁻¹, cerca de 35 a 40 dias após a germinação. O controle de plantas daninhas, pragas e doenças foram conforme recomendações técnicas preconizadas para a cultura na região.

Avaliaram-se os caracteres: Ciclo, correspondente ao período entre a data de semeadura e da colheita que geralmente ocorre cerca de 5 a 10 dias após a maturidade plena (estádio R9 – 95% das vagens com coloração de madura), conforme escala de Fehr e Caviness (9); População final de plantas, obtida pela contagem das plantas presentes em dois metros de linha, em todas as parcelas experimentais; altura de plantas e da inserção da primeira vagem (AIPV), definida pela medição de 10 plantas por parcela por ocasião da colheita; produtividade de grãos, determinada através da colheita das duas linhas centrais de 5 metros em cada parcela experimental. A umidade dos grãos foi determinada e os dados de produtividade foram corrigidos para 13% de umidade.

Análises de variância individuais e conjuntas foram devidamente efetuadas e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS:

Altura de plantas: A altura média das plantas nos três locais foi de 116 cm (Tabela 1). As cultivares TEC 7022 (135 cm) e NS 7709 (127 cm) destacaram-se como as mais altas enquanto as cultivares BRS 1054 (99 cm), P 96R10 (101 cm), P 96R29 (103 cm) e BRS 1003 (103 cm) como as de menor porte.

Verificou-se também a ocorrência de plantas moderadamente inclinadas, com acamamento variando entre 25 a 50% nas cultivares CZ 26B77, NS 6700, BRS 1003, NEO 660 e HO Tererê. O maior porte das plantas destas cultivares contribuiu para o tombamento e acamamento das plantas pois, exceto pela altura da cultivar BRS 1003 (103 cm), as demais apresentaram altura média entre 119 e 123 cm. Ainda assim, vale lembrar que as duas cultivares que apresentaram o maior porte médio, TEC 7022 (135 cm) e NS 7709 (127 cm), não apresentaram este tipo de problema.

Altura de inserção da primeira vagem (AIPV): O valor médio encontrado para AIPV nos três locais foi de 21 cm (Tabela 1). Verificou-se cultivares com valores de AIPV entre 15 e 25 cm, portanto, sem restrições para colheita mecanizada.

A altura de plantas é uma característica importante considerando-se sua relação com a produtividade, controle de plantas daninhas, acamamento e colheita mecânica. Importante considerar que plantas baixas levam a formação de vagens com altura de inserção também baixa, o que prejudica a colheita mecânica (10). Assim, considera-se que altura de plantas entre 50 e 120 cm, associadas a AIPV entre 10 e 12 cm são adequadas à colheita mecanizada (11, 12). Tendo em vista estes parâmetros, verificaram-se plantas com porte e AIPV adequados em todas as cultivares estudadas, sem potencial prejuízos à colheita.

Ciclo: O ciclo médio, da emergência até o ponto de colheita, foi de 129 dias. A cultivar BRS 1054 (117 dias) destacou-se como a mais precoce, enquanto a cultivar NS 7300 (133 dias) como a mais tardia (Tabela 1). Estatisticamente (Scott-Knott, $P < 0,05$) as cultivares foram agrupadas em três grupos, sendo o primeiro grupo composto por 1 (uma) cultivar, com ciclo de 117 dias, o segundo grupo composto por 9 (nove) cultivares, com ciclo entre 127 e 129 dias e o terceiro grupo composto por 10 (dez) cultivares, com ciclo variando de 130 a 133 dias. Considerando que no lado Paulista do Médio Vale do Paranapanema, as cultivares comerciais utilizadas apresentaram valores entre 117 a 133 dias, compreendidos entre o plantio e a colheita, vê-se que os genótipos utilizados nesse estudo estão coerentes com as demandas regionais para a adequação dos cultivos de outono/inverno, considerando-se a sucessão soja/Milho safrinha.

Tabela 1. Valores médios de alturas de plantas (AP) e de inserções das primeiras vagens (AIPV), população (plantas ha⁻¹) e ciclo médio de 20 cultivares de soja, avaliados em Assis, Cândido Mota e Palmital, safra 2020/2021.

Cultivares	Altura plantas	AIPV ⁽¹⁾	População	Ciclo
	cm		pl ha ⁻¹	Dias
BMX 68i70	118 b	23 a	237.963	130 a
CZ 26B36	115 b	21 a	287.963	129 b
CZ 26B42	118 b	22 a	213.889	128 b
CZ 26B77	121 b	19 b	246.296	130 a
DM 66i68	113 c	22 a	250.000	131 a
NEO 680	111 c	21 a	248.148	128 b
NS 6700	122 b	22 a	252.778	132 a
NS 6906	122 b	23 a	237.963	128 b
NS 7300	120 b	23 a	266.667	133 a
NS 7709	127 a	23 a	250.926	131 a
P 96R10	101 d	20 b	255.556	128 b
P 96R29	103 d	19 b	261.111	128 b
P 96R70	118 b	19 b	233.333	127 b
TEC 7022	135 a	24 a	257.408	132 a
BRS 1061	107 c	17 c	272.222	128 b
BRS 544	124 b	21 a	221.296	130 a
BRS 1003	103 d	17 c	249.074	128 b
BRS 1054	99 d	15 c	269.445	117 c
NEO 660	123 b	25 a	270.370	130 a
HO TERERÉ	119 b	22 a	267.593	132 a
Média	116	21	252.500	129
CV%	6,37	13,76	13,20	1,29

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

¹ - Altura de inserção da primeira vagem (AIPV).

Produtividade de grãos (t ha⁻¹): Verifica-se na análise conjunta a interação significativa das cultivares com os locais ($F_{\text{cult} \times \text{locais}} = 3,05^{**}$), por algumas cultivares apresentarem valores médios significativamente diferentes em função dos diferentes ambientes produtivos analisados (Tabela 2).

Essa interação implica que as análises do desempenho agrônomo das cultivares devem ser separadas por local.

Das 20 cultivares avaliadas (Tabela 2), 8 (oito) foram agrupadas dentre as mais produtivas, não diferindo estatisticamente entre si quanto à produtividade de grãos. O valor médio observado em Assis foi de 4,696 t ha⁻¹ (Tabela 2). Cinco cultivares (HO Tererê, DM 66i68, CZ 26B42, BRS 1061 e NEO 680) apresentaram produtividades médias superiores a 5,000 t ha⁻¹, valor este 6,5% acima da média do experimento.

No experimento de Cândido Mota, 6 (seis) cultivares foram agrupadas entre as mais produtivas (P 96R10, CZ 26B42, P 96R70, TEC 7022, NS 6906 e BRS 1061), com médias superiores a 5,000 t ha⁻¹. A média observada nesse local foi de 4,783 t ha⁻¹.

A média observada no experimento de Palmital foi de 4,324 t ha⁻¹. Das 20 cultivares avaliadas, 13 foram agrupadas estatisticamente entre as mais produtivas, conforme segue: P 96R10, NEO 680, BRS 1054, P 96R70, BRS 1061, HO Tererê, NEO 660, CZ 26B42, NS 7709, TEC 7022, CZ 26B36, BRS 544 e DM 66i68.

Considerando-se os resultados obtidos nos 03 locais (Assis, Cândido Mota e Palmital), apenas 03 (três) cultivares ficaram agrupadas (teste Scott-Knott, p<0,05) entre as mais produtivas nos três experimentos: CZ 26B42, BRS 1061 e TEC 7022 (Tabela 2), indicando que estas cultivares possuem adaptabilidade ampla, tendo em vista terem alcançado desempenho superior à maioria das demais cultivares avaliadas. A seleção de cultivares com adaptabilidade ampla e estabilidade são metas previstas nos programas de melhoramento, que buscam desenvolver genótipos com menor suscetibilidade a condições de estresse ambiental e bom desempenho agrônômico em um maior número de ambientes (13).

Um fato a ser destacado foi o bom desempenho das cultivares P 96R10 e P 96R70 em condições de solo argiloso (Cândido Mota e Palmital), cujas posições relativas ficaram entre 1 e 4, nestes locais, indicando melhor adaptação a estas condições edafoclimáticas. Situação parecida ocorreu com as cultivares HO Tererê e DM 66i68, que também apresentaram bom desempenho, porém no experimento de Assis, cujo solo apresenta textura média a arenosa, ou seja, uma condição edafoclimática diferente dos outros locais.

Estes desempenhos diferenciados em função do local evidenciam a ocorrência de interação das cultivares com os locais e, também, a importância da realização de experimentos de avaliação de cultivares, em localidades diferentes e de forma continuada ao longo dos anos, a fim de se obter informações que auxiliem os técnicos e agricultores na escolha adequada do material mais adaptado às condições edafoclimáticas de cada lavoura.

Tabela 2. Produtividade de grãos ($t\ ha^{-1}$) de 20 cultivares de soja. Assis, Cândido Mota e Palmital, safra 2020/2021.

Cultivares	Produtividade de grãos ⁽¹⁾											
	Assis		PR ⁽²⁾	Cândido Mota		PR	Palmital		PR	Conjun ta		PR
	$t\ ha^{-1}$											
CZ 26B42	5,427	a	3	5,395	a	2	4,564	a	8	5,128	a	1
HO Tererê	5,667	a	1	4,766	b	11	4,624	a	6	5,019	a	2
P 96R10	4,559	b	9	5,580	a	1	4,874	a	1	5,004	a	3
BRS 1061	5,208	a	4	5,082	a	6	4,691	a	5	4,993	a	4
TEC 7022	4,929	a	6	5,245	a	4	4,521	a	10	4,898	a	5
NEO 680	5,097	a	5	4,801	b	9	4,773	a	2	4,890	a	6
DM66i68	5,447	a	2	4,764	b	12	4,270	a	13	4,827	a	7
P 96R70	4,154	b	20	5,381	a	3	4,694	a	4	4,743	a	8
NEO 660	4,491	b	12	4,854	b	8	4,588	a	7	4,644	a	9
NS 7709	4,842	a	8	4,342	b	18	4,525	a	9	4,569	b	10
BRS 544	4,912	a	7	4,381	b	17	4,403	a	12	4,565	b	11
P 96R29	4,540	b	10	4,903	b	7	4,156	b	14	4,533	b	12
CZ 26B36	4,254	b	17	4,781	b	10	4,503	a	11	4,513	b	13
BRS 1054	4,398	b	15	3,995	b	20	4,766	a	3	4,386	b	14
BMX 68i70	4,503	b	11	4,683	b	13	3,935	b	16	4,374	b	15
NS 6906	4,413	b	13	5,162	a	5	3,391	b	20	4,322	b	16
BRS 1003	4,405	b	14	4,385	b	16	3,898	b	17	4,229	b	17
NS 6700	4,267	b	16	4,510	b	14	3,653	b	19	4,143	b	18
CZ 26B77	4,165	b	19	4,508	b	15	3,688	b	18	4,120	b	19
NS 7300	4,245	b	18	4,140	b	19	3,959	b	15	4,115	b	20
Média	4,696			4,783			4,324			4,601		
CV (%)	9,58			8,98			8,79			9,14		
F _{cult.}	4,29	**		4,05	*		5,14	**		2,36	**	
F _{cult.xLocais}										3,05	**	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

¹ - valores corrigidos para 13% de umidade.

² - Posição relativa

CONCLUSÕES

Todas as cultivares estudadas são agronomicamente adequadas ao cultivo no Vale Paulista do Médio Paranapanema, com vantagens para os genótipos indicados pelas interações positivas com os locais, podendo favorecer os ganhos aos agricultores.

As cultivares CZ 26B42, BRS 1061 e TEC 7022 apresentaram adaptabilidade mais ampla, com produtividades médias superiores nos 03 locais avaliados.

REFERÊNCIAS

1. INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA – IEA. Levantamento de área e produção dos principais produtos da agropecuária do Estado de São Paulo. São

- Paulo: IEA/CATI [internet]. 2021[Acesso em 2021 Ago 15]. Disponível em: http://ciagri.iea.sp.gov.br/nial/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1.
2. Sentelhas PC, Duarte YCN, Battisti R, Visses FA, Monteiro LA. Yield Gap – conceitos, definições e exemplos. *Informações Agronômicas*. 2016; 155:9-12.
 3. Sentelhas PC, Battisti R, Câmara GMS, Farias JRB, Nendel C, Hampf A. The soybean yield gap in Brazil: magnitude, causes and possible solutions. *Journal Agric. Science*. 2015; 153:1394-1411.
 4. Komori E, Hamawaki OT, Souza, MP, Shigihara D, Batista AM. Influencia da época de semeadura e população de plantas sobre as características agronômicas da cultura da soja. *Bioscience Journal*. 2004; 20:13-14.
 5. Mundstock CM, Thomas AL. Soja: Fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos. Porto Alegre: Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Evangraf; 2005.
 6. Rodrigues O, Didonet AD, Lhamby JCB, Bertagnolli PF, Luz JS. Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2001; 36:431-437.
 7. Tejo DP, Fernandes CHS, Buratto JS. Soja: fenologia, morfologia e fatores que interferem na produtividade. *Revista Científica Eletrônica de XIX da FAEF*. 2019;35:1-9.
 8. Doná S, Kanthack RAD, Cação MMFR, Santos GXL, Cordeiro-Junior, OS, Nakayama FT, Finoto EL, Leão PCL. Desempenho agrônômico de cultivares de soja no Vale do Paranapanema, safras 2017/18 e 2018/19. *Nucleus*. 2019; Edição Especial.
 9. Fehr WR e Caviness CE. Stages of soybean development. Iowa: Cooperative Extension Service, Ames; 1977.
 10. Heiffig LS, Aguila JS, Theisen, G. Perdas na colheita na cultura da soja. Pelotas; 2011. (EMBRAPA/CLIMA TEMPERADO. Comunicado Técnico 271).
 11. Rezende PM e Carvalho EA. Avaliação de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) para o Sul de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*. 2007; 31:1616-1623.
 12. Garcia A et al. Instalação da lavoura de soja: época, cultivares, espaçamento e população de plantas. Londrina; 2007.(Circular Técnica, 51).
 13. Pswarayi A et al. Barley adaptation and improvement in the Mediterranean basin. *Plant Breeding*. 2008; 127:554-560.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-102>

Capítulo 102

AVALIAÇÃO DO TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS NO CAULE, FOLHA E FRUTO “ORA-PRO-NOBIS” (*Pereskia aculeata* Miller)

Ariane Cristina de Almeida Ciríaco¹, Ricardo de Moraes Mendes² e Vania Silva Carvalho³

Mestranda do Curso de Olericultura –PPGO-IF Goiano/Campus Morrinhos; E-mail: aricalc@gmail.com, ² Mestrando do Curso de Olericultura –PPGO-IF Goiano/Campus Morrinhos; E-mail: ricardodemoraes.com@hotmail.com ³Docente/ pesquisador do Departamento TAL Tecnologia em Alimentos do IF-Goiano /Campus Morrinhos ; E-mail: vania.carvalho@ifgoiano.edu.br

RESUMO: *Pereskia aculeata* Miller é uma trepadeira arbustiva popularmente conhecida como “ora-pro-nobis. Na medicina tradicional, as folhas são utilizadas como anti-inflamatórias cicatrizantes e emolientes. O objetivo desse estudo foi avaliar o potencial de compostos fenólicos do caule, folha e fruto da *Pereskia aculeata* Miller. O caule e folhas foram lavados e secos em estufa de circulação a 60°, ±2°C, e trituradas em liquidificador industrial. O fruto foi lavado e macerado *in natura*, em seguida foram feitos extratos hidroetanólicos etanol 70% e água destilada. O teor de compostos fenólicos foi avaliado utilizando-se o reagente de Folin-Ciocalteu e os resultados apresentaram um teor de fenóis totais no caule, folhas e frutos de 0,25; 1,01 e 118,2 mg de equivalentes de ácido gálico.g⁻¹ de extrato, respectivamente. Assim, a *P. aculeata* apresenta em seu fruto uma expressiva quantidade de compostos fenólicos sendo um recurso potencial para contribuir com a prevenção de diversos distúrbios associados com a produção de radicais livres e uma alternativa como ingrediente alimentar.

Palavras-chave: *Pereskia aculeata* Miller, ora-pro-nobis, compostos fenólicos

INTRODUÇÃO

O Brasil é um país com uma enorme biodiversidade tanto de fauna quanto de flora, no entanto, várias espécies de plantas com alto potencial nutricional estão sendo subutilizadas ou deixando de ser consumido pela população, exemplo disso, são as plantas PANC's, plantas alimentícias não convencionais. As plantas PANC's geralmente são de fácil cultivo, dispersão e propagação, consegue sobreviver a vários tipos de solo e região e devido a isso são facilmente confundidos com plantas daninhas (1).

A *Pereskia aculeata* é uma planta alimentícia não convencional (PANC), da família Cactaceae possui aproximadamente 230 gêneros e mais de 1.400 espécies, distribuídas nas Américas nos países do México, Estados Unidos, Chile e Brasil (1). No Brasil é encontrada predominantemente na Mata Atlântica, desde o Rio Grande do Sul até o estado da Bahia (2). Suas folhas são utilizadas para o tratamento de processos inflamatórios, cicatrização

de feridas e anemias (3). Estudos sobre as atividades biológicas de *P. aculeata* têm comprovado o seu uso como agente cicatrizante (4), anti-inflamatório (5), antioxidante, antimicrobiano e antifúngico (6), antitumoral (7,8) e imunomodulador (9).

As atividades biológicas encontradas para a espécie podem ser atribuídas, pelo menos em parte, à presença de compostos fenólicos, como flavonoides, cumarinas e taninos (7). Isso pode ser justificado pela ressonância produzida pelos grupos fenólicos, o que favorece uma estabilização das espécies reativas e conseqüentemente, possibilita uma elevada atividade antioxidante (10,11).

Evidências demonstraram que o estresse oxidativo é responsável pelo início e/ou progressão de diversas patologias, dentre as quais se encontram o câncer (12), distúrbios cardiovasculares (13) diabetes (14), aterosclerose (15) e doenças autoimunes (16).

Existem antioxidantes naturais e artificiais, no entanto, trabalhos relatam o uso excessivos de antioxidantes sintéticos à agravos na saúde. Uma solução para a captura desses radicais livres seria a inserção desses compostos naturais na alimentação humana, visto a importância dos antioxidantes naturais, pode-se facilmente incorporar PANC's, para suprir partes das necessidades de neutralizantes de radicais livres (17).

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo quantificar o teor de compostos fenólicos em diferentes partes (caule, folha e fruto) da *P. aculeata* utilizando o método de Folin-Ciocalteu.

MATERIAL E MÉTODOS

Local e obtenção da amostra

O experimento foi conduzido no Instituto Federal Goiano, em Morrinhos, Goiás, no laboratório de análise de alimentos, onde as amostras foram submetidas a determinação dos Compostos Fenólicos, as amostras de ora-pro-nóbis (OPN) (*Pereskia aculeata* Miller), foram coletadas no município de Morrinhos, no próprio campus do IF-Goiano, no período de maio de 2021. Foram retiradas amostras do terço médio da planta (caule, folhas e frutos).

Foi realizada uma lavagem com água corrente e um enxágue em água destilada. O caule e folhas foram secos a temperatura de 60°C, $\pm 2^\circ\text{C}$, utilizando estufa com circulação de ar para redução da umidade (<10%), posteriormente foram trituradas em liquidificador para a obtenção de um pó homogêneo. O fruto foi macerado em sua totalidade utilizando gral e pistilo. A polpa e farinha obtidas foram submetidas a embalagens plásticas e metálicas e depois armazenadas em refrigeração -18°C.

Processo de extração

O extrato foi preparado utilizando 1g das farinhas de caule e folha para 40 mL de álcool etílico 70%. Para a polpa do fruto foram pesadas 5g de amostra para 40 mL de solvente. Estas misturas foram homogeneizadas por 15 minutos em mesa agitadora a 100 rpm e posteriormente centrifugado por 15 minutos a 1500 rpm. O sobrenadante foi filtrado e colocado em balão de 100 mL, sendo avolumado com água destilada.

Determinação dos compostos fenólicos totais

O teor de compostos fenólicos, no extrato hidroetanólico foi determinado em espectrofotômetro (Bel UV-M 51), a 750 nm, utilizando o reagente Folin-Ciocalteu (18). A quantificação foi baseada no estabelecimento da curva padrão de ácido gálico, na faixa

de 5 a 50 mg. L⁻¹. Os resultados foram expressos em miligramas de equivalente de ácido gálico (EAG) por grama de amostra.

Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente ao acaso. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e foram realizadas as médias e desvio padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ácido gálico foi usado como uma referência padrão para determinar o total de teores de fenólicos em extratos de farinha de caule e folhas e na polpa do fruto de *Pereskia aculeata*. A curva padrão de ácido gálico foi preparada em seis concentrações diferentes. A Figura 1 mostra uma curva padrão de ácido gálico com linha de tendência linear em interceptação zero. A equação da curva padrão linear foi $y = 34,52x - 0,0033$ com $R^2 = 0,997$.

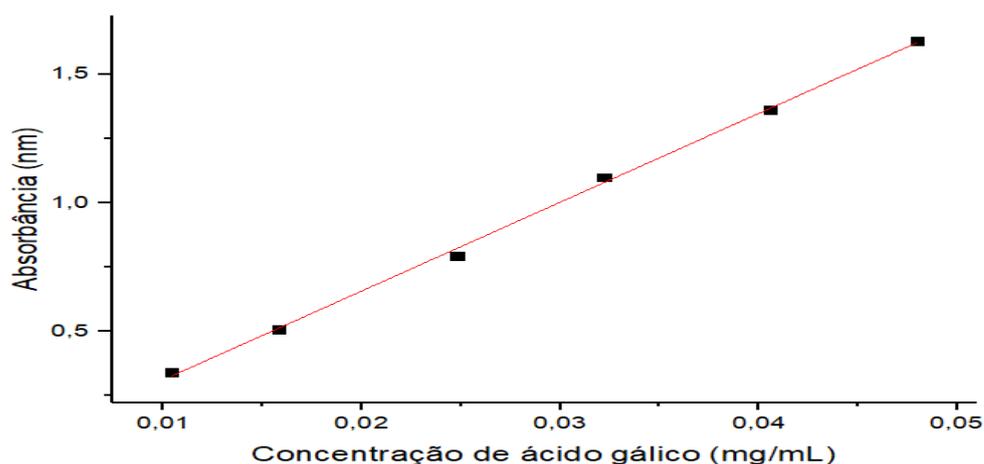


Figura1- Curva padrão de ácido gálico

Os resultados obtidos do teor de compostos fenólicos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - O teor de compostos fenólicos totais das farinhas do caule, folha e da polpa fruto ora-pro-nóbis (OPN).

Amostras	mg EAG . g ⁻¹ ± DP
Caule	0,25 ^a ± 0,0013
Folha	1,01 ^a ± 0,0008
Fruto	118,2 ^b ± 0,2342

EAG (equivalente de ácido gálico). DP (Desvio padrão) g⁻¹ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si significativamente pelo Teste de Tukey (p<0,05).

De acordo com a Tabela 1, podemos observar que nas farinhas do caule e folhas o teor de compostos fenólicos foi bem abaixo quando comparados aos resultados da polpa

do fruto. Pelo teste estatístico de Tukey ($p < 0,05$) observou-se que o teor de compostos fenólicos nas farinhas do caule e da folha não diferiram entre si significativamente, enquanto que ambos diferiram do fruto. Os resultados obtidos por Moraes et al 2020. na farinha do caule foram bem superiores aos encontrados neste trabalho, com uma média de $80,06 \text{ mg EAG.g}^{-1}$ (19). Freitas et al.2020 trabalhando com farinha da folha de OPN encontraram valores em torno de $13,84 \text{ mg EAG.g}^{-1}$ (20). Várias pesquisas, mostram uma variedade de metodologias (21), no entanto o método utilizado para extração é variado assim como os solventes. Garcia et al 2015. em seu ensaio usou o mesmo solvente utilizado neste trabalho, porém o método de extração foi diferente (22). Essa diferença nos dados observados pode ser explicada pela composição química distinta entre as espécies (*Pereskia aculeata* Miller x *Pereskia bleo*), por diferenças no preparo das amostras e dos extratos e, também, pela influência dos fatores ambientais (luminosidade, disponibilidade de água, composição química do solo e temperatura) que podem interferir com o perfil de metabólitos secundários dessas matrizes (19). O fruto apresentou proporções relevantes em relação ao caule e folhas. Os resultados obtidos neste trabalho para polpa do fruto mostraram-se superiores aos encontrados Darus et al. 2015 (23) estudando a polpa do fruto que apresentou valores de CTF com média de $6,06 \text{ mg EAG.g}^{-1}$. Silva et al. 2018 (24) estudando tanto frutos maduros e verdes obtiveram valores de $1,20$ e $1,13 \text{ mg EAG.g}^{-1}$, respectivamente. Moraes et al.2021 (25) em sua melhor amostra obtiveram $9,81 \text{ mg EAG.g}^{-1}$, o que demonstra que os resultados para frutos obtidos neste trabalho se apresentaram superiores. Deve-se salientar que a análise de compostos fenólicos pode ser influenciada pela natureza do composto, método empregado e solvente utilizado (26).

CONCLUSÕES

No presente estudo, o teor total de compostos fenólicos na polpa do fruto, quando comparadas às farinhas do caule e da folha, obteve uma maior concentração na *Pereskia aculeata* Miller.

Com os resultados apresentados, conclui-se que a diferentes partes da ora-pro-nobis (folha, caule e fruto) apresentam ser um promissor ingrediente a ser utilizado na forma de enriquecimento alimentar e uma potencial fonte de antioxidantes naturais.

REFERÊNCIAS

- 1-Trennepohl B I, Caracterização Físico-Química, Atividade Antioxidante e Atividades Biológicas da Espécie *Pereskia aculeata* Mill. (Dissertação). Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2016.
- 2-Pinto N C C, Scio E. As atividades biológicas e a composição química das espécies de *Pereskia* (Cactaceae) - uma revisão. *Plant Foods Hum Nutr* 2014; 69: 189-95.
- 3-Rosa L,Queiroz C R A A , Melo C M T. Folhas frescas de ora-pro-nóbis em bolos preparados a partir de pré-mistura comercial. *Biosci. J* 2020 ; 36 (2): 376-82.
- 4-Damasceno A D A, Barbosa A A A. Levantamento etnobotânico de plantas do bioma cerrado na comunidade de Martinesia. *Horiz. Cient.* 2008; 2: 2-30.

- 5-Ribeiro Neto J A, Tarôco B R P, Santos H B, Thomé R G, Wolfram E, Ribeiro R I M. A. Usando as plantas do Cerrado Brasileiro para a cicatrização de feridas: do uso tradicional à abordagem científica. *J. Ethnopharmacol* 2020; 260: 112547.
- 6-Carvalho E G, Soares C P, Blau L, Menegon R F, Joaquim W M. Propriedades de cicatrização de feridas e conteúdo de mucilagem de *Pereskia aculeata* de diferentes substratos. *Revista Brasileira de Farmacologia* 2014; 24: 677-82.
- 7-Pinto N C C, Cassini-Vieira P, Souza-Fagundes E M, Barcelos L S, Castañon M C, Scio E. Folhas de *Pereskia aculeata* (Miller) aceleram a cicatrização de feridas excisionais em camundongos. *J. Ethnopharmacol* 2016; 194: 131-36.
- 8-Pinto N C C, Duque A P N, Pacheco N R, Mendes R F, Motta E V S, Bellozi P M Q et al. *Pereskia aculeata* Um alimento vegetal com atividade antinociceptiva. *Pharmaceutical Biology* 2015; 53 (12): 1780-85.
- 9-Pinto N C C, Machado D C, Silva J M, Conegundes J L M, Gualberto A C M, Gameiro J et al. Folhas de *Pereskia aculeata* Miller apresentam atividade antiinflamatória tópica in vivo em modelos de dermatite aguda e crônica. *Journal Of Ethnopharmacology* 2015; 173: 330-7.
- 10-Souza L F, Caputo L, Barros I B I, Fratianni F, Nazzaro, F.; De Feo V. Folhas de *Pereskia aculeata* Muller (Cactaceae): Composição Química e Atividades Biológicas. *Int. J. Mol. Sci.* 2016; 17: 1478.
- 11-Pinto N C C, Santos R C, Machado D C, Florêncio J R, Fagundes E M Z, Antinarelli L M R et al. Cytotoxic and antioxidant activity of *Pereskia aculeata* Miller. *Pharmacology Online* 2012; 3: 63-9.
- 12-Andrade T C, Freitas P H S, Ribeiro J M, Pinto P F P, Souza Fagundes, E. M.; Scio, E et al. Avaliação da atividade antioxidante e imunomoduladora dos metabólitos primários de *Pereskia aculeata* Miller. *Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management* 2020; 17(2): 358-76.
- 13-Ghasemzadeh A, Ghasemzadeh N. Flavonóides e ácidos fenólicos: papel e atividade bioquímica em plantas e humanos. *Journal of Medicinal Plant Research* 2011; 5 (31): 6697-703.
- 14-Souza R M F, Lira C S, Rodrigue A O, Morais S A L, Queiroz C R A A, Chang R , et al. C Flavonóides e ácidos fenólicos: papel e atividade bioquímica em plantas e humanos. *Biosci. J.* 2014; 30: p. 448-57.
- 15-Katerji M, Filippova M, Duerksen-Hughes P. Abordagens e métodos para medir o estresse oxidativo em amostras clínicas: aplicações de pesquisa no campo do câncer. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2019; 2019: 1-29.
- 16-Gracia K C, Llanas-Cornejo D, Husi H. CVD e estresse oxidativo. *Journal of Clinical Medicine* 2017; 6(2): 1-22.

- 17-Yaribeygi H, Atkin S L, Sahebkar A. Uma revisão do molecular mecanismos de geração de radicais livres induzida por hiperglicemia levando ao estresse oxidativo. *Journal of Cellular Physiology* 2018; 234 (2) : 1300-12.
- 18-Waterhouse A L Polyphenolics: Determinação de fenólicos totais. In: Wrolstad, R. E. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. New York: John Wiley & Sons, cap. 11:111-8 ; 2002.
- 19- Moraes T V, Ferreira J P G, Souza M R A , Moreira R F A. Atividade antioxidante e conteúdo de compostos fenólicos do chá do caule da *Pereskia aculeata* Miller fresco e armazenado sob congelamento. *Research, Society and Development* 2020; 9(5) :3495-140.
- 20-Freitas P H S ,Almeida NP, Monteiro L C, Evangelista M R, Conegundes LM , Maciel M S F et al. Extratos glicólicos de “ora-pro-nobis” (*Pereskia aculeata* Miller): Avaliação do teor de compostos fenólicos e do potencial antioxidante. *Brazilian Journal of Health Review* 2021;4(1):1748-60.
- 21-Pinto N D C C, Duque A P D N , Pacheco N R ,Mendes R D F ,Motta E V D S ,Bellozi P M Q, et al. *Pereskia aculeata*: Um alimento vegetal com atividade antinociceptiva. *Pharmaceutical Biology* 2015;53:1780-5.
- 22- Garcia J A A, Corrêa R C G, Barros L , Pereira C ,Abreu R M V , Alves M J , et al. Perfil fitoquímico e atividades biológicas das folhas 'Ora-pro-nobis' (*Pereskia aculeata* Miller), um superalimento pouco explorado da Mata atlântica. *Food Chemistry* 2019; 294: 302–8.
- 23-Darus M, Aida N. Perfil do agente antidiabético de *Pereskia Bleo* (KUNTH) / Nadzrul Aida Bt Mat Darus (Tese). Kuala Lumpur: University of Malaya ;2015
- 24-Silva A P G, Spricigo P C, Freitas T P, Acioly T M S, Alencar S M, Jacomino A P. Frutas maduras ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* miller) expressam alto teor de compostos bioativos e capacidade antioxidante. *Revista Brasileira de Fruticultura* 2018; 40(3):749.
- 25- Moraes T V, Montenegro J T S, Marques TS, Evangelista LM; Rocha C B, Teodoro A J, et al. Perfil fitoquímico e atividade antioxidante de flores e frutos de *Pereskia aculeata* Miller. *Sciencia Plena* 2021; 17: 051503.
- 26- Moure J M, Cruz D, Franco J M , Domínguez J, Sineiro H, Domínguez M J, et al. Antioxidantes naturais de fontes residuais. *Food Chem* 2001; 72(2): 145–71.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-103>

Capítulo 103

AValiação Físico-Química de Doce Elaborado com Tomate e Maçã sem Adição de Açúcar

Mônica Aparecida Campos Ferreira; Ellen Godinho Pinto; Bianca Ferreira Augustinho³; Ana Paula Stort Fernandes⁴; Wiaslan Figueiredo Martins⁵; Dayana Silva Batista Soares⁶

¹Estudante do Curso de Superior em Tecnologia em Alimentos - TAL – IF Goiano - Campus Morrinhos. E-mail: moniacpferreira@hotmail.com

²Docente do Depto de alimentos – TAL – IF Goiano - Campus Morrinhos. E-mail: ellen.godinho@ifgoiano.edu.br

³Estudante do Curso de Superior em Tecnologia em Alimentos - TAL – IF Goiano - Campus Morrinhos. E-mail: biafer2308@gmail.com.

⁴Docente do Depto de alimentos – TAL – IF Goiano - Campus Morrinhos. E-mail: ana.stort@ifgoiano.edu.br

⁵Docente Depto de alimentos – TAL – IF Goiano - Campus Morrinhos. E-mail: wiaslan.martins@ifgoiano.edu.br

⁶Docente do Depto de alimentos – TAL – IF Goiano - Campus Morrinhos. E-mail: dayana.soares@ifgoiano.edu.br

RESUMO: A região do Centro-Oeste possui uma forte agricultura de tomateiros, onde o tomate é bastante consumido. Estudos atuais indicam que o tomate é rico em carotenoides e esses auxiliam na prevenção de doenças crônicas, entre outras. Foram analisadas três formulações de doce de maçã com tomate sem adição de açúcar, sendo identificadas como F₁, F₂ e F₃, utilizando, respectivamente, 50% de maçã e 50% de tomate, 75% de maçã e 25% de tomate e 25% de maçã e 75% de tomate. Foram realizadas as análises de umidade, cinzas, vitamina C, acidez e fenólicos. A formulação F₃ apresentou um maior desempenho na coloração e também na quantidade de licopeno tendo 0,45 µg/g. As demais formulações obtiveram valores desejáveis de licopeno, e resultados superiores de fenólicos. A vitamina C encontrada na formulação F₂ foi de 41,09 e na F₁ de 35,22 e na F₃ que obteve um resultado bem inferior das demais corresponde a 23,48. Pode-se concluir que este trabalho pode avaliar cada parâmetro das formulações de acordo com a necessidade das indústrias. O pH e SST apresentou diferença entre as formulações onde a formulação F₁ teve um maior resultado, a formulação F₃ atingiu o valor de 1,89 e 46,89% de vitamina C (ácido ascórbico) e umidade.

Palavras-chave: doce; licopeno; teor de fenólicos totais; vitamina C

INTRODUÇÃO

O Brasil é o 4º maior consumidor de sacarose do mundo ficando atrás apenas da Índia, União Europeia e China. A OMS (Organização Mundial da Saúde), 2015, recomenda

que apenas 10% dos alimentos consumidos por dia venha do açúcar, entretanto os brasileiros chegam a consumir cerca de 16,3% por dia desses alimentos (1).

A qualidade de vida dos brasileiros está diretamente ligada ao que consomem no dia-a-dia e um dos principais problemas que traz esse alto consumo de sacarose e sobrepeso, doenças cardiovasculares e doenças crônicas (2).

O tomate é um dos frutos mais consumidos do mundo, com produção mundial de 13 milhões de toneladas, sendo 20% desse total consumido nas Américas (3?).

A composição química média do fruto *in natura* pode apresentar cerca de 1,32% de proteína, 0,39% de lipídeos, 7,09% de carboidratos e 1,4% de fibras, além de ser uma fonte de vitamina C, compostos fenólicos, carotenoides e flavonoides (4). Sendo que estes componentes podem variar de acordo com a cultivar, estágio de maturação, condições climáticas, condições do cultivo, processamento, armazenamento do fruto dentre outras (3).

A maçã é uma das frutas mais cultivadas e consumidas no mundo (SEBRAE, 2020). A cadeia produtiva de maçã no Brasil apresentou uma grande evolução nos últimos anos, com esse avanço o país passa de importador para exportador, conseguindo assim abastecer o mercado interno e exportar cerca de 15% (PAULA FERREIRA, 2018)

A maçã é rica em pectina, que auxilia no controle da glicemia e do colesterol, antioxidantes, que atuam contra doenças respiratórias, e por ser uma fonte de taninos e flavonoides pode prevenir contra câncer e envelhecimento da pele. As principais vitaminas encontradas são as vitaminas C, B1, B2 e B3 que auxiliam no crescimento do cabelo, regula o organismo e evita problemas de pele (6).

Diante do exposto, objetivou-se analisar e comparar, físico-quimicamente, três formulações de doce de tomate e maçã sem adição de açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

Os testes de processamento do doce e as análises físico-químicas foram realizados nos laboratórios do Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos. A matéria-prima foi obtida em um mercado popular da cidade de Morrinhos/GO. Foram escolhidos os frutos que haviam atingido o estágio de maturação e sem lesões na sua superfície.

Tabela 1 - Porcentagem dos ingredientes utilizados nas formulações do doce de maçã com tomate

Matéria-prima	Proporção em %		
	F1	F2	F3
Maçã Gala	50%	75%	25%
Tomate	50%	25%	75%

Fonte: elaborada pelos autores (2021)

Para o processamento do doce foi escolhida a maçã Gala e o tomate industrial, que foram devidamente higienizados em uma solução sanitizante e identificados a partir da sua formulação, conforme a Tabela 1. Os frutos, com a casca, foram homogeneizados em processador com adição de 10 mL de água para facilitar a homogeneização das amostras. Posteriormente, a polpa foi concentrada a partir do calor, atingindo 67, 62 e 60 °Brix para as formulações F1, F2 e F3, respectivamente.

As análises foram realizadas em triplicata e as médias foram comparadas utilizando a estatística, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O pH foi realizado com o auxílio de um pHmetro de bancada, devidamente calibrado. Os teores de umidade, de cinzas, de acidez e de vitamina C foram determinados de acordo com a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (7). A análise de cor foi realizada em espectrofotômetro colorflex EZ.

A análise para a determinação de fenólicos totais foi utilizada de acordo com a metodologia proposta por Swaint e Hill (8) e os resultados foram expressos em mg de ácido gálico/g da amostra.

Para a determinação de licopeno nas amostras, foi utilizado o espectrofotômetro, obtendo um espectro por meio da presença de um longo cromóforo nas duplas ligações do licopeno. Segundo Melendez, Vicario e Heredia (9), as moléculas orgânicas são capazes de absorver a luz.

Os resultados foram expressos como média \pm desvio-padrão. Para a interação entre as médias, empregou a análise de variância ANOVA e o teste de Tukey, usando o programa estatístico PAST 321, adotando o nível de significância de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A coordenada L* indica o quão a amostra está perto do claro sendo o maior valor mais próximo está, ao analisar a Tabela 2, pode se dizer que a maçã está mais próxima do branco e a F1 mais distante considerando que a amostra F1 possui diferença entre as outras amostras, as amostras F2 e F3 não possui significativamente diferenças entre si. Estudos semelhantes (10) mostraram que o parâmetro L* encontrado no tomate de mesa *in natura* foi de 49,16 em sua pesquisa que é um valor superior ao encontrado no trabalho que corresponde a 40,16, essas diferenças podem ocorrer devido às características físico-químicas do fruto que pode haver alterações devido ao solo e condições de plantio. O parâmetro L* da maçã *in natura* encontrado na maçã em outras pesquisas (11), foi de 70,30 para a maçã, essa diferença pode decorrer dos fatores climáticos e de armazenamento que pode influenciar diretamente na composição dos frutos.

Tabela 2 - Análises de cor realizadas nas formulações de doce de maçã e tomate e nos frutos *in natura*

Cor	F1	F2	F3	Maçã	Tomate
L	15,87 \pm 0,64 ^a	19,50 \pm 1,04 ^b	21,13 \pm 1,85 ^b	49,26 \pm 7,91	40,16 \pm 4,21
a*	18,60 \pm 0,35 ^a	27,17 \pm 3,87 ^b	32,43 \pm 2,37 ^c	-1,73 \pm 0,23	42,53 \pm 4,91
b*	11,76 \pm 1,10 ^a	29,23 \pm 15,13 ^b	30,40 \pm 8,37 ^b	48,06 \pm 3,93	33,53 \pm 0,98
C	22,04 \pm 0,28 ^a	41,16 \pm 9,30 ^b	30,43 \pm 6,0 ^c	53,45 \pm 3,93	54,28 \pm 3,31

*Valores médios \pm desvio padrão. Letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente. Resultados analisados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

*F1 (50% de maçã e 50% de tomate), F2 (75% de maçã e 25% de tomate) e F3 (25% de maçã e 75% de tomate)

Fonte: elaborada pelos autores (2021)

As coordenadas a* indicam as variações das amostras entre o verde e o vermelho. Nesse, o tomate *in natura* e a F₃ obtiveram valores superiores às demais, havendo

diferença, estatisticamente, entre todas as amostras. A amostra da maçã indica que está mais para o lado verde por ser um resultado negativo. O parâmetro b^* aponta que as amostras mais tendenciosas pro lado do amarelo sendo a maçã (12), outro trabalho indica que a maçã teve um resultado de 21,47.

A pureza e saturação da cor é representada pelo parâmetro C^* , o qual é fortemente influenciado pelos valores de b^* . Onde o tomate possui o valor mais elevado isso pode ser dado devido ser uma amostra tendenciosa ao amarelo. Onde a amostras F21 e F3 não possui diferença significativa entre elas assim com a maçã e o tomate, já a amostra F2 possui diferença significativa entre todas as amostras analisadas.

A cor é um dos primeiros critérios utilizados em um estudo de aceitação ou rejeição de um produto, sendo um dos principais atributos utilizados pela indústria alimentícia, uma cor atraente chama a atenção dos consumidores (1).

Dentre as fórmulas analisadas a que possui o pH mais baixo seria a F2, porém as amostras não possuem diferenças significativas entre elas, sabendo que o pH influencia diretamente na conservação do alimento, textura e cor. O pH do tomate está um pouco acima, de outros trabalhos (10), o pH encontrado nos tomates in natura foi entre 3,50 e 5,0. A maçã em si é uma fruta alcalina enquanto o tomate e mais ácido, a maçã tem uma variação de pH de acordo com o estágio de maturação e seu cultivar, o valor encontrado no atual trabalho foi de 5,83.

Tabela 3 - Composição física e química das formulações de doce de tomate e maçã sem adição de açúcar

Parâmetro	F1	F2	F3
pH	5,95 ± 0,03 ^a	5,88 ± 0,01 ^a	5,90 ± 0,06 ^a
AAT (%)	1,30 ± 0,03 ^a	1,13 ± 0,02 ^b	1,89 ± 0,01 ^c
Vitamina C	35,22 ±	41,09 ±	23,48 ±
	17,6 ^a	20,33 ^b	10,17 ^c
Umidade (%)	43,64 ±		
	1,23 ^a	41,26 ± 1,37 ^a	46,89 ± 1,48 ^b
Cinzas	0,82 ± 0,42 ^a	1,00 ± 0,36 ^a	3,07 ± 0,58 ^b
	62,17 ±		
SST	0,28 ^a	61,33 ± 1,15 ^b	62,00 ± 0,00 ^a

*Valores médios ± desvio padrão. Letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente. Resultados analisados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

*F1 (50% de maçã e 50% de tomate), F2 (75% de maçã e 25% de tomate) e F3 (25% de maçã e 75% de tomate)

Fonte: elaborada pelos autores (2021)

A acidez vem da presença de substâncias ácidas presentes naturalmente nas frutas e nos vegetais, como os ácidos málico, cítrico e tartárico. A acidez entre as formulações possui diferença significativa entre elas. A maçã apresentou teor de acidez maior que o tomate (Tabela 4). A acidez da maçã vem do ácido málico e do tomate do ácido cítrico. No trabalho reportado por Cantillano et al. (13), a maçã *in natura* apresentou 0,25% de acidez, onde não apresenta diferença significativa entre os valores encontrados nos trabalhos. A acidez do tomate foi entre 0,20 e 0,30 em outro trabalho (14), no presente trabalho foi de 0,40, esta alteração de acidez ocorre quando os frutos que já atingiram a maturação

umentando a sua capacidade de sintetizar os ácidos orgânicos, levando o aumento do pH (15).

Tabela 4 - Composição física e química do tomate e maçã *in natura*

Parâmetro	Maçã	Tomate
pH	5,83 ± 0,00	5,67 ± 0,01
AAT (%)	0,24 ± 0,03	0,40 ± 0,03
Vitamina C	29,35 ± 10,27	23,48 ± 10,17
Umidade (%)	94,46 ± 0,26	98,34 ± 0,87
Cinzas	0,48 ± 1,34	1,10 ± 0,12
SST	11,17 ± 0,28	3,33 ± 0,28

Fonte: elaborada pelos autores (2021)

A vitamina C analisada nas formulações possui diferença significativa, onde a F3 apresentou uma concentração bem inferior da formulação F2 onde encontrou uma concentração de 41,09 mg. A concentração do tomate *in natura* coincide com o valor já encontrado (14), onde foi encontrado 23,14 mg. A maçã *in natura* teve a concentração de ácido ascórbico de 29,35 mg, um resultado pouco inferior encontrado em outros trabalhos (16) que foi de 31,40. A vitamina C depende, tanto do tipo de processamento que o alimento sofre, quanto da temperatura e das condições de armazenagem, pois pode ser degradada facilmente (17).

Os resultados para umidade apresentaram diferença entre as formulações onde apenas a F3 difere das demais, apresentando 46,89% de umidade, o tomate apresentou 98,34%, próximos aos 95,87% encontrados por outros autores (18) no tomate *in natura*. Quanto ao teor de cinzas, houve diferença apenas na F3 ao comparar tanto as formulações como os frutos *in natura* (19), os tomates contém cerca de 5% a 7% restantes, que formam a matéria seca ou cinzas. Essa diferença pode ter ocorrido devido o cultivar ou características do plantio do fruto analisado no atual trabalho.

O teor de sólidos solúveis totais (SST) das amostras F1 e F3 não apresentou diferença significativa, e a amostra F2 obteve valor de 61,33 °Brix. A resolução brasileira RDC N° 8 de 2006 recomenda que, para a fabricação de doce em massa, os doces devem atingir 65 °Brix para obter uma textura adequada após o resfriamento. As formulações apresentaram textura firme, mesmo sem adição de açúcar, isso pode estar relacionada à presença de pectina na maçã.

Tabela 5 - Concentração de licopeno e compostos fenólicos presente nas formulações de doce de tomate e maçã sem adição de açúcar

	F1	F2	F3
Licopeno	0,039±0,07 ^a	0,07±0,01 ^b	0,45±0,01 ^c
Fenólicos	1,21±0,21 ^a	1,21±0,20 ^a	1,09±0,09 ^b

*Valores médios ±desvio padrão. Letras iguais na mesma linha não diferem entre si estatisticamente. Resultados analisados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Valores expressados por µg/g.

*F1 (50% de maçã e 50% de tomate), F2 (75% de maçã e 25% de tomate) e F3 (25% de maçã e 75% de tomate)

Fonte: elaborada pelos autores (2021)

A concentração de licopeno na formulação F3 apresentou o valor superior das demais amostras, até mesmo do tomate *in natura*. Esse fator pode ocorrer devido a degradação do licopeno do tomate *in natura*, o qual é facilmente degradado pela luz, pelo oxigênio e pelo excesso de calor. A formulação F1 (maior quantidade de polpa de tomate) obteve a segunda maior concentração de licopeno, de 0,039.

Tabela 6 - Concentração de licopeno e fenólicos presente no tomate e maçã *in natura*

Componentes?	Maçã	Tomate
Licopeno	0,01±0,19	0,26±0,01
Fenólicos	0,66±0,15	0,54±0,09

Fonte: elaborada pelos autores (2021)

Borguini e Torres (20) reportaram valor de compostos fenólicos de 0,84 µg/g para a cultivar coração de Galo, superior ao encontrado neste trabalho, de 0,54 µg/g. As formulações F1 e F2 não possuem diferença significativa entre elas, a formulação F3 possui o valor inferior das demais. Em demais trabalhos (13), a maçã *in natura* minimamente processada obteve 0,34 µg/g de fenólicos.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que a formulação F3 apresentou uma coloração mais atraente para a venda, de acordo com os resultados analisados no teste de cor e contém valores consideráveis de licopeno e de compostos fenólicos, que possuem alegação na prevenção de doenças cardiovasculares e do câncer. A amostra F2 foi considerada satisfatória em relação aos parâmetros de vitamina C e de umidade, pois estão relacionados à vida útil do produto.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos pela parceria e pela disponibilidade dos laboratórios para a realização das análises.

REFERÊNCIAS

1. OMS. Organização Mundial da Saúde. Cortar metade do consumo de açúcar. São Paulo: 2015.
2. CARMO MB, TORAL N, SILVA MV, SLATER B. Consumo de doces, refrigerantes e bebidas com adição de açúcar entre adolescentes da rede pública de ensino de Piracicaba, São Paulo. Revista brasileira epidemiol. 2005; 6: 124 – 125.
3. CEPAGRO. Comissão Especial de Planejamento, Controle e Avaliação das Estatísticas Agropecuárias. Levantamento sistemático da produção. São Paulo: Manole: 2017.

4. BORGUINI RG Avaliação do potencial antioxidante e algumas características do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional [Tese]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública de São Paulo; 2009.
5. INSTITUTO NACIONAL DE SAÚDE Dr. RICARDO JORGE (INSA). Tabela da composição de alimentos. Lisboa, 2006.
6. MORETTI CL. Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças. Embrapa Hortaliças. 2007; 531.
7. INSTITUTO ADOLFO LUTZ: Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
8. SWAIN T, HILLS WE. The phenolic constituents of *Punnsdomestica*. I. quantitative analysis of phenolics constituents. Journal of the Science of Food and Agriculture. 1959; 19: 63 – 68.
9. MELENDEZ MAJ, VICARIO IM, HEREDIA FJ. Provitamin A carotenoids and ascorbic acid contents of the different types of orange juices marketed in Spain. Food Chem. 2007; 101.
10. SILVA JBC, GIORDANO LB. Tomate para processamento industrial. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia – Embrapa Hortaliças. 2014.
11. SEIFERT M, RIBEIRO JÁ, CANTILLANO RFF, NORA L. Avaliação da cor em maçã minimamente processada, tratada com diferentes coberturas comestíveis. 5º simpósio de alimentos. 2015; 9: 9.
12. PEREIRA ASG. Avaliação da bioacessibilidade de compostos antioxidantes em variedades de maçã produzidas em Portugal [Dissertação]. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa; 2014.
13. CANTILLANO RFF, SEIFERT M, RIBEIRO JÁ, SILVEIRA CF, NOGUEIRA D, NORA L. Avaliação da qualidade de maçãs (*Malus domestica* Borkh.) gala minimamente processadas, tratadas com diferentes coberturas comestíveis. 5º Simpósio de segurança alimentar e saúde. 2015; 5: 7.
14. FABBRI, A. D. T. Estudo da radiação ionizante em tomates in natura e no teor de licopeno do molho [Tese]. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas; 2011.

15. ANDRADE, ATL. Processamento de molho de tomate: da matéria ao produto acabado. 2º Simpósio de segurança alimentar e saúde. 2004. p. 102.
16. SILVA RM, SACHS LG. Estabilidade da vitamina c em suco de maçã. Congresso técnico científico da engenharia e da agronomia. 2016; 4.
17. YAMASHITA F, BENASSI MT, TONZAR AC, MORIYA S, FERNANDES JG. Produtos de acerola: estudo da estabilidade de vitamina C. Ciência. Tecnologia de. Alimento. 2003; 92 – 94.
18. ALVES AM. Caracterização física e química do tomate minimamente processado. Revista Brasileira de Fruticultura. 2013; 837-844.
19. TERRAO WJ, MENDONÇA AL. Processamento de tomate seco em microondas. Estudos. 2009; 36: 867 – 874.
20. BORGUINI RG, TORRES EAF. Tomatoes and tomato products as dietary sources of antioxidants. Food Research International. 2009; 25: 313.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-104>

Capítulo 104

CADEIAS PRODUTIVAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA AGROENERGIA NO NORTE DO BRASIL: LIMITANTES E PERSPECTIVAS FUTURAS

**Caio Felipe Cavalcante Dantas¹; Cibelle Christine Brito Ferreira²; Rosilene Da
Costa Porto de Carvalho³; Flávia Naiane de Macedo Santos⁴**

¹Estudante de Engenharia Agrônômica, UF-AL; E-mail: caio.1948@hotmail.com,

²Doutoranda em Produção Vegetal, UF-TO; E-mail: cibelle.christine@hotmail.com,

³Estudante de Engenharia Agrônômica, IF-PA; E-mail: rosilene.cop@gmail.com,

⁴Estudante em Engenharia Agrônômica, IF-PA; E-mail.com:
flavianaianemacedo@gmail.com.

RESUMO: Embora a região norte do Brasil seja menos desenvolvida socioeconomicamente em relação às demais regiões devido à falta de investimentos governamentais, pode-se afirmar que, a mesma vem se destacando significativamente na produção agrícola brasileira ao longo dos últimos anos. Entre as principais culturas cultivadas no território, destaca-se, em especial, a produção de soja. Essa expansão agrícola regional é beneficiada pelas condições edafoclimáticas da região, tais como o relevo e os índices pluviométricos, que atraem os produtores rurais a expandir o cultivo comercial de grãos em larga escala e, assim, permitem o desenvolvimento produtivo do território. Entretanto, há fatores que limitam esse potencial de produção, isto é, a ausência de indústrias, usinas destinadas ao agronegócio, falta de inovação tecnológica e organizacional exigida pelo mercado junto a este contingente de produtores com nenhum ou limitado grau de instrução, pouca infraestrutura para auxiliar nos processos de produção e destaca-se também a carência de políticas socioeconômicas que venham incentivar a produção rural e capacitar os profissionais locais fomentando assim, a capacidade produtiva da região.

Palavras-chave: agricultura; agroenergia; desenvolvimento; expansão; soja

INTRODUÇÃO

Este ensaio propõe uma breve discussão sobre a principal cadeia produtiva para o desenvolvimento da agroenergia na região norte/nordeste do Brasil: a soja. Ademais, serão abordados fatores limitantes que inviabilizam uma expansão mais consistente da referida cadeia de produção, bem como algumas perspectivas que sejam promissoras ao setor agroenergético.

Antes de adentrar em qualquer mérito é necessário primeiro compreender o que vem a ser uma cadeia produtiva. Segundo Prochnik (1), “cadeia produtiva é um conjunto de etapas consecutivas pelas quais passam e vão sendo transformados e transferidos os diversos insumos. Esta definição abrangente permite incorporar diversas formas de

cadeias”. Já Castro (2), define como um conjunto de componentes que se interagem estando elencados uma série de participantes como os sistemas produtivos, fornecedores de insumos e serviços, industriais de processamento e transformação, agentes de distribuição e comercialização e os consumidores finais. Todos visam atender o consumidor final, munindo-o de determinados produtos ou subprodutos.

Diante de conceitos bem definidos sobre cadeias produtivas é inegável a importância de se compreender como culturas agroenergéticas podem ser processadas até a produção final de energia para utilidade humana.

É cediço que o Brasil é considerado um país de vastos recursos em matrizes energéticas destacando-se seu potencial hídrico que enseja uma poderosa fonte renovável não poluente. Todavia, é um risco o Brasil depender apenas dos seus fartos recursos hídricos e tão pouco do extrativismo mineral das reservas petrolíferas sob pena de preterir pesquisas e explorações das demais matrizes, sobretudo, as do setor agrícola. Esta última, tão importante e essencial à soberania nacional no tocante a geração de energia.

Em que pese o Brasil ser um país de dimensões continentais, o país carece de um equilíbrio como produtor energético em suas cinco regiões. E, neste sentido, o norte brasileiro requer uma atenção especial, pois é uma região bastante atingida por condições climáticas hostis, baixos índices socioeconômicos e ausência de estímulo ao empreendedorismo, especialmente, ao homem do campo com vistas ao manejo de culturas energéticas (3).

Por outro lado, é preciso considerar que em matéria de cadeias produtivas, o norte do Brasil se destacou nos últimos anos com os plantios de soja, milho, batata-doce, sorgo e demais amiláceas e oleaginosas. Sendo estas importantes matrizes para programas do Governo Federal de incremento ao óleo diesel e álcool etanol (4).

Como maior região brasileira, o norte do Brasil, por exemplo, tem um grande potencial energético, mas desproporcionalmente pouco explorado em razão da falta de investimento governamental, políticas de preservação das florestas e do cerrado e falta de mão de obra qualificada com conhecimento tecnológico no domínio de produção de biocombustíveis. Ademais, os moradores da região são mais voltados à agropecuária do que atividades industriais o que limita o avanço industrial. Como a região apresenta um grande potencial para o fornecimento de matéria-prima, o certo seria contornar esta problemática conciliando a preservação do meio ambiente regional com o desenvolvimento tecnológico e industrial, investindo na produção de biodiesel (3).

Potencial da Região Norte para produção de soja e biodiesel

A região norte do Brasil vem se destacando como um importante reduto para o plantio de oleaginosas em que se sobressai o cultivo da soja, seguidos de dendê, girassol, babaçu, amendoim, pinhão manso, mamona, coco e colza. Este desempenho da região se dá em razão do clima e da vegetação predominante florestal e de cerrado.

A soja é considerada mundialmente uma das maiores fontes proteicas e óleo vegetal (5) Trata-se de uma *commodity* com altos índices de produção e produtividade devido ao emprego de tecnologias e constantes avanços no setor. Neste sentido, o Brasil legislou sobre a obrigatoriedade, ao longo do tempo, acerca da utilização do uso do biodiesel concedendo benefícios fiscais, favorecendo de forma sustentável a produção de biodiesel a partir dos insumos da provenientes de soja, além de incentivar projetos voltados à inclusão social de comunidades rurais por meio da agricultura familiar (Figura 1).

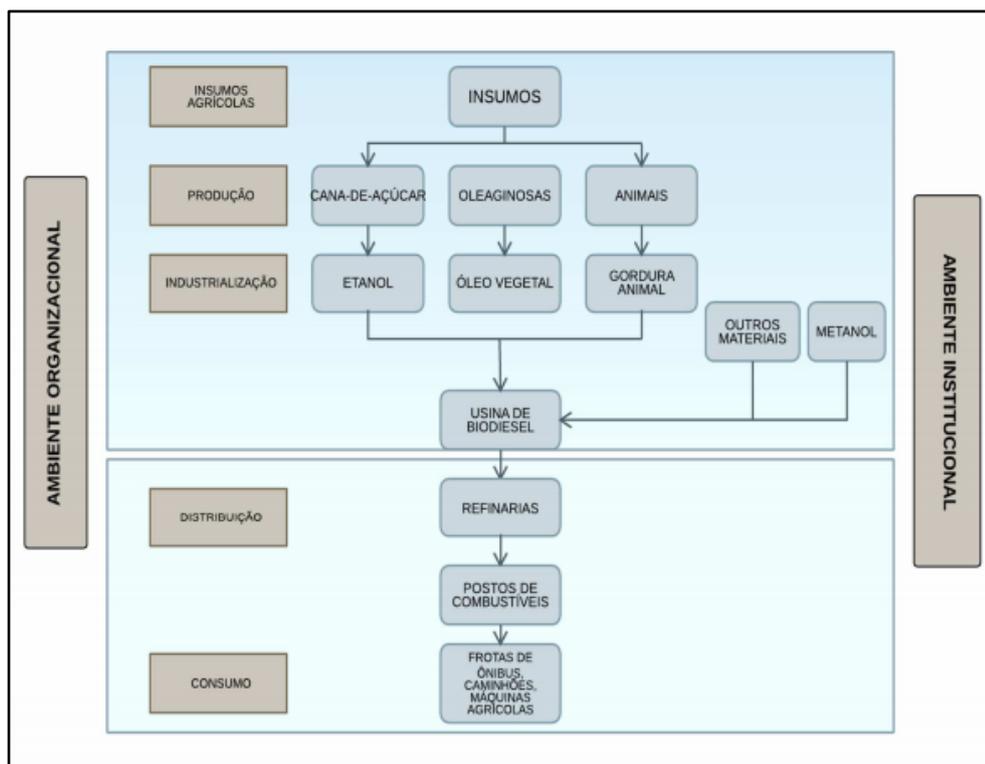


Figura 1 – cadeia produtiva da soja

Fonte: AMAZONAS

Atualmente, o Brasil ocupa uma posição privilegiada estando em primeiro lugar com na produção mundial do cultivo de soja, responsável por 33% do total. (6)

Em favor deste avanço, surgiu uma nova fronteira agrícola no Brasil denominada MATOPIBA (Figura 2). A região de expansão agrícola é composta pelos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. Razão, esta, de utilizar o nome em função das siglas iniciais dos Estados (7).

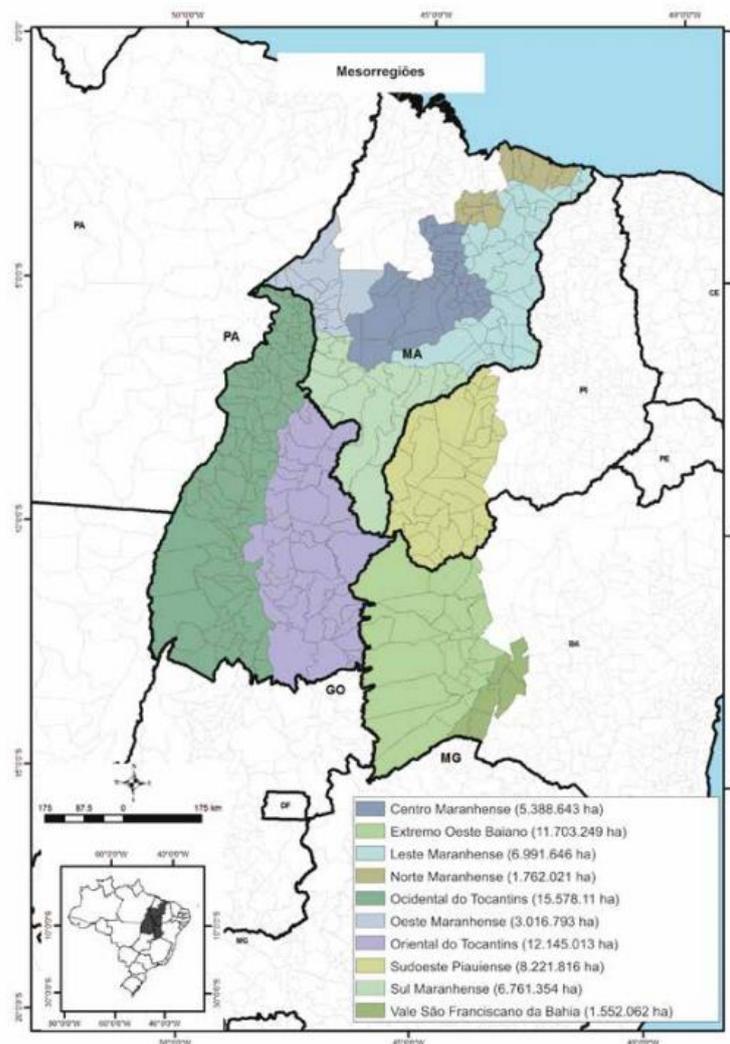


Figura 2 - Distribuição espacial dos 337 municípios das dez mesorregiões do Matopiba.
 Fonte: Revista Política Agrícola.

Somente nos últimos dez anos, a produção de soja do Matopiba dobrou – 4,3 milhões de toneladas em 2004 e 8,6 milhões de toneladas em 2014. Tal evolução só foi possível por causa das condições favoráveis às práticas agrícolas, disponibilidade de terras e políticas agrícolas (9). O principal produto foi sem dúvida a soja, cuja área plantada aumentou 600% no período, alcançando 2,4 milhões de hectares em 2010-2012.

Observou-se que o cultivo de soja se deslocou para os estados do Maranhão e do Piauí, e em menor grau para Tocantins, fronteira com estes estados (10). Entretanto, o Tocantins não ficou estacionado, pelo contrário, desenvolveu-se muito na última década, como é possível observar no comparativo de 2010 (Figura 3) e 2019 (Figura 4):



Figura 3 – área plantada de soja em cor amarela
Fonte: Autores

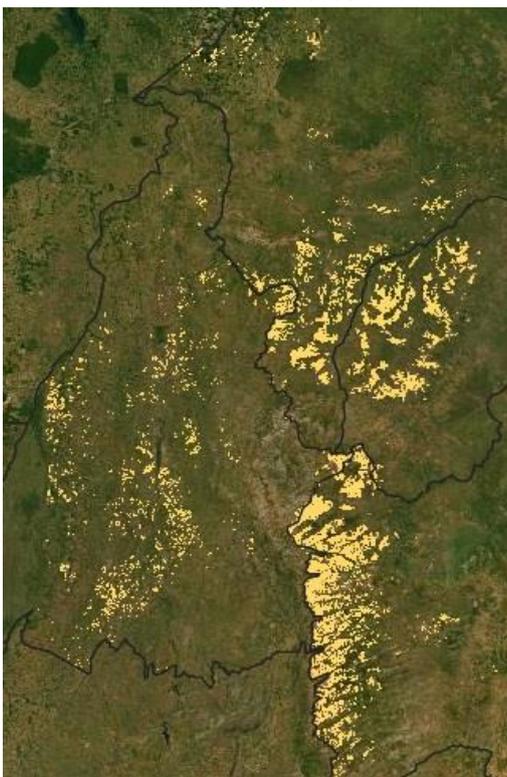


Figura 4 – área plantada de soja em cor amarela
Fonte: Autores

Isso devido a implantação de projetos de incentivos agrícolas tanto por parte do governo federal, quanto do estadual. Esses projetos estão distribuídos em diferentes regiões do estado e se caracterizam pela desapropriação de áreas ocupadas e repassadas a produtores rurais externos àquelas áreas. Também tiveram projetos de incentivo à aquisição

de terras, custeio de máquinas e implementos agrícolas, etc., visando formar e incluir produtores locais no processo de modernização agrícola (11)

Limitantes e perspectivas futuras

Pela caracterização do produtor rural, em especial, o grau de instrução é elementar na capacidade de assimilar e absorver novos conhecimentos. Este cenário revela o grande desafio para difundir a inovação tecnológica e organizacional exigida pelo mercado junto a este contingente de produtores com nenhum ou limitado grau de instrução. Além desta deficiência, os dados do Censo Agropecuário 2006 revelam que 11% dos produtores usavam força de tração mecânica, e 63% não usavam nenhum tipo de força de tração na produção. Apenas 23% dos produtores usavam algum sistema de preparo do solo, enquanto 91% informaram não usar produto para adubação da produção e apenas 13% dos produtores usam agrotóxicos na produção (12).

A dotação da infraestrutura é pobre, fator que limita o aproveitamento imediato do potencial econômico da área e reforça a vantagem competitiva dos estabelecimentos maiores e dos produtos com produção em larga escala, e também com relação entre peso, volume e preço favorável para transporte rodoviário, em detrimento dos pequenos estabelecimentos que produzem em pequena escala e, por isto, não conseguem viabilizar acesso aos mercados mais dinâmicos fora da região.

CONCLUSÕES

O norte do Brasil assistiu a um aumento populacional significativo nos últimos dez anos, o que a vem tornando favorável para a implantação de indústrias, pois além de apresentar mão-de-obra abundante, é detentora de clima e solo favoráveis. Assim, a região é propícia para a implantação de indústrias de produção de biocombustíveis, com enfoque na inclusão social, produtos que estão em alta nos últimos anos, devido à preocupação ambiental e a capacidade destes em reduzir a emissão de gases causadores do efeito estufa. Entretanto, não é o que tem ocorrido, pois tem se investido pouco nesta região, que de modo geral, apresenta-se como a última no ranking das Regiões produtoras de Biodiesel, Etanol, e até mesmo de matéria-prima, como por exemplo, as oleaginosas e a cana-de-açúcar, para a produção destes combustíveis. Em função disso, é possível verificar que a região Norte dificilmente se tornará autossuficiente no que diz respeito à produção de biodiesel e etanol, uma vez que já se fala no aumento percentual destes ao diesel e à gasolina para os próximos meses ou anos. Além disso, há poucas usinas na região e, no caso do biodiesel, a maioria delas estão especializadas para a produção de biodiesel a partir da soja e da gordura bovina, que como sabe-se não são as matérias primas que a região tem maior potencial de produção. Porém, mesmo que as usinas se empenhassem na produção de biodiesel com base nas oleaginosas da região, a capacidade produtiva não conseguiria atender a demanda.

REFERÊNCIAS

- 1 - PROCHNIK, Victor; HAGUENAUER, Lia. Cadeia produtivas e oportunidade de investimento na região nordeste brasileiro. XIV Congresso Brasileiro de Economistas, Recife. 2001;

- 2 - CASTRO, A. M. G. Prospecção de cadeias produtivas e gestão da informação. Transinformação, Campinas, v. 13, n° 2, p. 57. 2001;
- 3 - CASTRO, C.N. A agropecuária na região norte: oportunidades e limitações ao desenvolvimento. IPEA- Instituto de pesquisa econômica e aplicada. Rio de Janeiro. 38p, 2013;
- 4- MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Cadeia produtiva da agroenergia. Antônio Márcio Buainain e Mário Otávio Batalha (coordenadores), Luiz Fernando Paulillo, Fabiana Ortiz Tanoue de Mello. – Brasília : IICA : MAPA/SPA, 2007. p. 15;
- 5 - SOARES, L.H. de B., et al. Eficiência energética comparada das culturas do girassol e soja, com aptidão para a produção de biodiesel no Brasil. Circular Técnica Embrapa 25, Seropédica, nov./ 2008, 6p.
- 6 - AMAZONAS, Leonardo. Conjuntura mensal de soja. CONAB: Brasília, 2018;
- 7 - MAGALHÃES, L. A; MIRANDA, E. E. MATOPIBA: Quadro Natural. Embrapa: Campinas, 2014;
- 8 - ANDRADE, R. M. T; MICCOLIS, Andrew. Biodiesel na Amazônia. Ecoa, Campo Grande-MS, 2010;
- 9 - BOLFE, Édson L.. Matopiba em crescimento agrícola Aspectos territoriais e socioeconômicos. Revista Política Agrícola: Ano XXV – No 38 4 – Out./Nov./Dez. 2016;
- 10 - BUAINAIN, A. M; et al. Dinâmica da economia e da agropecuária no MATOPIBA. IPEA: Rio de Janeiro-RJ, 2017;
- 11 - ROCHA, C. E. R. Expansão da produção agrícola no território do Matopiba: territorialização de agentes econômicos do setor sojicultor em Porto Nacional – TO. Caderno de Geografia, v.28, n.52, 2018;
- 12 - IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Regiões de influência das cidades. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em: Acesso em: 30 nov. 2018.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-105>

Capítulo 105

LIMITAÇÕES E OPORTUNIDADES NO DESEMPENHO DA CADEIA PRODUTIVA DO CÔCO BABAÇU

Cibelle Christine Brito Ferreira¹; Flávia Oliveira dos Santos Lustosa²; Tito Rodrigues Lustosa³, Rosilene da Costa Porto de Carvalho⁴, Caio Felipe Cavalcante Dantas⁵, Clauber Rosanova⁶

¹Doutoranda do Curso de Pós Graduação em Produção Vegetal – UFT, E-mail: cibelle.christie@hotmail.com; ²Mestre em Agroenergia – UFT, E-mail: flaviaengambiental@gmail.com; ³Mestre em Agroenergia – UFT, E-mail: titolustosa@gmail.com; ⁴Estudante do curso de Agronomia – IFPA, E-mail: rosilene.cop@gmail.com; ⁵Estudante do curso de Agronomia – UFAL⁵, E-mail: caio.1948@hotmail.com; ⁶Docente/pesquisador – IFTO, E-mail: clauber@ifto.edu.br

RESUMO: A cadeia produtiva do babaçu se destaca no extrativismo vegetal no Brasil, em decorrência da área de abrangência, 13 a 18 milhões de hectares em 279 municípios, bem como das inúmeras potencialidades e atividades econômicas que podem ser desenvolvidas por meio dela. Apesar de todo potencial apresentado, o coco babaçu ainda é pouco explorado, por não apresentar uma cadeia produtiva organizada e dinâmica que auxilie esse meio, sendo necessário que se invista em pesquisas, de modo a integrar todos os membros, todas as informações e todos os subprocessos envolvidos na mobilização do coco desde a sua queda até a beneficiadora. Partindo dessa lacuna faz-se necessário apresentar um modelo de cadeia produtiva organizada e dinâmica que auxilie esse processo, sendo imprescindível saber as etapas percorridas desde a coleta do fruto até a comercialização de seus derivados. Diante desse contexto, objetivou-se investigar os dados e informações para o desenvolvimento da cadeia produtiva do babaçu visando fortalecer a exploração agroenergética da cultura. Considerando os pontos fortes apontados para a Cadeia Produtiva do Babaçu pode-se concluir que essa cadeia é viável e permitirá melhorias para as populações nela envolvida. Em relação aos pontos fracos, percebe-se que os mesmos não impedem o desenvolvimento da cadeia produtiva do babaçu se estes forem analisados e planejados previamente para que sejam superados. Dentre tais fatores pode-se citar a baixa escolaridade, que afeta em especial a base da cadeia produtiva, ou seja, as quebradeiras de coco e suas associações, esse fator pode limitar a capacidade de negociação.

Palavras-chave: coco babaçu; extrativismo vegetal; produção agroenergética

INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva do babaçu se destaca no extrativismo vegetal no Brasil, em decorrência da área de abrangência, 13 a 18 milhões de hectares em 279 municípios, bem

como das inúmeras potencialidades e atividades econômicas que podem ser desenvolvidas por meio dela (Carrazza et al, 2012).

Os maiores focos dos babaçuais encontram-se na região de interface entre a caatinga nordestina e a Amazônia, sendo o maior produtor nacional o estado do Maranhão (ALBIERO, 2011). A palmeira consiste, principalmente, em uma fonte de subsistência e recursos para as populações rurais, onde são extraídos de forma rudimentar, principalmente pela população feminina, como fonte de renda (SILVA et. al, 2008).

Segundo Soler et al., (2007), o babaçu fornece cerca de setenta subprodutos e, dele, tudo se aproveita. O fruto possui um enorme potencial energético, pois a camada externa e a casca podem ser aproveitadas como fontes alternativas de combustíveis; o mesocarpo para produção de álcool; o endocarpo para produção de carvão e gases e a amêndoa para produção de óleo. Ganhando grande significância nos mercados de óleos e gorduras vegetais para fins alimentícios, como também na indústria química (GOUVEIA, 2015).

Apesar de todo potencial apresentado, o coco babaçu ainda é pouco explorado, por não apresentar uma cadeia produtiva organizada e dinâmica que auxilie esse meio, é necessário que se invista em pesquisas, de modo a integrar todos os membros, todas as informações e todos os subprocessos envolvidos na mobilização do coco desde a sua queda até a beneficiadora, visando ter uma gestão de todo o processo para otimizar a utilização desse recurso natural.

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo apanhar dados e informações para o desenvolvimento da cadeia produtiva do babaçu visando fortalecer a exploração agroenergética da cultura.

CADEIA PRODUTIVA DO BABAÇU

A cadeia produtiva é uma sequência de operações que conduzem à produção de bens, cuja articulação é influenciada pela tecnologia, e definida pelas estratégias dos agentes que buscam a maximização de seus lucros. As relações entre esses agentes são de complementaridade, tornando a cadeia um sistema capaz de assegurar sua própria transformação (ZILBERSZTAJN, 2000).

Em seu trabalho Souza (2011) afirma que a cadeia produtiva do babaçu abrange a extração dos cachos com cocos na floresta e sua condução até uma área de processamento, na qual se separam a casca do coco (a parte fibrosa externa) e a parte dura (endocarpo) que contém as amêndoas que produzirão o óleo de babaçu. A autora explica ainda que do mesocarpo extraído depois de arrancar a casca é possível produzir uma farinha para multi-misturas de alto valor nutritivo e que pode ser utilizada como parte da merenda escolar das escolas rurais.

Para as quebradeiras percebe-se como maior dificuldade a negociação, principalmente no que tange a estipulação do valor do produto e conscientização da comunidade e do atravessador nesse contexto; para o atravessador o entrave está em ter um volume constante de babaçu para que o mesmo possa comprar e atender a sua demanda; a inconstância desse volume afeta também a indústria, que encontra além dessa problemática a falta de tecnologias eficientes para a quebra do coco babaçu.

A comercialização do coco babaçu ocorre principalmente em mercados e feiras a nível local e regional e ampliando mais o mercado ele é realizado por atravessadores e indústrias. Em que as maiores dificuldades encontradas na venda desses produtos produzidos a partir do babaçu consiste em agregar valor ao produto e, assim conseguir um preço mais elevado (Lima, Caselli & Silva, 2015).

A relação ambiental nessa cadeia extrativista é extremamente importante, pois deve-se encontrar um ponto de equilíbrio entre a coleta de um volume suficiente para suprir as demandas de mercado e a preservação do babaçuzal, garantindo um percentual seguro para propagação da espécie.

A partir das informações supracitadas e da literatura consultada pode-se gerar uma cadeia produtiva do babaçu, na qual analisou-se desde a coleta do fruto até a comercialização de seus derivados industrializados, conforme ilustra a Figura 1 a seguir.

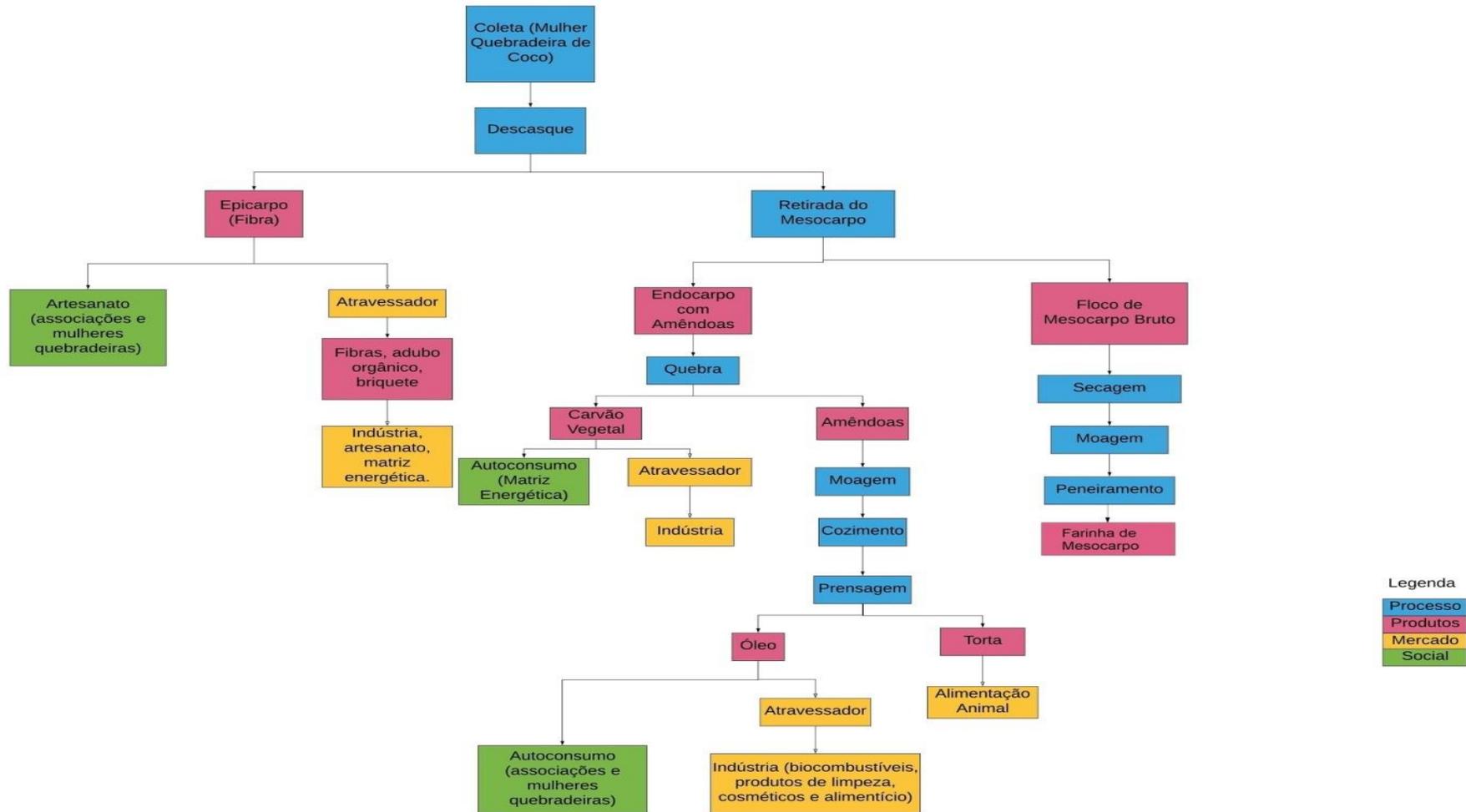


Figura 14 - Cadeia Produtiva do Babaçu

Fonte: Os autores

CRITÉRIOS DE DESEMPENHO

De forma a analisar o desempenho da cadeia produtiva do babaçu foram destacados alguns critérios como a eficiência, qualidade, competitividade, equidade e/ou sustentabilidade.

Ao analisar o potencial energético do babaçu deve se considerar, além da produtividade e rentabilidade, os aspectos ambientais e de eficiência energética, os fluxos de carbono, o balanço de energia, a logística de transporte e o processo de produção e comercialização. O primeiro ponto positivo observado, é a presença de pouca biomassa como fonte energética na região norte e nordeste, assim o potencial do babaçu em virtude da abundância da sua distribuição em formações nativas adquire importância relevante (TEIXEIRA, 2003).

Gouveia (2015) afirma que o babaçu possui um ativo ambiental decorrente do valor de recursos naturais como a biodiversidade e o balanço de carbono intrínseco aos ecossistemas de sua ocorrência natural. Para a produção de biodiesel por meio do babaçu são notadas características excelentes em seu óleo por ter uma composição predominantemente láurica. Este fato facilita a reação de transesterificação, pois os ácidos láuricos são compostos de cadeia não muito longa, que interagem de forma mais eficaz e efetiva com o agente transesterificante e com o catalisador, de modo a se obter um produto, biodiesel, de excelentes características físico-químicas (LIMA et al., 2007).

A produção de carvão em escala comercial surgiu como alternativa à redução da oferta de madeira nativa como fonte de energia em indústrias (GOUVEIA, 2015). O desempenho do carvão vegetal fabricado com coco babaçu apresenta resultados satisfatórios, pois o produto apresentou propriedades tecnológicas superiores ao que é comumente encontrado para o carvão vegetal da madeira de eucalipto (PROTÁSIO, 2014).

O babaçu é considerado a única oleaginosa que permite a produção de etanol por apresentar amido, apesar dos custos mais elevados devido a necessidade de transformação do amido em açúcar, a qualidade do etanol extraído do babaçu é tão superior à de outras fontes. Sem falar da densidade 2,5 vezes maior e um teor de umidade menor, de 15% a 17%, enquanto o teor de umidade do bagaço de cana fica em torno de 50% (PUTTI et al., 2012).

Em relação aos fatores de proteção e sustentabilidade destaca-se os tratamentos silviculturais, que podem representar aumento da produção para muitos produtos florestais não madeireiros e a conservação da espécie e proteção da floresta. Os tratamentos silviculturais representam um significativo incremento na produção, através de técnicas como desbaste dos indivíduos e adensamento da área produtiva a partir da técnica “a lança” dos cocos, isto é, lançar os cocos na área.

De qualquer forma, para a grande maioria das espécies esta etapa representa melhoria da produção e conservação à espécie. Para aquelas áreas de babaçuais onde o adensamento seja elevado (muitas plantas ocupando o mesmo espaço) é recomendável retirar as palmeiras adultas improdutivas (que não produzem mais cachos ou que estejam mortas e ou doentes) (MAPA, 2012).

LIMITAÇÕES E OPORTUNIDADES AO DESEMPENHO DA CADEIA PRODUTIVA

Uma das limitações que afeta o desenvolvimento da cadeia produtiva do coco babaçu é a falta de um sistema de colheita mecanizada, entretanto, sabe-se que a colheita do babaçu é realizada em maior parte pelas quebradeiras, e caso fosse implantado um sistema de colheita mecanizada acarretaria numa massa de mulheres desempregadas, e gerando um grande problema social na região. Diante do contexto, é de extrema importância que tal limitação seja resolvida de forma que não afete negativamente o trabalho das quebradeiras e nem o desenvolvimento da cadeia produtiva do babaçu.

A falta de uma cadeia produtiva organizada e dinâmica da cultura também afeta o seu desenvolvimento. Fica difícil investir em uma cultura onde não se tem informações concretas sobre o manejo, a produtividade, a rentabilidade, o mercado, entre outros. É papel do governo investir na cultura, capacitar a mão de obra, disponibilizar assistência técnica e divulgar a palmeira para que se tenha um mercado para os seus subprodutos, ganhando espaço para competir com outras culturas.

A ausência de fomento a um maior intercâmbio entre os principais agentes envolvidos (produtores/coletores, indústrias, representantes do mercado, fornecedores de equipamentos, centros de pesquisa e desenvolvimento, e também o governo) inviabilizam o crescimento e a solidificação da cadeia produtiva do babaçu (TEIXEIRA, 2003).

Segundo Carrazza et al., (2012) o fator que mais influencia a densidade do babaçu é o tipo de manejo aplicado pelo agricultor. Enquanto que Putti et al., (2012) afirma que a dispersão e as diferentes densidades de babaçuais aumentam os custos de produção e transporte. Por isso, é importante informar e capacitar o agricultor, para que esse atue de melhor forma na produção de babaçuais.

Segundo Araújo Júnior, Dmitruk e Moura (2014) às atividades relacionadas ao babaçu, são definidas como obsoletas e subdesenvolvidas, estão sendo atiradas para segundo plano, devido ao surgimento de um grande contingente de projetos agroindustriais, industriais e de mineração. Com isso os aspectos relevantes ao agroextrativismo do babaçu são deixados de lado.

Em relação a utilização do babaçu para fins agroenergéticos pode-se observar que a produção de biodiesel é considerada de alto custo quando comparado à produção de biodiesel feita de outra matéria-prima, como da soja ou da cana-de-açúcar, que além de serem mais baratas, são plantadas em grandes propriedades que são capazes de atender as demandas de que o mercado necessita (PUTTI et al., 2012)

De acordo com Putti et al., (2012) não é viável o consumo nacional de biodiesel produzido por meio do babaçu devido aos problemas de transporte e logística que o país apresenta, o que aumentaria os custos de sua comercialização, já considerados altos. O consumo do biodiesel apenas pelas regiões produtoras é mais viável e racional, na qual a cultura poderia abastecer as regiões produtoras durante o seu período de safra, outubro até meados de abril, e durante o resto do ano outra cultura substituirá.

Alves, (2002) apresenta algumas sugestões que poderá influenciar positivamente no desenvolvimento da cadeia produtiva do babaçu são os investimentos por parte do governo, alguns desses pontos são:

- Capacitação técnica e capacitação em gestão: incluindo moradores e habitantes próximos da localidade de produção, levando em consideração o nível de escolaridade, para construir mecanismos que possam qualificar as pessoas de acordo com a disponibilidade e as necessidades do empreendimento;
- Assistência técnica: disseminando informações sobre o processo, plantio, colheita até o processamento para manter qualidade ao produto.

- Investimentos em pesquisa: recursos financeiros, materiais e humanos necessários ao desenvolvimento de ciência, tecnologia e inovação com objetivo de gerar soluções tecnológicas adaptadas ao processo agrícola e agroindustrial.
- Estratégias de competitividade: visão do entorno e futuro que direciona a maneira pela qual as empresas e governo se estruturam e se arranjam para alcançar objetivos de desempenho e desenvolvimento.
- Fornecimento de insumo: disponibilidade de estabelecimentos comerciais fornecedores de insumos e serviços próximos aos locais de produção.
- Apoio aos pequenos produtores: programas de extensão rural, acesso a terra, financiamentos.

Apesar das limitações observadas, os produtos gerados do beneficiamento do coco babaçu possuem qualidade e mercado, e este vem ampliando cada vez mais, resultado das pequenas políticas públicas, onde pode-se observar também, parcerias entre os proprietários de terras e as quebradeiras de coco. Aos poucos a cadeia produtiva do coco babaçu vem se solidificando e ganhando espaço no mercado nacional.

DEMANDAS TECNOLÓGICAS E NÃO TECNOLÓGICAS

Os projetos de desenvolvimento tecnológico de ferramentas e métodos para desenvolver maquinário e instrumentos adequados para a exploração devem ser criados de acordo com as necessidades locais. O extrativista de cada localidade tem perfil e necessidade diferenciados. A tecnologia que o produtor rudimentar precisa, por exemplo, em nada se assemelha às reais exigências do industrializado.

Artesanalmente, podem-se obter vários utensílios domésticos a partir da manipulação de partes da planta. Por outro lado, tal aproveitamento sempre esbarrou na falta de tecnologia que viabilizasse a obtenção e a aplicação de tais produtos, uma vez que a inexistência de pesquisas tecnológicas torna a indústria incipiente. As pesquisas poderão inclusive produzir patentes de processos, máquinas, produtos para química fina, alimentícia, cosmética e de novos materiais, microbiologia etc. Além disso, também se produzirá conhecimentos sobre as extensões de nossas matas de babaçuais, preservação e povoamento (FAPEPI, 2010).

foco o levantamento georreferenciado das matas dos babaçuais; no setor de engenharia, explora as fibras do coco e da palha do babaçu para obtenção de compósitos onde se desenvolve um aglomerante natural utilizando o mesocarpo associando a uma resina natural; caracterização físico-química de biocombustível do babaçu e estudando o potencial para produção de alimentos.

FATORES CRÍTICOS

No levantamento das dificuldades de implantação e gestão da cadeia de suprimentos, os processos de desenvolvimento de fornecedores geram altos custos e tempo de implantação. Para Grimm, Hofstetter e Sarkis (2014), a falta de recursos financeiros das empresas faz com que elas relutem em fazer os investimentos necessários comprometendo o desempenho de toda a cadeia.

Segundo Bullen e Rockart (1981), Fatores Críticos de Sucesso - FCS, são “um número limitado de áreas nas quais os resultados satisfatórios assegurarão um desempenho competitivo de sucesso para o indivíduo, departamento ou organização. FCS são das poucas áreas chave onde as coisas devem correr bem para o negócio florescer e para os objetivos do gestor serem alcançadas.

Nesse sentido, foram identificados na cadeia produtiva do babaçu possível identificar fatores críticos que limitam o sucesso da cadeia em questão, descritos a seguir:
 Tabela 18 - Fatores críticos e os respectivos setores que afetam

FATORES CRÍTICOS	QUEBRADEIRAS/ ASSOCIAÇÕES	ATRAVESSADOR	INDÚSTRIA/ DISTRIBUIDOR FINAL
Baixa Escolaridade	X		
Produção desorganizada	X	X	X
Irregularidade de oferta de matéria-prima	X	X	X
Logística	X	X	X
Falta de coordenação entre os agentes	X	X	X
Direito de propriedade mal definido	X		
Falta de investimento tecnocientífico	X	X	X
Preço não competitivo	X		X
Linha de crédito para aquisição de equipamentos	X		
Necessidade de uma central de comercialização	X		X
Qualificação da mão-de-obra	X		X
Mercado limitado	X	X	X
Falta de interesse do setor privado	X	X	
Concorrência pela matéria-prima com			X

a indústria
siderúrgica

CONCLUSÕES

Considerando os pontos fortes apontados para a Cadeia Produtiva do Babaçu pode-se concluir que essa cadeia é viável e permitirá melhorias para as populações nela envolvida. Em relação aos pontos fracos, percebe-se que os mesmos não impedem o desenvolvimento da cadeia produtiva do babaçu se estes forem analisados e planejados previamente para que sejam superados. Dentre tais fatores pode-se citar a baixa escolaridade, que afeta em especial a base da cadeia produtiva, ou seja, as quebradeiras de coco e suas associações, esse fator pode limitar a capacidade de negociação.

REFERÊNCIAS

1. ALBIERO, D.; MACIEL, A. J. S.; GAMERO, C. A. Desenvolvimento e projeto de colhedora de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.) para agricultura familiar nas regiões de matas de transição da Amazônia. *Acta Amazonica*, v. 41 (1), p. 57-68, 2011.
2. ARAÚJO JÚNIOR, M. E. de; DMITRUK, E. J.; MOURA, J. C. C. A lei do babaçu livre: uma estratégia para a regulamentação e a proteção da atividade das quebradeiras de coco no estado do Maranhão. *Sequência* (Florianópolis). 2014, n.68, p.129-157.
3. Bullen, C. e Rockart, J. F. 1981. A primer on critical success factors. Sloan School Management, Massachusetts Institute of Technology.
4. CARRAZZA, L. R.; ÁVILA, J. C. C; SILVA, M. L. da. Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral do Fruto do Babaçu. Brasília – DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). Brasil, 2012.
5. FAPEPI. O potencial do babaçu: Projeto de pesquisa cria arranjo produtivo local do babaçu e amplia conhecimento para inovações tecnológicas. *P. Sapiência*, Teresina, n. 24, p. 4-5, jul. 2010.
6. Lima, F. E., Caselli, F. d., & Silva, M. S. (13 de Outubro de 2015). LEVANTAMENTO DO FLUXO CADEIA PRODUTIVA DO BABAÇU NA MATA DOS COCAIS PI/MA. XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, pp. 1-14.
7. MAPA. Babaçu: *Attalea* spp. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável Cooperativo. Brasília : MAPA, 2012.
8. PAES-DE-SOUZA, M.; BORRERO, M. A. V.; SOUZA FILHO, T. A. de. P. para o Desenvolvimento da Cadeia Produtiva do Babaçu no Médio e Baixo Rio Madeira

- Porto Velho/ Ro. Revista de Administração e Negócios da Amazônia, Porto Velho, v. 2, p.75-87, 2011.
9. PUTTI, F. F.; LUDWIG, R.; RAVAZI, A. S. Análise da viabilidade e rentabilidade do uso do babaçu para a produção do Biodiesel. Fórum Ambiental do Alto Paulista, v. 8, n. 7, 2012.
 10. CARRAZZA, L. R.; ÁVILA, J. C. C.; SILVA, M. L. Manual Tecnológico do aproveitamento integral da folha e do fruto do babaçu. Brasília- DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). 2012.
 11. SILVA, A. C.; FIRMO, D. Efeitos alelopáticos causados pelo capim braquiarião (*Brachiaria brizantha*) no desenvolvimento inicial da palmeira de babaçu (*Orbignyaspp.*). Revista Verde, Mossoró, RN, v. 3, n. 4, p. 1-7, 2008.
 12. GOUVEIA, V. M. O mercado de amêndoas de babaçu no estado do Maranhão. Tese de doutorado em Ciências Florestais, UNB, Brasília, 2015.
 13. GRIMM, J. H.; HOFSTETTER, J. S.; SARKIS, J. Critical factors for sub-supplier management: A sustainable food supply chains perspective. International Journal Production Economics, v. 152, p. 159-173, 2014.
 14. SOLER, M. P. et. al.. Tecnologia de quebra do coco babaçu (*Orbignya speciosa*). Ciência e Tecnologia Alimentária, Campinas SP, v. 27, p. 717-722, 2007.
 15. TEIXEIRA, M. A. Uma agenda para o babaçu. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, CE, v. 34, n. 4, p. 562-575, 2003.
 16. PROTASIO, Thiago de Paula; TRUGILHO, Paulo Fernando; MIRMEHDI, Seyedmohammad and SILVA, Marcela Gomes da. Qualidade e avaliação energética do carvão vegetal dos resíduos do coco babaçu para uso siderúrgico. Ciênc. agrotec. [online]. 2014, vol.38, n.5, pp.435-444. ISSN 1413-7054.
 17. TEIXEIRA, M. A. Uma agenda para o babaçu. Documentos técnicos científicos. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 34, nº 4, out-dez. 2003.
 18. ZYLBERZTAJN, D. Conceitos gerais, evolução e apresentação do sistema agroindustrial In: ZYLBERZTAJN, D.; NEVES, M. F. (Org.). Economia e Gestão dos negócios agroindustriais. São Paulo: Pioneira, 2000.

doi <https://doi.org/10.53934/9786599539633-106>

Capítulo 106

COMPOSIÇÃO BIOATIVA E ATIVIDADES BIOLÓGICAS DO NONI: REVISÃO

Leirson Rodrigues da Silva¹; Ana Rosa de Figueiredo¹; Milena Maria Tomaz de Oliveira²; Thayane Rabelo Braga Farias³; Renata de Almeida Freitas³

¹Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, e-mail: rodriguesleirson@yahoo.com.br

²Universidade Ben-Gurion do Negev, Instituto Associado Francês de Agricultura e Biotecnologia de Terras Secas, Neguev - Israel

³Escola de Educação Profissional Edson Queiroz, Cascavel - CE

RESUMO: Noni (*Morinda citrifolia* L., família *Rubiaceae*) produz fruto semelhante ao das espécies de *Annonaceae*. É cultivado em muitos países como cultura alimentar. No Brasil, o fruto é ainda pouco conhecido, sendo consumido na forma in natura ou quando destinado ao processamento agroindustrial. Tem sido apontado como fruto de grande expressão socioeconômica no mundo devido a sua composição química diferenciada e potenciais funcionais significativos. A literatura relata quantidades apreciáveis de pigmentos como os flavonoides e carotenoides, além de compostos fenólicos totais nos frutos, o que os torna ainda mais valiosos como alimento nutracêutico. A ampla utilização dos seus frutos com propósito medicinal e a ausência de informações sistematizadas sobre a caracterização dos compostos bioativos e ações farmacológicas justificam a importância dessa revisão. Em virtude de suas propriedades terapêuticas ainda não serem bem compreendidas, e devido à sua importância na fitoterapia, novos estudos fitoquímicos devem ser conduzidos sobre a espécie e em especial aos seus frutos a fim de detalhar os possíveis benefícios voltados à promoção da saúde humana.

Palavras-chave: alimento funcional; frutos; *Morinda citrifolia* L.; potencial de utilização; *rubiaceae*

INTRODUÇÃO

Noni (*Morinda citrifolia* L.) é uma espécie pertencente à família *Rubiaceae* e nativo da Ásia. Esta espécie tem sido cultivada naturalmente por todo o mundo, podendo ser encontrada em diversos países, até mesmo no Brasil. Na Polinésia Francesa, o fruto é utilizado como alimento e para fins medicinais há mais de 2000 anos. O fruto tem sido comercializado fresco ou quando destinado ao processamento agroindustrial na forma de suco (1,2,3).

Atualmente, com a abertura comercial, o mercado mundial de alimentos, que abrange também fruteiras exóticas, tem-se mostrado mais competitivo e aberto a novidades. Esta situação conduziu a um incremento do número de consumidores que optam por hábitos mais saudáveis e com melhor qualidade de vida, incluindo em sua dieta

alimentos que exerçam funções essenciais para a promoção da saúde. Este crescente interesse contribui para o desenvolvimento de diversas pesquisas científicas em alimentos funcionais e investigações mais intensificadas sobre a composição nutricional e substâncias bioativas que promovam benefícios à saúde, na redução e tratamento de diversas enfermidades.

A atenção comercial pelo fruto de noni torna-se interessante devido à inexistência de informações literárias sobre aspectos tecnológicos para o processamento de suas partes constituintes (polpa, casca e semente) e também pelo fato do fruto apresentar várias características de potencial produtivo que interessam à indústria alimentícia e farmacêutica. Apesar de suas habilidades benéficas, somente um pequeno número de estudos tem sido realizado com relação à composição bioativa e atividade biológica desta espécie em todo o mundo. No Brasil, o noni é ainda pouco cultivado e utilizado, visando fins alimentícios e industriais, entretanto, surge como nicho de mercado promissor com grande potencial para estar entre as fruteiras exóticas mais comercializadas nos país.

O fruto de noni é considerado fonte de uma série de constituintes com propriedades funcionais, tais como vitaminas, flavonoides e fenólicos. Além disto, o fruto pode ser utilizado com propósito medicinal devido a diversos efeitos terapêuticos, tais como antivirais, antioxidantes, anti-inflamatórios e pode contribuir até mesmo para o sistema imunológico (4,5,6).

Com base no uso do fruto de noni na medicina popular tradicional, este revela-se como uma fonte de compostos funcionais valiosos adequados para aplicações alimentícias e de etnofármacos. A a revisão visa compilar até a presente data documentações de vários artigos científicos relacionados à origem e descrição botânica, importância econômica, composição bioativa e propriedades biológicas de noni.

ORIGEM E DESCRIÇÃO BOTÂNICA

Nativo do Sudeste da Ásia, o noni pode ser encontrado em diversas partes do mundo desde o continente asiático, africano e americano. A família, incluindo a espécie *Morinda citrifolia* L., é composta por aproximadamente 6500 gêneros e 13000 espécies. O noni é um arbusto, com 3-10 m de altura, com largas folhas elípticas abundantes (5-17 cm de comprimento, 10-40 cm de largura). As pequenas flores brancas tubulares são agrupadas em conjunto e inseridas no pedúnculo. Os pecíolos deixam marcas em forma de anel nas hastes e a corola é branca esverdeada. O fruto é uma drupa de formato ovoide, suculento e apresenta várias sementes triangulares de coloração vermelha (7,3) (Figura 1A a 1D).

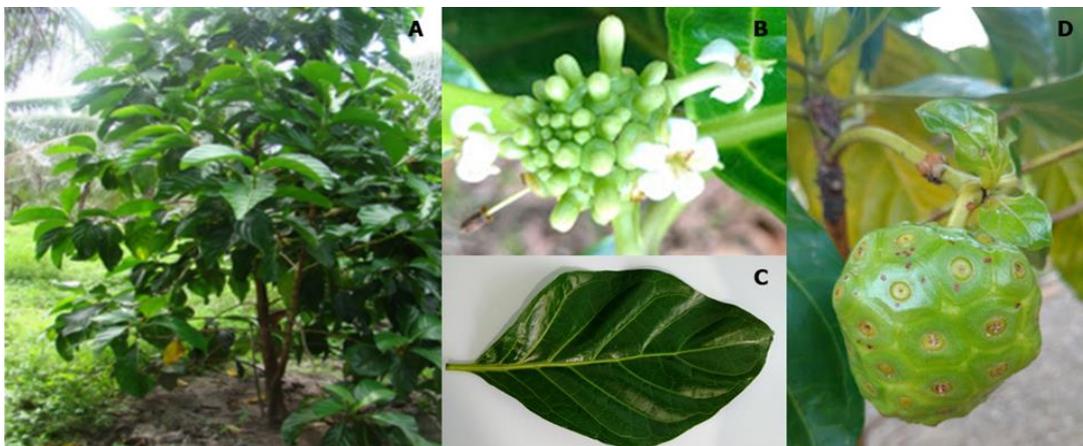


Figura 1 - Planta *Morinda citrifolia* L. (A); suas flores (B); folha (C) e fruto (D) (Fonte:

autores, 2021).

No noni, os primeiros estágios do amadurecimento do fruto podem ser evidenciados pela mudança de coloração da casca, que inicialmente é verde escura, passa para verde amarelada e finaliza com a esbranquiçada (8), não se observa ainda, até esse estágio, mudanças significativas na sua firmeza. Internamente, a polpa apresenta mudança na sua coloração e passa da cor branca para a amarela. Na senescência, quando atinge a coloração amarronzada, o fruto se torna macio e o seu aroma característico, mais evidente. Nesse contexto, o ponto ideal de colheita pode variar de acordo com os diferentes estágios de desenvolvimento dos frutos.

É importante ressaltar que, após ter iniciado a produção, a planta de noni, em condições favoráveis, frutifica o ano inteiro, sendo possível encontrar frutos em diferentes estágios de desenvolvimento na mesma planta e ao mesmo tempo, mas com padrões sazonais de floração e de safra distintos nas diferentes épocas do ano (9), visto que a composição química do fruto varia com os estágios de maturação. (10), tomando como base a coloração da casca e a firmeza externa (casca) do fruto, estratificaram os eventos de amadurecimento e senescência do noni em cinco (5) estágios distintos de amadurecimento (Tabela 1).

Tabela 1 - Estágios de amadurecimento do noni preconizados por (10).

	Estágios	Cor	Firmeza
1		Verde escuro	Muito duro
2		Verde amarelado	Muito duro
3		Amarelo esbranquiçado	Muito duro
4		Amarelo esbranquiçado	Razoavelmente duro
5		Translúcido – acinzentado	Macio

IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

Os polinésios já utilizam a planta no mundo há mais de 2000 anos. Acredita-se que os primeiros frutos e sementes de noni foram trazidos para a América pelos polinésios para serem usados como alimento e no tratamento de uma série de doenças. Em alguns países, o fruto é muitas vezes comercializado fresco ou como suco, tanto no mercado formal quanto no informal, mas pode ser encontrado como sumo pasteurizado, puro ou misturado com outros sucos (geralmente uva ou amora). O suco de noni tem sido aceito na União

Europeia como um novo alimento (11,10,12).

O interesse comercial por noni e seu fruto tem aumentado rapidamente nos últimos anos. O noni é considerado a planta mais importante da Polinésia Francesa devido a sua ação medicamentosa. A Polinésia Francesa é um lugar de destaque na produção do suco. O purê de noni constitui um dos maiores produtos agrícolas da área de exportações. Mais recentemente, o fruto de noni tem sido usado como suplemento dietético. Na verdade, mais de 21.000 toneladas desse purê foram exportadas na última década (7,13).

Na farmacopeia tradicional, o uso do suco é reivindicado para prevenir várias doenças devido às suas propriedades nutracêuticas e funcionais. Observam-se efeitos benéficos resultantes de certos compostos, tais como escopoletina, óxido nítrico, alcaloides, esteróis e os de natureza antioxidante. Várias publicações demonstraram que o suco pode ser utilizado para aliviar diferentes doenças, e seus usos registrados abrangem o Pacífico e Ásia, bem como a África. Dois estudos clínicos relataram alívio da artrite e diabetes associado com o seu consumo in natura. O suco é também utilizado, principalmente para estimular o sistema imunológico e, conseqüentemente, para combater bactérias, infecções parasitárias, virais e fúngicas e até para evitar a formação de tumores, incluindo os malignos. Outras partes da planta tais como folhas, flores, caule e raízes podem, ainda, ser utilizadas (14,15,1).

COMPOSIÇÃO BIOATIVA

Ao longo dos anos investigações fitoquímicas tem sido realizadas nos frutos de noni, mostrando uma ampla variedades de substâncias químicas, tais como, carotenoides, antocianinas, flavonoides e outros compostos de natureza fenólica. A composição bioativa do fruto é bastante diferenciada como observada por diversos autores e apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Compostos bioativos presentes nos frutos de noni.

Compostos	16	17	18	19
Carotenoides Totais	N.e.	3,90	0,45	N.e.
Antocianinas Totais	N.e.	N.e.	1,39	N.e.
Flavonoides Totais	N.e.	N.e.	N.e.	N.e.
Fenólicos Totais	216,67	109,81	966,96	0,19

Fw - Peso fresco; N.e. - Não avaliado. Carotenoides totais - mg/100 g; Antocianinas totais - mg/100 g; Flavonoides totais - mg/100 g; Fenólicos totais - mg GAE/100 g.

Notáveis compostos em quantidades consideráveis foram detectados nos frutos de noni, como lignanas, sacarídeos de nucleosídeos e esteróis. Frutos de noni são também melhores fontes de taninos, triterpenos e, menos freqüentemente, saponinas. Os flavonoides, como a quercetina e rutina, são encontrados em abundância, especialmente em frutos da espécie. Frutos de noni possuem alto valor bioativo e quase 200 fitoquímicos com propriedades funcionais já foram identificados e isolados de diferentes partes da planta. Frutos de noni são conhecidos por serem ricas fontes de antraquinonas, carotenoides, cumarinas, flavonoides, iridoides e ácidos fenólicos (20,21,22) (Figura 2).

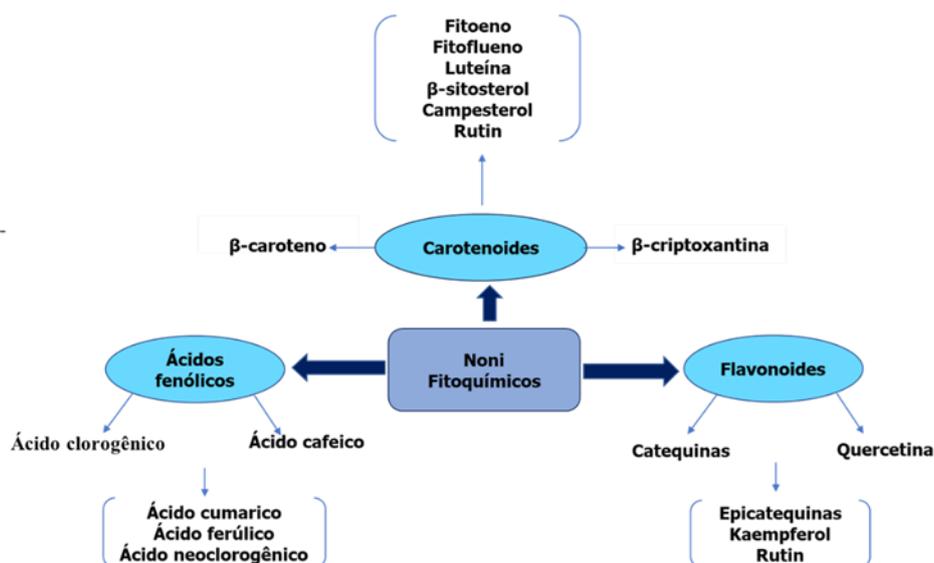


Figura 2 - Importantes fitoquímicos nos frutos de noni.

(14) relata a presença de um novo componente no noni, a proxeronina, esta teria como precursor a xeronina, um alcaloide que é reivindicado para combinar com proteínas humanas, melhorando a sua funcionalidade. Este autor atribui à maioria de todos os efeitos benéficos do noni para a xeronina. Cerca de 50 compostos voláteis foram identificados nos frutos maduros, incluindo os ácidos orgânicos (principalmente octanóico e hexanóico), álcoois (3-metil-3-buteno-1-ol), ésteres (octanoato de metila, decanoato de metila), cetonas (2-heptanona), e lactonas [(E)-6-dodeceno-glaetona] (23).

Os compostos bioativos são substâncias químicas vegetais e desempenham papéis importantes nos sistemas vivos. Há um interesse considerável em polifenóis por causa de suas propriedades antioxidantes e capacidade de evitar doenças crônicas. A completa composição bioativa dos frutos do gênero *Morinda*, principalmente da espécie *Morinda citrifolia* L., ainda não tem sido bem relatada e apenas informações parciais do conteúdo de bioativos estão disponíveis para a espécie, necessitando de pesquisas urgentes para a melhor compreensão de suas propriedades funcionais.

ATIVIDADES BIOLÓGICAS

Os compostos bioativos e com propriedades antioxidantes naturalmente encontrados em plantas são conhecidos por exibir alguns efeitos benéficos à saúde humana. O uso medicinal de frutos desde a antiguidade é bem conhecido e pesquisas ao longo dos anos revelam os mais diversos efeitos potenciais destes na prevenção de inúmeras enfermidades e/ou tratamento de doenças (Figura 3).

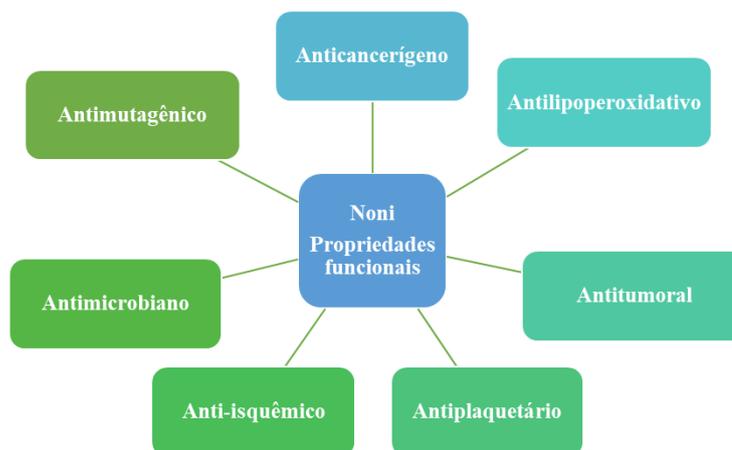


Figura 3 - Propriedades funcionais dos frutos de noni.

Estudos desenvolvidos com noni, apresentam o fruto com efeito antiviral, anti-helmíntico, anticâncer e anti-inflamatório e elevada capacidade antioxidante de polifenóis presente no fruto e suco. No entanto, há uma falta de evidências científicas para a maioria dessas atividades biológicas reivindicadas. Por outro lado, os metabólitos secundários presentes neste gênero podem explicar algumas das atividades biológicas já comprovadas, bem como as reivindicadas (24, 25,26).

Pesquisas de biodisponibilidade e atividade biológica de produtos vegetais, inclusive de noni, vêm sendo conduzidos a fim de identificar os efeitos potenciais destes compostos à saúde humana na prevenção e diminuição do risco de doenças cardiovasculares, cânceres, diabetes, Doença de Alzheimer e artrites (27,28). Existe uma forte preocupação sobre a correlação entre a ingestão de frutos e o risco diminuído de doenças crônicas mencionadas. Alguns potenciais efeitos destes compostos benéficos à saúde encontrados naturalmente em frutos são principalmente devido às propriedades destes compostos.

Embora o gênero *Morinda* tenha ampla tradição etnobotânica como alimento, remédios ou madeira para usos gerais, a maioria das informações científicas disponíveis é limitada a poucas espécies com potencial econômico. É ainda incipiente as informações sobre seus aspectos farmacológicos. Portanto, considerando os compostos já isolados e o potencial de noni como recurso de material à base de compostos com propriedades bioativas, novas investigações devem ser realizadas como parte do esforço para uma exploração correta de espécies exóticas a serem usadas como ativo alimentício, cosmético e farmacêutico.

CONCLUSÕES

O noni e, especialmente, o seu fruto, tem sido utilizado há séculos na medicina popular. Os estudos científicos revisados sobre os atributos nutricionais e bioativos do noni revelam que ele é uma fonte rica em compostos com propriedades funcionais, como vitaminas, flavonoides e outros polifenóis, sendo que a maioria deles ainda não foi mensurada e quantificada.

Esses compostos têm papéis cruciais no tratamento de doenças e manutenção da saúde. A eficácia do noni contra inflamações, distúrbios hepáticos, formação de tumores e doenças cardíacas comprovam-no como alimento funcional. Portanto, é urgente e necessário a condução de mais estudos biológicos sistemáticos e profundos para explorar

os benefícios potenciais do fruto para a saúde. A presente revisão a este respeito ajudará os pesquisadores como uma referência pronta para novos estudos nutraceuticos e funcionais e a abertura para a exploração industrial do fruto em mercados econômicos.

REFERÊNCIAS

1. Ulloa JA, Tapia NG, Ulloa PR, Ramírez JCR, Rangel BEU. Effect of soaking in noni (*Morinda citrifolia*) juice on the microbiological and color behavior of Haden minimally processed mango. *J Food Sci Technol*. 2014;52:3079-3085.
2. Barbosa AF, Costa ICM, Zucolotto SM, Giordani RB. *Morinda citrifolia*: fatos e riscos sobre o uso do noni. *Rev Fitos*. 2017;11:189-215.
3. Arunachalam V. *Morinda citrifolia* L. (Rubiaceae): a multi-purpose tree for coastal ecosystems and its variability in Konkan region of India. *Genet Resour Crop Evol*. 2018;65:1751-1765.
4. Nascimento LCS, Rodrigues NR, Alves MPC, Sabaa SAUO, Junior BJL, Barbosa MIMJ, et al. Chemical characterization, nutritional aspects and antioxidant capacity of noni (*Morinda citrifolia* L.) produced in northeastern Brazil. *Int Food Res J*. 2018;25:870-875.
5. Guo M, Mao B, Sadiq FA, Hao Y, Cui S, Yi M, Hong Q, Lee YK, Zhao J, et al. Effect of noni fruit and fermented noni juice against acute alcohol induced liver injury in mice. *J Funct Foods*. 2020;70:1-9.
6. Nguyen MP. Degradation of phytochemical and antioxidant capacity of noni (*Morinda Citrifolia* L.) pulp tea during drying and roasting treatment. *J Pharm Res Int*. 2020;32:34-37.
7. Yashaswini S, Venugopal CK, Hegde RV, Mokashi AN. Noni: A new medicinal plant for the tropics. *Afr J Plant Sci*. 2014;8:243-247.
8. Mckoy MLG, Thomas EA, Simon OR. Preliminary investigation of the anti-inflammatory properties of an aqueous extract from *Morinda citrifolia* (Noni). *Proc West Pharmacol Soc*. 2002;45:76-78.
9. Nelson SC. Noni cultivation in Hawaii. *Fruits Nuts*. 2001;4:1-4.
10. Chan-Blanco Y, Vaillant F, Perez AM, Reynes M, Brillouet J, Brat P, et al. The noni fruit (*Morinda citrifolia* L.): A review of agricultural research, nutritional and therapeutic properties. *J Food Compos Anal*. 2006;19:645-654.
11. Wang MY, West BJ, Jensen CJ, Nowicki D, Su C, Palu AK, Anderson G, et al. *Morinda citrifolia* (Noni): A literature review and recent advances in Noni research. *Acta Pharm Sin*. 2002;23:1127-1141.
12. CHINA FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. June 27, 2011 health food record information release. Available online: <http://www.sda.gov.cn/WS01/CL0613/63379.html> (accessed on 11 October 2020). 2011.
13. Bouzerand E. Points Forts De la Polynésie Française: Bilan Commerce Exterieur 2016. Institut de la Statistique de la Polynesie Française, Papeete, Polinésia Francesa. [(acesso em 19 October 2020)]. Available online: <http://www.ispf.pf/docs/default-source/publi-pf-bilans-et-etudes/pf-bilan-01-2017-comext-2016.pdf?sfvrsn=4>. 2017.
14. Solomon N. The Noni Phenomenon. Direct Source Publishing, Utah. 1999;296p.
15. McClatchey W. From Polynesian healers to health food stores: changing perspectives of *Morinda citrifolia* (Rubiaceae). *Integr Cancer Ther*. 2002;1:110-120.
16. Correia AAS, Gonzaga MLC, Aquino AC, Souza PHM, Figueiredo RW, Maia GA, et al. Caracterização química e físico-química da polpa do noni (*Morinda citrifolia*)

- cultivado no estado do Ceará. *Alim Nutr.* 2011;22:609-615.
17. Costa AB, Oliveira AMC, Silva AMO, Mancini-Filho J, Lima A. Atividade antioxidante da polpa, casca e sementes do noni (*Morinda citrifolia* Linn). *Rev Bras Frutic.* 2013;35:345-354.
 18. Palioto GF, Silva CFG, Mendes MP, Almeida VV, Rocha CLMSC, Tonin LTD, et al. Composição centesimal, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de *Morinda citrifolia* Linn (noni) cultivados no Paraná. *Rev Bras Plantas Med.* 2015;17:59-66.
 19. Lima AMS, Araujo RMSA, Sousa JCSS, Medeiros AF, Serquiz RP, Serquiz AC, et al. Biotechnological potential assesment of noni fruit (*Morinda citrifolia* Linn). *MOJ Food Process Technol.* 2017;5:337-341.
 20. Deng S, West BJ, Jensen CJ. Simultaneous characterisation and quantitation of flavonol glycosides and aglycones in noni leaves using a validated HPLC-UV/MS method. *Food Chem.* 2008;111:526-529.
 21. Murata K, Abe Y, Futamura-Masuda M, Uwaya A, Isami F, Deng S, Matsuda H, et al. Effect of *Morinda citrifolia* fruit extract and its iridoid glycosides on blood fluidity. *J Nat Med.* 2014;68:498-504.
 22. Inada AC, Figueiredo PS, Santos-Eichler RA, Freitas KC, Hiane PA, Castro AP, Guimaraes RCA, et al. *Morinda citrifolia* Linn. (noni) and its potential in obesity-related metabolic dysfunction. *Nutrients.* 2017;9:1-29.
 23. Sang S, Cheng X, Zhu N, Stark RE, Badmaev V, G Ghai, Rosen RT, Ho CT, et al. Flavonol glycosides and novel iridoid glycoside from the leaves of *Morinda citrifolia*. *J Agric Food Chem.* 2001;49:4478-4481.
 24. Brito DRB, Fernandes RM. Anthelmintic action of *Morinda citrifolia* (noni) on *Heterakis gallinarum*. *Semina.* 2013;34:1775-1782.
 25. Caramel S, Stagnaro S, Marchionni M. *Morinda citrifolia* plays a central role in the primary prevention of mitochondrial-dependent degenerative disorders. *Asian Pac J Cancer Prev.* 2015;16:1675.
 26. Torres MAO, Magalhães IFB, Mondêgo-Oliveira R, Sá JC, Rocha AL, Abreu-Silva AL, et al. One plant, many uses: A review of the pharmacological applications of *Morinda citrifolia*. *Phytother Res.* 2017;31:971-979.
 27. Veljković B, Đorđević N, Dolićanin Z, Ličina B, Topuzović M, Stanković M, Zlatić N, Dajić-Stevanović Z, et al. Antioxidant and anticancer properties of leaf and fruit extracts of the wild raspberry (*Rubus idaeus* L.). *Not Bot Horti Agrobot Cluj-Napoca.* 2019;47:359-367.
 28. Yip CSC, Chan W, Fielding R. The associations of fruit and vegetable intakes with burden of diseases: A systematic review of meta-analyses. *J Acad Nutr Diet.* 2019;119:464-481.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-107>

Capítulo 107

ESTABILIDADE AERÓBICA DE FARELO DE GLÚTEN DE MILHO ÚMIDO ADITIVADO COM TIMOL

Lucelia de Moura Pereira¹; Camilla Mariane Menezes Souza¹; Denise Volpi¹; Gabriela Letícia Delay Vigne¹; Ariadne Pegoraro Mastelaro¹; Queila Gouveia Tavares¹; Maity Zopollatto²

¹Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - Universidade Federal do Paraná – UFPR; E-mail: luceliademoura12@gmail.com, ²Departamento de Zootecnia – UFPR. E-mail: maity@ufpr.br.

RESUMO: A utilização de coprodutos na nutrição animal tem interesse abrangente, desde a redução de custo com alimentos, a não competição por alimentos para humanos, além de aspectos ambientais. Devido a esse fato, o objetivo desse trabalho foi avaliar a estabilidade aeróbica de farelo de glúten úmido aditivado com diferentes doses de timol. Foram utilizadas 5 doses de timol (D1 (50 mg/kg/ matéria verde), D2 (150 mg/kg/ matéria verde, D3 (250 mg/kg/ matéria verde), D4 (350 mg/kg/ matéria verde), D5 (450 mg/kg/ matéria verde), além do tratamento controle (sem a utilização de aditivos). O experimento foi inteiramente casualizado com 5 repetições por tratamento, totalizando 30 unidade experimentais. Os resultados obtidos foram submetidos a ANOVA e ao teste de Tukey a 5% de significância. Foram mensurados valores de matéria seca (MS), pH, estabilidade aeróbia (EA), perdas de matéria seca (PMS), temperatura máxima (TMAX) e horas para a temperatura máxima (HTMAX). A estabilidade aeróbia, PMS, MS, TMAX e HTMAX não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos ($p < 0,05$). As diferentes doses de timol não foram suficientes para aumentar a EA e reduzir as PMS. Com base nesses achados, a utilização de timol não é recomendada para melhorar a estabilidade aeróbia de farelo de glúten úmido.

Palavras-chave: coproduto; monoterpenos; shelf life; temperatura

INTRODUÇÃO

A utilização de coprodutos na produção animal teve um aumento nos últimos anos, em virtude dos altos preços das commodities, principalmente, soja e milho. O farelo de glúten de milho úmido (FGMU), é um coproduto oriundo da indústria de amido do milho, em que após a extração do amido e óleo do grão, tem-se a fibra e a proteína. Este coproduto apresenta teores de 40% de matéria seca (MS) e 24% de proteína bruta (PB), podendo ser uma fonte de proteína e fibras em dietas de ruminantes (1).

Apesar desse alimento apresentar ótima qualidade nutricional, por se tratar de um coproduto úmido e rico em nutrientes, apresenta alta susceptibilidade a agentes deterioradores como os microrganismos, principalmente as leveduras, que utilizam o ácido lático e aumentam o pH do meio, tornando o ambiente propício para o crescimento de fungos filamentosos, quando expostos ao ar (2).

Em alimentos conservados, uma das metodologias utilizadas para avaliar a qualidade de silagens, é a estabilidade aeróbia (EA). Este método consiste basicamente em mensurar o tempo que a silagem, após a exposição ao ar, demorou para aquecer acima da temperatura do ambiente. Existem várias metodologias utilizadas para chegar a esses valores, porém a mais utilizada consiste em determinar a quebra da estabilidade aeróbia, a qual é realizada inserindo um termômetro no centro da massa avaliada, que se encontra dentro de uma sala com temperatura controlada a 25 C°. Desta forma no momento em que a massa avaliada atinge dois graus acima da temperatura ambiente é dado como quebra de estabilidade aeróbia (3). A temperatura é uma variável importante, pois o aquecimento da massa está altamente relacionado com o crescimento de fungos e conseqüentemente degradação aeróbica e queda no valor nutricional (4).

Em termos mais simplórios, pode-se dizer que a estabilidade aeróbica em silagens é similar ao shelf life dos alimentos. Quanto maior o tempo em horas que a silagem demorou para esquentar, menos fungos cresceram e conseqüentemente a qualidade nutricional foi mantida por mais tempo. Uma das formas de controlar o crescimento desses agentes responsáveis pela deterioração aeróbica é utilizando aditivos, como por exemplo o timol.

O timol é classificado como um monoterpene, em que na natureza pode ser encontrado em diversas plantas como por exemplo, tomilho. Esse composto apresenta capacidade antioxidante e antimicrobiano. Na literatura tem-se trabalhos mostrando sua eficiência no controle de leveduras (5), além disso, é um composto já utilizado na indústria de produtos antissépticos para humanos

Normalmente os testes de estabilidade aeróbica são realizados em alimentos que passaram pelo processo de fermentação, como silagens e pré-secados. Diante do exposto, o objetivo desse estudo foi avaliar a estabilidade aeróbia em FGMU aditivado com diferentes doses de timol, bem como, sua curva de pH durante a exposição ao ar.

MATERIAL E MÉTODOS

Local

O experimento foi realizado em dezembro de 2019 no Centro de Pesquisa em Forragicultura (CPFOR) localizado em Curitiba - Paraná. O farelo de glúten úmido foi retirado na fábrica da Cargill, localizada em Castro - Paraná. O material era coletado logo após a moagem na fábrica da Cargill e transportado até o CPFOR onde deu-se início a montagem dos ensaios de estabilidade aeróbica. No momento da coleta o teor médio de matéria seca foi de 37,95% e o pH foi 4.

Tratamentos e análises

Para compor os tratamentos foram utilizadas 5 doses de timol: D1 (50), D2 (150) D3 (250), D4 (350), D5 (450), além do tratamento controle sem a utilização de aditivo, a dosagem utilizada foi realizada com base na matéria verde do coproduto. Para aplicar o aditivo foram pesados 6 montes de farelo de glúten de milho úmido e as doses respectivas foram aplicadas e posteriormente cada tratamento foi homogeneizado.

Para determinar a estabilidade aeróbica foram pesados 4 kg de FGMU por repetição em baldes de 20 L, totalizando 30 unidades experimentais, os baldes permaneceram por 10 dias (240 horas) em sala com temperatura controlada (25°C±2). No centro de cada balde foi alocado um sensor de temperatura tipo DHS, onde os dados foram registrados a cada 5 minutos e determinada a quebra da estabilidade aeróbia quando a temperatura dos baldes foi superior em 2°C a temperatura do ambiente (3). Durante a estabilidade foram mensuradas, a temperatura máxima (TMAX) de cada repetição, bem como a hora em que

foi atingida a temperatura máxima (HTMAX) de acordo com (6). Para determinar a curva de pH durante a exposição ao ar foram alocadas baldes “irmãos” dentro da sala com temperatura controlada e a cada dois dias foram coletadas 25 g de amostras, afim de determinar como o pH se comporta ao longo de 10 dias de exposição a ar.

Para a determinação da MS foram retiradas amostras em duplicada de cada repetição, antes e após a exposição ao ar, para a determinação de perdas de matéria seca, realizadas segundo (7). As análises de pH foram realizadas no CPFOR, em que foram coletadas amostras antes, durante e após a estabilidade cerca 25g de amostra, diluídas em 225 mL de água destilada, homogeneizada por 1 minuto e aferida em pHmêtro digital modelo Gehaka PG 1800.

Delineamento e Análise estatística

Foram utilizadas 30 unidades experimentais divididas em 6 tratamentos com 5 repetição cada. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade, sendo assim foi realizado uma ANOVA e quando significativo aplicado o teste de Tukey com 5% significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de MS, PMS, EA horas, TMAX e HTMAX obtidos nesse experimento estão apresentados na tabela 1. Não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) para a variável MS para tratamento contendo diferentes doses de timol, a média de MS foi de 38,14%, o qual este valor está abaixo dos encontrados normalmente por (8). Porém houve similaridade nos teores de MS entre os tratamentos demonstrando que o material é homogêneo.

Nas perdas de matéria seca durante a estabilidade aeróbia (PMS), as doses de timol não provocaram diferença estatística, porém esses valores estão acima dos encontrados por (8), em que o autor obteve uma média de 12,92% em PMS. Na variável estabilidade aeróbica (EA) não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) independente da dose utilizada de timol, observou-se uma média de 41,21 horas em estabilidade. Esses valores são baixos em relação aos encontrados por (8, 9) com 240 horas de estabilidade ao utilizar um *blend* de ácido orgânicos na dose de 0,5% da matéria seca. De forma geral, os experimentos que obtiveram uma baixa estabilidade aeróbia, também encontraram altas contagens de leveduras e mofos, cerca de 6,36 e 5,64 \log_{10} unidades formadoras de colônia por grama de forragem fresca respectivamente.

Nesse trabalho não houve contagem de leveduras nem mofos, porém com base nos dados de horas em estabilidade, possivelmente a presença desses microrganismos no FGMU durante o período experimental, era considerada alta. Apesar dos dados encontrados na literatura sobre a ação do timol no controle de leveduras (), neste trabalho o timol não foi eficiente em controlar o crescimento desse microrganismo e consequentemente elevar a estabilidade aeróbia, ou aumentar o *shelf-life* do FGMU.

Nas variáveis temperatura máxima (TMAX) e horas para atingir a temperatura máxima (HTMAX) não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) independente das doses utilizadas de timol. A média de temperatura máxima que o FGMU atingiu foi de 43,38 °C. O tratamento controle demorou mais tempo para atingir a temperatura máxima, cerca de 56,25 horas, já a Dose 1 atingiu a temperatura máxima em um tempo menor, cerca de 41,59 horas. A temperatura é uma variável de extrema importância, pois quando as leveduras consomem os carboidratos solúveis ou os ácidos produzidos durante o processo

fermentativos, tem-se a produção de água, CO₂ e calor. Logo, de forma indireta é possível observar através da temperatura a qualidade da silagem ou coproduto.

Tabela 1. Avaliação de Farelo de glúten de milho úmido aditivado com timol durante a exposição ao ar.

Variáveis ¹	Tratamentos ²						P valor ³
	Controle	D1	D2	D3	D4	D5	
MS %	38,68	38,43	39,25	38,62	36,51	37,37	0,25
PMS%	21,63	23,20	22,42	21,51	25,23	23,20	0,47
EA horas	41,25	41,33	41,57	40,90	41,20	41,03	0,11
TMAX	43,20	43,20	43,55	43,85	43,20	43,30	0,83
HTMAX	56,25	41,59	41,71	41,75	41,71	56,16	0,55

¹MS:(Matéria Seca), PMS (Perdas de Matéria seca), EA hours (Estabilidade aeróbica), TMAX (temperatura máxima), HTMAX (horas para atingir a temperatura máxima);

²Tratamentos – Controle (sem aditivo), D1 (50 mg/kg/ matéria verde), D2 (150 mg/kg/ matéria verde, D3 (250 mg/kg/ matéria verde), D4 (350 mg/kg/ matéria verde), D5 (450 mg/kg/ matéria verde);

³valor de p

Os valores de pH durante a exposição aeróbica, estão apresentados na figura 1. O aumento do pH em silagens é relacionado à presença de leveduras que, em aerobiose, metabolizam ácido lático, gerando aquecimento e perda de MS. Valores de pH com mudanças de <0,5 unidades ao longo de um período de 5 dias, são considerados normais (10). Porém nesse experimento esses valores foram superiores, e os tratamentos se comportaram de forma semelhante.

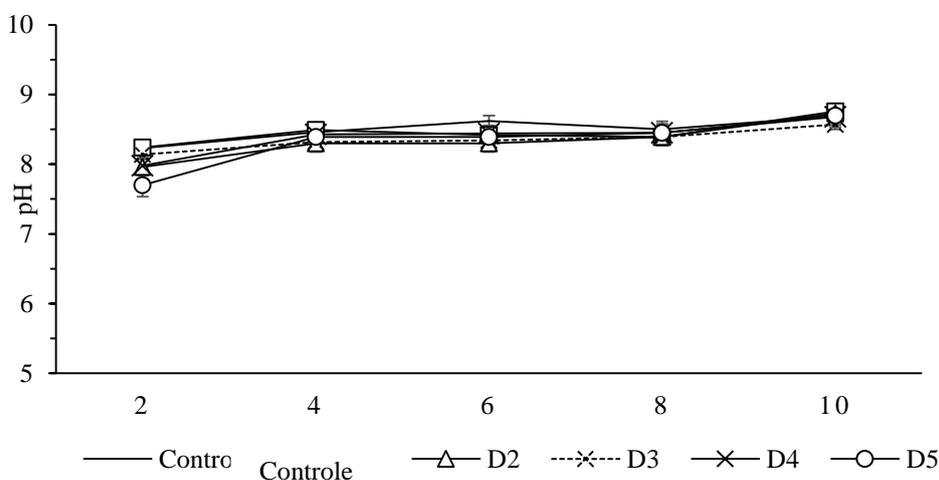


Figura 1. Curva de pH durante a exposição ao ar

CONCLUSÕES

As diferentes doses de timol não foram eficientes em aumentar a estabilidade aeróbia e as perdas de matéria seca do farelo de glúten de milho úmido. De forma geral, não recomenda-se a utilização desse aditivo para a conservação desse coproduto.

AGRADECIMENTOS

A Capes pela bolsa de doutorado, Cargill por ceder o coproduto e a Grasp pelo aditivo.

REFERÊNCIAS

1. Boddugari, K.; Grant, R. J.; Stock, R. ; Lewis, M. Maximal replacement of forage and concentrate with a new wet corn milling product for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 2001 84 (4): 873-884, .
2. McDonald, P.; Henderson, A. R.; Heron, S. *The biochemistry of silage*. 2 ed. Marlow: halcombe Publications, 1991 340p.
3. KUNG, L. JR; RANJIT, N.K. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silages. *Journal of Dairy Science*, 2001 84: 1149–1155.
4. Borreani G. and Tabacco E. The relationship of silage temperature with the microbial status of the face of corn silage bunkers. *Journal of Dairy Science*, (2010) 93, 2620 –2629.
5. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods--a review. *Int J Food Microbiol.* Aug 1;94(3):223-53. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022. PMID: 15246235.
6. Novinski, C. O.; Junges, D.; Schmidt, P.; Rossi Junior, P.; Carvalho, J. P. G. and Teixeira, R. A. Methods of lab silos sealing and fermentation characteristics and aerobic stability of sugarcane silage treated with microbial additive. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2012 41:264-270.
7. Jobim, C. C.; Nussio, L. G.; Reis, R. A. and Schmidt, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2007 36:101-119.
8. Matheus Custódio Da Silva. Estabilidade em aerobiose do farelo de glúten de milho úmido com aditivos químicos. *Dissertação Universidade Federal Do Paraná*. 2020.
9. Santos, S. F. dos, Gonçalves, M. F., Rios, M. P., Nogueira, A. P. C., Takassugui, C. G., Souza, R. R. de, & Ferreira, I. C. Coprodutos na alimentação de ruminantes: com destaque ao farelo úmido de glúten de milho. *Veterinária Notícias*, 2013 18(2).
10. Wilkinson, J.M.; Davies, D.R. The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. *Grass and Forage Science*, 2012 v.68, p.1-19,

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-108>

Capítulo 108

FATORES CLIMÁTICOS NO CULTIVO DA BANANEIRA

Cristiane Hauck Wendel¹; Marcela Padilha Iastremski²

¹Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia - PPGA – UNICENTRO; E-mail: hauckwendel@hotmail.com, ²Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia - PPGA – UNICENTRO; E-mail: marcella.iastremski@gmail.com

RESUMO: A banana é cultivada em mais de 130 países, sendo produzidas em regiões tropicais e subtropicais. É considerada uma das frutas mais consumidas no mundo, apresentando aroma e sabor distinto, seu consumo pode ser *in natura*, processada ou industrializada. É rica em carboidratos, vitaminas A, B, C, minerais, fitoesteróis e compostos antioxidantes. O seu cultivo é economicamente viável, mas o processo produtivo e a qualidade dos frutos podem ser influenciados de forma negativa pelo ambiente. Aspectos climatológicos como temperatura, luminosidade, precipitação, umidade relativa e ventos apresentam grande importância nos processos metabólicos da bananeira, e são considerados como fatores determinantes no crescimento e desenvolvimento fenológico. Como é uma espécie tipicamente tropical, requer calor constante, elevada umidade relativa e precipitações bem distribuídas durante o ano. Por apresentar alto índice de área foliar, a taxa de transpiração é elevada, proporcionando a sensibilidade da planta ao estresse hídrico. Tendo em vista que a bananeira é classificada como uma planta C3, com altas taxas fotossintéticas, a luminosidade é determinante na duração do ciclo. Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho revisar as exigências climáticas que possuem maiores limitações em relação ao crescimento e desenvolvimento da bananeira, abrangendo quais as principais condições que possibilitem diminuir ou aumentar os impactos causados por estas.

Palavras-chave: ambiente; clima; cultivo; desenvolvimento; *Musa spp.*

INTRODUÇÃO

A banana é considerada como uma das frutas mais produzidas e consumidas no mundo, destacando-se mundialmente entre as oito culturas agrícolas mais significativas no setor do agronegócio. Apresenta grande importância no cenário socioeconômico mundial, sendo produzida, em pequena a média escala, desde a agricultura familiar até grandes sistemas produtivos com altas tecnologias. Sendo assim, possibilita a geração de empregos e rentabilidade no meio rural (1,2).

Cultivada em mais de 130 países, a produção mundial de banana em 2019, alcançou em torno de 117.123.038 toneladas, com a dimensão de 5.173.017 hectares de área cultivada. Os cinco países na liderança foram: a Índia, cuja a produção foi de 30.460.000 toneladas, na sequência China apresentando 11.998.329 toneladas, Indonésia com

7.280.659 toneladas, Brasil atingindo 6.812.708 toneladas e Equador com 6.583.477 toneladas (3,4).

Com 470 mil hectares de área cultivada, o Brasil ocupa a quarta posição de produção no cenário mundial. Os Estados de São Paulo, Bahia, Minas Gerais e Santa Catarina com uma produção e área de cultivo de 1.039.655 t e 50.463 ha; 850.000 t e 65.500 ha; 831.668 t e 47.927 ha; 669.299 t e 29.411 ha, respectivamente, representando 53% do total produzido no país (5).

De acordo com a classificação taxonômica, a bananeira (*Musa spp.*) é pertencente a classe Monocotiledônea, da ordem Scitaminae e família Musaceae. Possui dois gêneros: *Musa* e *Ensete*. Porém, somente o gênero *Musa* que apresenta características com frutos partenocárpicos, que permitem serem comestíveis e com valor comercial (6).

A banana é uma fruta de clima tropical e subtropical, apreciada em todo o mundo devido ao seu aroma e sabor distinto, podendo ser consumida *in natura*, processada, cozida, frita, assada e industrializada. Além disso, é rica em carboidratos, vitaminas (A, B e C), minerais (Ca, K e Fe), fitoesteróis e compostos antioxidantes como: fenólicos, carotenoides e ácido ascórbico (7).

A bananeira apresenta elevado índice de área foliar, exigindo alta demanda hídrica e luminosidade para realizar de forma eficaz os seus processos metabólicos. Aspectos climáticos são fundamentais para o crescimento e desenvolvimento. Sendo assim, o objetivo desse estudo é revisar os principais fatores climáticos como a temperatura, luminosidade, precipitação e vento, mencionando quais condições ideais para o desenvolvimento e produtividade da cultura da bananeira.

FATORES CLIMÁTICOS NO CULTIVO DA BANANEIRA

Os fatores climáticos, como a temperatura, precipitação, vento e luminosidade, apresentam grande influência no ciclo vegetativo e reprodutivo da bananeira. Quando as condições ambientais são desfavoráveis, o desenvolvimento e a produção podem ser limitados significativamente.

Temperatura

A temperatura é um dos fatores climáticos de maior importância, pois atua no processo respiratório e fotossintético, resultando no controle do crescimento, desenvolvimento e floração da planta. As bananas cultivadas comercialmente, necessitam para o seu desenvolvimento e floração, limites térmicos entre 15 e 38 °C, com temperatura média anual ótima entre 26,7 a 27 °C (8). Temperaturas acima de 38 °C, provocam o fechamento estomático, diminuição da taxa fotossintética, superaquecimento dos tecidos e paralização do crescimento. Além disso, em um ambiente com mais de 40 °C, a folha atinge até 45 °C e conseqüentemente, ocasiona a morte da planta (9).

As paredes celulares são compostas por polissacarídeos de pectina, celulose, hemicelulose e proteínas estruturais. O estresse abiótico atua na interface da parede celular com a membrana plasmática, e quando a planta é exposta a essa situação, tanto a composição e estrutura das paredes celulares quanto os componentes são modificados. Aproximadamente, 10% das proteínas estruturais incluem extensinas, proteínas ricas em glicina, proteínas ricas em prolina, lectinas e proteínas arabinogalactanas, as quais atuam na defesa contra o estresse causado por baixas temperaturas (10).

Sob condições de temperaturas abaixo de 15 °C, o metabolismo da planta diminui consideravelmente, e inferiores a 12 °C, ocorrem distúrbios fisiológicos nas folhas e frutos, denominado “*chilling*”. Na folha, há o fechamento estomático, paralização parcial ou total da respiração e coagulação dos cloroplastos das células. Nos frutos, ocorre a coagulação dos vasos lactíferos, acarretando em injúrias nos tecidos, principalmente na casca, o tamanho é reduzido e a maturação incompleta (11).

As temperaturas baixas também resultam em compactação da roseta foliar, influenciando de forma negativa a inflorescência e na formação de cachos, causando o “engasgamento”. Quando a planta está em condições de temperaturas abaixo de 6 °C, os frutos desenvolvem retorcidos com tamanho irregular. Esses sintomas já foram verificados nas cultivares de banana Dwarf Green, Dwarf Read, Veinte Cohol e Saba, as quais tiveram a floração afetada negativamente em condições de baixas temperaturas (12).

Exigência hídrica

Para que haja um desenvolvimento satisfatório na bananeira, a planta necessita de fornecimento de água constante, junto a uma faixa de temperatura ideal. Por ter uma grande quantidade de área foliar, a planta requer alto abastecimento de água. Conforme o clima predominante, as exigências hídricas variam de 1100 a 2650 mm ao ano, sendo uniformemente distribuídas (8).

A distribuição uniforme é imprescindível, pois após dois a três dias de déficit de umidade no solo, ocorrem efeitos negativos na planta. Os primeiros sinais são murchas prolongadas e sintomas de amarelecimento das folhas. Quando o solo está sob condições de seca relativamente amenas, as bananeiras fecham os estômatos, reduzem a taxa de transpiração e fotossintética, mantendo as folhas hidratadas por pressão radicular, podendo mascarar o estresse hídrico que se encontram (13).

Os estômatos proporcionam as trocas gasosas nos tecidos fotossintéticos, ocorrendo nesse processo a perda de água da planta. Quando a planta se encontra em condições de estresse abiótico, o fitormônio ácido abscísico (ABA) atua regulando a abertura e fechamento do poro estomático. Em condições de estresse hídrico, através da indução da biossíntese de ABA, as vias de sinalização na parte interna dos tecidos vegetais iniciam, obtendo fechamento estomático, para minimizar a perda de água, evitando a transpiração. As plantas sob estresse hídrico, possuem maior acúmulo de ácido abscísico, o qual, é considerado como mensageiro, que exerce papel fundamental na sinalização da raiz para a parte aérea, como forma de resposta a percepção ao estresse (14,15).

Durante a fase de floração e crescimento dos frutos, a deficiência hídrica é um fator limitante na produção, pois afeta o crescimento dos cachos e número de flores. A bananeira quando submetida ao estresse hídrico antes da emergência dos cachos resultaram na redução do número de pencas e frutos. Enquanto, após a emergência reduz o tamanho dos frutos, atrasando o seu enchimento (16). Em áreas de chuva moderada a baixa, foi relatado a diminuição no rendimento de até 65%, em consequência da perda de peso dos cachos devido ao estresse hídrico (2).

A irrigação é uma alternativa fundamental para atenuar os efeitos da escassez de água. O rendimento pode ser influenciado pelo tipo de irrigação e fatores relacionados com a uniformidade da distribuição da água tais como, o ângulo de irrigação, posição e altura do emissor, pressão de trabalho, tipo de vegetação associado a distribuição espacial das raízes, intensidade e frequência da irrigação (17).

Em trabalhos realizados com banana 'Pratas-Anã' clone Gorutuba sob condições de intervalos diferentes de irrigação correlacionados com diferentes alturas de emissores, foi verificado menores valores de temperatura foliar e radiação fotossinteticamente ativa incidentes nas folhas, o que resultou em maior peso dos frutos e produtividade sob intervalo de irrigação de 2 dias e altura dos emissores de 70 e 90 cm (18). Embora, devido ao alto consumo de água e redução significativa nos recursos hídricos utilizados em lavouras irrigadas, os autores sugerem que a secagem parcial da zona radicular pode ser utilizada como uma forma de racionar a água de irrigação, apesar de poder interferir na produtividade.

As cultivares comerciais, são derivadas de híbridos de duas espécies: *Musa acuminata* (genoma A) e *Musa balbisiana* (genoma B), e a constituição genômica é diferenciada quanto a plodia: diplóide, triploíde e tetraploíde. A tolerância ao estresse abiótico está associada ao seu genoma, assim as cultivares que contém o genoma B, apresentam características de maior resistência ao estresse hídrico do que as exclusivas do genoma A (19). A identificação dos genótipos tolerantes à seca, pode ser realizado correlacionando a eficiência da transpiração ao crescimento, assim foi estabelecido que Kayinja (ABB) e Sukali Ndizi (AAB) são mais tolerantes a seca e a Mpologoma (AAA) possui maior sensibilidade ao déficit hídrico (20). A cobertura do dossel também é um indicador promissor para o déficit hídrico no campo, nas cultivares de banana Mchare e Cavendish, submetidas à diferentes tratamentos de irrigação e de umidade de solo (21).

De acordo com a região de origem das bananas, pode haver influência nas características físico-químicas dos frutos. Isso já foi verificado em algumas cultivares, como na Grande Naine, subgrupo Cavendish (AAA), a qual, durante o crescimento dos cachos em regiões montanhosas com maior precipitação, apresentou para o fruto, firmeza, dureza da casca, e cor amarela da polpa do fruto valores maiores, diferindo das outras regiões com clima mais quente e seco (22).

Vento

O vento é outro fator climático que pode afetar o desenvolvimento das bananeiras, pois podem causar a quebra do pseudocaule, tombamento, fendilhamento entre as nervuras secundárias e diminuição da área foliar pela dilaceração da folha. Além do mais, pode resultar em baixos rendimentos durante a colheita devido à redução na taxa fotossintética e trocas gasosas em folhas dilaceradas. A intensidade dos danos pode variar, desde pequenos até a destruição da planta, de acordo com a velocidade, duração dos ventos, localização da planta no ambiente, cultivar e fase fenológica da planta (6). Em geral, todas as cultivares aguentam ventos de até 40 km/h. As cultivares que apresentam porte baixo, possuem maior resistência aos ventos quando comparadas as cultivares de porte médio (23).

A intensidade do dano pode ser agravar quando ocorrer na fase da floração, pois nesse período não há emissão de folhas novas. O crescimento do cacho de bananeira também pode ter um efeito negativo, pois para atingir o crescimento máximo, são necessários no mínimo 9 folhas até a colheita. Em áreas expostas a ventos fortes, como forma de diminuir o impacto causado as plantas, pode ser realizado as técnicas de estaqueamento e implantação de quebra ventos, utilizando barreiras vegetais de altura maior que as bananeiras (6,24).

Luminosidade

A bananeira é uma planta C3 e possui alta taxa fotossintética, portanto a luminosidade é um fator climático que interfere diretamente na duração do ciclo e qualidade dos frutos. A quantidade de radiação solar maior que 2.000 lux (horas de luz/ano) ocasiona o aumento da atividade fotossintética, e taxas abaixo de 1000 lux não são propícias para o desenvolvimento (25). O ponto de corte dos cachos dura entre 80 e 90 dias após a sua emissão, em condições de alta luminosidade, enquanto que, em baixa luminosidade, leva de 85 a 112 dias (23,26).

O aumento da taxa do surgimento de cachos bananeira pode ser induzido durante determinadas estações do ano. As épocas onde o solstício de verão ocorre, recebem maior quantidade de raios solares. Em estudos realizados com as cultivares do subgrupo Cavendish (AAA) e cultivar Maricongo (AAB), verificou-se que o fotoperíodo curto retardou a taxa de iniciação da inflorescência, sendo que, as cultivares do subgrupo Cavendish (AAA) demonstraram maior sensibilidade ao fotoperíodo (27).

CONCLUSÃO

O ciclo vegetativo e reprodutivo da bananeira, podem ser influenciados de forma significativa por fatores climáticos como a temperatura, precipitação, umidade relativa, vento, luminosidade entre outros. Sendo assim, é fundamental, analisar a sensibilidade climática da cultura, e quantificar as condições climáticas ideais, para que ocorra um resultado desejado na produtividade. Regiões com limitações ao cultivo colaboram com a redução de produtividade e qualidade dos frutos inferiores. Portanto, ao fazer um plantio de banana com grande escala comercial, é necessário fazer um levantamento de dados dos fatores climáticos da localidade e verificar se são satisfatórias as necessidades da planta.

REFERÊNCIAS

1. Seydou T, Elisée A, Cherif M, Léonard O, Kassi M, Koffi Gaston KK, Brahima C, Daouda K. Agronomic performance of plantain cultivars (*Musa* spp.) in efficient mixing situation for the control of black sigatoka in southern côte d'ivoire. *Asian Journal of Plant Pathology*. 2016;11:1–9.
2. Panigrahi N, Thompson AJ, Zobelzu S, Knox JW. Identifying opportunities to improve management of water stress in banana production. *Scientia Horticulturae*. 2021;276:109735.
3. Evans EA, Ballen FH, Siddiq M. Banana Production, Global Trade, Consumption Trends, Postharvest Handling, and Processing. In: *Handbook of Banana Production, Postharvest Science, Processing Technology, and Nutrition*. John Wiley & Sons, Ltd; 2020;1–18 p.
4. FAOSTAT. Value of Agricultural Production [Internet]. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2019 [citado 13 de agosto de 2021]. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QV>
5. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Estatística da Produção Agrícola. 2021. 1–94 p.

6. Moreira R. Banana: Teoria e prática de cultivo. Campinas: Fundação Cargill; 1999. 335 p.
7. Sidhu JS, Zafar TA. Bioactive compounds in banana fruits and their health benefits. *Food Quality and Safety*. 2018;2(4):183–8.
8. Varma V, Bebbler DP. Climate change impacts on banana yields around the world. *Nat Clim Chang*. 2019;9(10):752–7.
9. Lobo MG, Rojas FJF. Biology and Postharvest Physiology of Banana. In: *Handbook of Banana Production, Postharvest Science, Processing Technology, and Nutrition*. John Wiley & Sons, Ltd; 2020. 19–44 p.
10. Meng J, Hu B, Yi G, Li X, Chen H, Wang Y, et al. Genome-wide analyses of banana fasciclin-like AGP genes and their differential expression under low-temperature stress in chilling sensitive and tolerant cultivars. *Plant Cell Rep*. 2020;39(6):693–708.
11. Alves E. A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2º ed. Brasília, DF: Embrapa-SPI; 1997. 585 p.
12. Vinson EL, Coneva ED, Kemble JM, Woods FM, Sibley JL, Fonsah EG, et al. Prediction of flower emergence and evaluation of cropping potential in selected banana cultivars (*Musa* sp) cultivated in subtropical conditions of coastal Alabama. *HortScience*. 2018;53(11):1634–9.
13. Carr M. The water relations and irrigation requirements of banana (*Musa* spp.). *Experimental Agriculture*. 2009;45(3):333–71.
14. Mahouachi J, Climent MF, Gómez-Cadenas A. Hormonal and hydroxycinnamic acids profiles in banana leaves in response to various periods of water stress. *The Scientific World Journal*. 2014;2014:540962.
15. Liu G, Li B, Li X, Wei Y, He C, Shi H. MaWRKY80 positively regulates plant drought stress resistance through modulation of abscisic acid and redox metabolism. *Plant Physiol Biochem*. 2020;156:155–66.
16. Mahouachi J. Growth and mineral nutrient content of developing fruit on banana plants (*Musa acuminata* AAA, ‘Grand Nain’) subjected to water stress and recovery. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 2007;82(6):839–44.
17. Coelho EF, Santos MR, Donato SLR, Cruz JL, Oliveira PM, Castricini A. Soil-water-plant relationship and fruit yield under partial root-zone drying irrigation on banana crop *Scientia Agricola*. 2019;76:362–7.
18. Lage GGA, Souza JAA de, Cotrim CE, Donato SLR, Arantes A de M. Physiological and productive characteristics of the banana ‘Prata-Anã’ subjected to different irrigation intervals and emitter heights. *Acta Scientiarum. Agronomy*. 2020;42:1-8.

19. Ravi I, Uma S, Vaganan MM, Mustaffa MM. Phenotyping bananas for drought resistance. *Front Physiol.* 2013;4(9):1-15.
20. Kissel E, Van Asten PJA, Swennen R, Lorenzen J, Carpentier S. Transpiration efficiency versus growth: Exploring the banana biodiversity for drought tolerance. *Scientia Horticulturae.* 2015;185:175-182.
21. Stevens B, Diels J, Vanuytrecht E, Brown A, Bayo S, Rujweka A, et al. Canopy cover evolution, diurnal patterns and leaf area index relationships in a Mchare and Cavendish banana cultivar under different soil moisture regimes. *Scientia Horticulturae.* 2020;272(109328):1-10.
22. Bugaud C, Daribo MO, Dubois C. Climatic conditions affect the texture and colour of Cavendish bananas (Grande Naine cultivar). *Scientia Horticulturae.* 2007;113(3):238–243.
23. Borges A, Souza L. O cultivo da bananeira. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura; 2004. 279 p.
24. Mohan P. The economic impact of hurricanes on bananas: A case study of Dominica using synthetic control methods. *Food Policy.* 2017;68:21–30.
25. Champion J. El Platano - Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales. 1º ed. Barcelona: Blume; 1975. 247 p.
26. Turner D. The response of the plant to the environment. In: *Bananas and Plantains.* Londres: Champman and Hall; 1995. p. 206–29.
27. Fortescue JA, Turner DW, Romero R. Evidence that banana (*Musa* spp.), a tropical monocotyledon, has a facultative long-day response to photoperiod. *Funct Plant Biol.* 2011;38(11):867–78.

doi <https://doi.org/10.53934/9786599539633-109>

Capítulo 109

FERMENTADO DE FRUTA: REVISÃO

**Márcia Liliane Rippel Silveira¹; Cláudia Kaehler Sautter²; Aline Finatto Alves³;
Andréia Cirolini⁴; Vanessa Pires da Rosa⁵**

¹Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos – CCR– UFSM; E-mail: marciarippel@gmail.com, ²Docente/pesquisador do Depto de Tecnologia e Ciência dos Alimentos – CCR – UFSM. E-mail: claudia.sautter@ufsm.br, ³Tecnóloga em Alimentos – UFSM. E-mail: aline_finatto@yahoo.com.br, ⁴Docente Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. E-mail: andreiacirolini@gmail.com ⁵Docente Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. E-mail: vprosa_rs@hotmail.com

RESUMO: O Brasil é um importante produtor mundial de frutas, no entanto, o país apresenta altos índices de desperdício, principalmente durante o processo de comercialização, por se tratar de matéria-prima facilmente suscetível à degradação. Frutas, em geral, apresentam características sensoriais adequadas para produção de bebida fermentada e, aliada à necessidade de se ampliar a sua produção e consumo em diversos países, a produção destas bebidas tem sido bastante pesquisada e incentivada. A elaboração de bebidas alcoólicas a partir do emprego de frutas representa uma opção de aproveitamento destas matérias-primas, evitando desperdícios. Além disso, estas bebidas apresentam-se como alternativa no desenvolvimento de tecnologias para a obtenção de produtos derivados com maior período de vida útil e maior valor agregado e ainda constituem produtos promissores, devido à tendência de aceitação em pesquisas de consumo. O objetivo da presente revisão é apresentar o contexto atual da produção de fermentados de frutas. São revisados aspectos referentes à produção do fermentado de fruta, legislação e os trabalhos envolvendo a elaboração dessa bebida.

Palavras-chave: bebida alcoólica; fermentação; processamento

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países com maior produção mundial de frutas (1) apresentando uma grande diversidade de frutas tropicais e temperadas, com produção praticamente por todo o ano e potencial para serem utilizadas pela indústria de alimentos (2)(3). Entretanto, há um grande desperdício pós-colheita para algumas culturas, o que notadamente, gera prejuízos (4)(5).

O desenvolvimento de técnicas de preservação dos alimentos, mantendo o máximo dos componentes nutricionais e das propriedades sensoriais é uma forma de viabilizar o aproveitamento racional. Neste contexto, a industrialização surge como alternativa para minimizar as perdas, tanto no pico da safra, quando as frutas alcançam menores preços pelo excesso de oferta como na entressafra, disponibilizando a fruta para o consumo (6)(7).

Apesar de toda tecnologia já aplicada nas indústrias de frutas, ainda existe a necessidade de se desenvolver processos tecnológicos que permitam a redução das perdas de produção e que ao mesmo tempo proporcionem um incremento na renda do produtor rural (4)(5).

A utilização de polpas e sucos de frutas para a elaboração de bebidas alcoólicas representa uma alternativa de aproveitamento destas matérias-primas, além de contribuir para a redução das perdas pós-colheita de frutos perecíveis ou provenientes dos excedentes de safras evitando desperdícios quando não se tem um consumo imediato (8)(9).

Nos últimos anos, diversas frutas têm sido pesquisadas para a produção de fermentados de frutas (10) visando oferecer aos produtores uma alternativa de aproveitamento tecnológico, ao mesmo tempo em que agrega valor à produção dessas frutas por meio de seu beneficiamento (9)(11).

Produtos obtidos por fermentação apresentam alto potencial de industrialização, a fim de diversificar a produção e diminuir os desperdícios (12). Além disso, as bebidas fermentadas de frutas apresentam-se como alternativa no desenvolvimento de tecnologias para a obtenção de produtos derivados com maior período de vida útil e maior valor agregado (13) e ainda constituem produtos promissores, devido à tendência de aceitação em pesquisas de consumo (14).

Assim, a presente revisão propõe-se a explorar os dados disponíveis sobre o tema, contextualizando a produção de fermentados de frutas em relação a legislação e as características das bebidas elaboradas.

FERMENTADO DE FRUTAS

O vinho é uma bebida alcoólica amplamente consumida no mundo, apresenta um grande valor comercial e é definido como a bebida resultante da fermentação do mosto de uvas frescas (15). A produção de vinho passou de somente arte para arte com embasamento científico, ampliando-se as pesquisas em vitivinicultura. Toda tecnologia de produção do vinho é conhecida e cada vez mais estudada, buscando-se a melhor qualidade e a maior produtividade (4).

O termo vinho somente pode ser empregado nas bebidas fermentadas obtidas a partir de uvas (*Vitaceae*) (2), no entanto, além da uva várias outras frutas podem ser utilizadas para a formulação de mostos que podem, posteriormente ser submetidos a fermentação alcoólica por ação de leveduras (4). Teoricamente, qualquer fruto ou vegetal comestível que contenha umidade suficiente, açúcar e outros nutrientes para as leveduras pode servir como matéria-prima para a produção de bebidas alcoólicas fermentadas (14)(15)(16).

Frutas, em geral, apresentam características sensoriais adequadas e podem ser utilizadas na produção de bebidas fermentadas com características típicas de cada fruta, desde que adequadamente corrigidos no mosto os teores de umidade e/ou açúcar para obter um produto com teor alcoólico desejável, de nutrientes para as leveduras, e respeitada à legislação vigente (2)(13)(16).

Geralmente, as frutas contêm quantidades de açúcar que podem ser utilizados pela levedura durante o processo de fermentação. Além das características inerentes do fruto (pH, teores de açúcar e os teores de nitrogênio), outros fatores devem ser levados em conta durante a produção de fermentados de frutas. As concentrações iniciais de açúcar, temperaturas de fermentação, as concentrações de SO₂ e cepas de leveduras são fatores-

chave na determinação de processos fermentativos de sucesso do fermentado de fruta (4)(17)(18).

Em geral, as operações envolvidas no processo de elaboração de fermentados são: extração e preparo do mosto; fermentação alcoólica; trasfega; clarificação e conservação (19).

O fermentado de fruta é uma bebida alcoólica fermentada por difusão, obtido genericamente, pela fermentação alcoólica em que se obtém como produto principal da transformação de açúcares solúveis o etanol (5)(19)(20). No entanto, muitos outros componentes secundários, como aldeídos, metanol, álcoois superiores, ácidos e ésteres também são produzidos e influenciam a qualidade sensorial do fermentado (14)(20). Os níveis de composição e concentração destes componentes nos produtos elaborados podem variar muito e dependem da matéria-prima, fermentação e envelhecimento (3)(21).

A composição nutricional do fermentado de fruta dependerá, além da fruta empregada, que contribui extensamente nas características da bebida, da composição do mosto, tipo de inóculo, condições de fermentação e procedimentos pós-fermentação (13).

Outro indicador de qualidade dos fermentados é sua composição, que deve se enquadrar na legislação vigente (15). Estes parâmetros e seus limites visam garantir uma boa conservação, informam sobre a qualidade da fruta utilizada e sobre a tecnologia de vinificação empregada. Além disto, somente obedecendo tais parâmetros os fermentados podem ser comercializados.

Embora exista uma ampla variedade de fermentados de frutas, são necessários maiores estudos para a elaboração dessas bebidas em função da grande diferença de composição entre as frutas. Além disso, são necessárias informações para aperfeiçoar o processo de produção no que diz respeito à levedura a ser utilizada, a temperatura ideal de fermentação, os tipos de tratamentos que o mosto da fruta ou, a própria fruta deve sofrer na fase pré-fermentativa. Neste sentido, a produção de fermentados de frutas tem sido bastante pesquisada e incentivada (4)(22).

LEGISLAÇÃO

A legislação brasileira vigente define o fermentado de fruta como a bebida com graduação alcoólica de quatro a quatorze por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida da fermentação alcoólica do mosto de fruta sã, fresca e madura (23).

Ainda de acordo com a legislação, a bebida deverá ser obtida a partir de uma única espécie de fruta, do seu respectivo suco integral ou concentrado, ou da sua polpa, onde poderá, nestes casos, ser adicionada de água (24). Os ingredientes básicos utilizados na produção do fermentado de fruta são, mosto de fruta sã, fresca e madura podendo ser usados como opcionais, água e açúcar, neste caso, exclusivamente, a sacarose. É vedada a adição de qualquer substância ou ingrediente que altere as características sensoriais naturais do produto final, devendo o fermentado de fruta apresentar o sabor e aroma dos elementos naturais contidos na matéria-prima utilizada (24).

Os fermentados devem, obrigatoriamente, ser rotulados com a denominação fermentado acompanhado do nome da fruta da qual se originou (ex.: fermentado de abacaxi, fermentado de laranja, entre outros), com sabores característicos de cada fruta. Para que o fermentado alcoólico seja considerado de qualidade é necessário que suas características físicas e físico-químicas estejam enquadradas no preconizado pelas legislações vigentes devendo apresentar limpidez, ausência de corpos estranhos ou em

suspensão, com teor alcoólico adequado e ausência de corantes e aromatizantes artificiais (24).

ESTUDOS SOBRE A ELABORAÇÃO DE FERMENTADOS DE FRUTAS

Experimentos com frutas para produção de bebidas fermentadas têm sido muito comuns nas duas últimas décadas no Brasil. São vários os estudos divulgados sobre a produção e caracterização de bebidas fermentadas a partir da polpa de frutas (25), e muitos obtiveram resultados satisfatórios e boa aceitação entre consumidores.

Tradicionalmente, uvas e maçãs são utilizadas como as principais matérias-primas para a obtenção de bebidas fermentadas (13)(20), porém existem várias frutas com potencial para o uso na produção de fermentados e diversos estudos na literatura que demonstram a viabilidade do uso destas frutas para a produção de bebidas alcoólicas (3).

As bebidas fermentadas de frutas constituem produtos promissores como tem mostrado diversas pesquisas de aceitação (1) e a fabricação de fermentados de frutas já está bem estabelecida (14). Muitos países, principalmente os europeus, produzem diversos fermentados pelo mesmo processo de fabricação, sendo a maçã, a pera, a groselha, a framboesa e a cereja as frutas mais utilizadas (5)(13). No Brasil, muitas frutas tropicais são utilizadas com sucesso nesse processo, fornecendo fermentados bastante apreciados e saborosos (13), como os fermentados de laranja (19), camu-camu (26), acerola (2), caju (27), jaca (5), manga (9), cacau, cupuaçu, gabiroba, jabuticaba e umbu (3). Existe a necessidade de se desenvolver novos fermentados para diminuir a perda de frutas e aumentar a renda do agricultor (25), como o fermentado de caju, pois a castanha é mais valorizada comercialmente do que o pedúnculo (27); de laranja, cujo suco é exportado (19); de mangaba, ata e cirigüela, frutas que são geralmente comercializadas na forma de polpa (13); e de maçã, cuja produção está voltada para o consumo *in natura*, mas dois terços desta consistem em frutas sadias com defeitos físicos direcionadas para o setor industrial (28).

Com o desenvolvimento de bebidas fermentadas de frutas, além de ampliar os produtos derivados, como no caso do cajá (4), conhecido pela produção de sorvetes, compotas, licor, sucos, explora-se o potencial de frutas que são consumidas apenas *in natura*, como o jamelão, que é rico em antocianinas (29).

Em relação à jabuticaba, o potencial econômico de comercialização desse fruto é grande em função de suas características organolépticas para consumo *in natura*. A jabuticabeira é uma das frutíferas que tem despertado grande interesse entre os produtores rurais devido a sua alta produtividade, rusticidade e aproveitamento de seus frutos nas mais diversas formas, como na fabricação de licores, geleias e fermentados. Entretanto, o que se observa em algumas regiões tipicamente produtoras de fermentados alcoólicos de jabuticaba é a falta de conhecimento tecnológico e a precariedade nas condições de produção, podendo prejudicar a qualidade do produto final (15).

A banana constitui-se em matéria-prima bastante favorável à fermentação alcoólica por ser rica em sólidos solúveis, minerais e apresentar baixa acidez. No entanto, o processo de obtenção de uma bebida fermentada de banana carece ainda de tecnologias adequadas, de forma a possibilitar um melhor aproveitamento da fruta e obter produto de qualidade competitiva (16).

Para a produção do fermentado de abacaxi, por exemplo, foram realizadas correções de açúcar para obtenção de um produto com grau alcoólico de 13,0 % v/v (30). O suco de abacaxi apresentou um pH em torno de 4,2 não sendo necessária a neutralização de uma acidez excessiva. Em alguns fermentados, antes de pasteurizar, foi realizado um

aquecimento a 65 °C por 15 e 30 minutos, para melhorar a clarificação. A fermentação foi realizada em ambiente anaeróbico, a uma faixa de temperatura que variou de 20 a 25 °C.

O fermentado de morango obteve resultados satisfatórios, pois a bebida apresentou-se leve, com aroma característico de morango e cor típica. Provedores a descreveram como uma bebida de sabor suave e aroma agradável de morango tendendo ao aroma adocicado semelhante à de um vinho demi seco (31).

Estudos sobre a produção de fermentado de acerola foram realizados no Estado do Sergipe. A bebida apresentou cor, aroma e sabor característicos dos frutos da acerola, com graduação alcoólica e todas as outras características físico-químicas dentro das normas brasileiras. A análise sensorial mostrou que a aceitabilidade do fermentado de acerola foi semelhante à do vinho de uva comercial (5). Em estudo mais recente, (11), foram produzidos a partir de suco e polpa, fermentados de acerola dos tipos seco, semiseco e suave. Os resultados obtidos demonstraram que tanto as matérias-primas (suco e polpa) como as diferentes concentrações de açúcar (seco, semiseco e suave) interferiram nos parâmetros físico-químicos e sensoriais dos fermentados de acerola, sendo que os provedores demonstraram preferência pelas bebidas mais adocicadas.

O setor agroindustrial do caju passou por um redimensionamento, principalmente no que se refere ao aproveitamento mais racional do pseudofruto. Por ser rico em açúcares e sais minerais, o pedúnculo do caju é uma matéria-prima bastante favorável à fermentação alcoólica (32). Para desenvolver um fermentado de caju dentro dos padrões enológicos, diversos trabalhos foram desenvolvidos para determinar alguns parâmetros do processo de fermentação do suco de caju, como a necessidade de clarificação e sulfitação do mosto e controle da temperatura de fermentação. Também, foi avaliado o desempenho de diferentes leveduras comerciais na fermentação do suco de caju em relação à produção de H₂S, tolerância a SO₂, tolerância a etanol, características físico-químicas e sensoriais dos fermentados e composição dos compostos voláteis responsáveis pelo aroma da bebida (32).

CONCLUSÕES

Além da uva e da maçã, outras frutas têm sido utilizadas para a produção de bebidas alcoólicas fermentadas. A produção dessas bebidas surge como alternativa para o aproveitamento do excesso da produção frutícola de certas regiões ou como inovação tecnológica para o uso das mesmas, podendo ser uma nova fonte de investimentos para pequenos produtores e uma nova opção de mercado.

REFERÊNCIAS

1. Pereira AS, Costa RAS, Landim LB, Silva NMC, Reis MFT. Produção de fermentado alcoólico misto de polpa de açaí e cupuaçu: aspectos cinéticos, físico-químicos e sensoriais. R. bras. Tecnol. Agroindustr. 2014;8;1:1216–1226.
2. Santos SC, Almeida SS, Toledo AL, Santana JCC, Souza RR. Elaboração e análise sensorial do fermentado de acerola (*Malpighia punicifolia* L.). Braz. J. Food Technol. 2005;10:47–50.
3. Duarte WF, Dias DR, Oliveira JM, Vilanova M, Teixeira JÁ, Silva JBA, Schwan RF. Raspberry (*Rubus idaeus* L.) wine: Yeast selection, sensory evaluation and instrumental analysis of volatile and other compounds. Food res. int. 2010;43;9:2303–2314.

4. Dias DR, Schwan RF, Lima LCO. METODOLOGIA para elaboração de fermentado de cajá (*Spondias mombin* L.). Food Sci. Technol. 2003;23;3:342–350.
5. Assis Neto EF, Cruz JMP, Braga ACC, Souza JHP. Elaboração de bebida alcoólica fermentada de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). R. bras. Tecnol. Agroindustr. 2010;4;2:186–197.
6. Andrade SAC, Metri JC, Neto BB, Guerra NB. Desidratação osmótica do jenipapo (*Genipa americana* L.). Food Sci. Technol. 2003;23;2:276–281.
7. Souza Neto MA, Maia GA, Lima JR, Figueiredo RW, Souza Filho MSM, Lima AS. Cinética da desidratação osmótica de manga. Revista Publicatio. 2004;10;2:37–44.
8. Asquieri ER, Silva AGM, Cândido MA. Aguardente de jabuticaba obtida da casca e borra da fabricação de fermentado de jabuticaba. Food Sci. Technol. 2009; 29;4:896–904.
9. Silva NS, Silva BA, Souza JHP, Dantas VV, Reis KB, Silva EVC. Elaboração de bebida alcoólica fermentada a partir do suco de manga rosa (*Mangifera indica* L.). R. bras. Tecnol. Agroindustr. 2011;5;1:367–378.
10. Paula B, Carvalho Filho CD, Matta VM, Menezes JS, Lima PC, Pinto CO, Conceição LEMG. Produção e caracterização físico-química de fermentado de umbu. Cienc. Rural. 2012;42;9:1688–1693.
11. Segtowick ECS, Brunelli LT, Venturini Filho WG. Avaliação físico-química e sensorial de fermentado de acerola. Braz. J. Food Technol. 2013;16;2:147–154.
12. Arruda AR, Casimiro ARS, Garruti DS, Abreu FAP. Caracterização físico-química e avaliação sensorial de bebida fermentada alcoólica de banana. Rev. Ciênc. Agron. 2007;38;4:377–384.
13. Muniz CR, Borges MF, Abreu FAP, Nassu RT, Freitas CAS. Bebidas fermentadas a partir de frutas tropicais. B.CEPPA. 2002;20;2:309–322.
14. Oliveira AS, Santos DC, Oliveira ENA, Silva FLH, Florentino ER. Produção de fermentado alcoólico do fruto de mandacaru sem espinhos (*Cereus jamacaru*). R. bras. Tecnol. Agroindustr. 2011;13;3:271–277.
15. Silva PHA, Faria FC, Tonon B, Mota SJD, Pinto VT. Avaliação da composição química de fermentados alcoólicos de jabuticaba (*Myrciaria jabuticaba*). Quím. Nova. 2008;31;3:595–600.
16. Arruda AR, Casimiro ARS, Garruti DS, Abreu FAP. Processamento de bebida fermentada de banana. Rev. Ciênc. Agron. 2003;34;2:161–167.
17. Dias DR, Schwan RF, Freire ES, Serôdio RS. Elaboration of a fruit wine from cocoa

- (*Theobroma cacao* L.) pulp. Int. j. food sci. technol. 2007; 42;3:319–329.
18. Duarte WF, Dias DR, Pereira GVM, Gervásio IV, Schwan RF. Indigenous and inoculated yeast fermentation of gabioba (*Campomanesia pubescens*) pulp for fruit wine production. J Ind Microbiol Biotechnol. 2009;36;4:557–569.
 19. Corazza ML, Rodrigues DG, Nozaki J. Preparação e caracterização do vinho de laranja. Quím. Nova. 2001;24;4:449–452.
 20. Lopes RVV, Silva FLH. Elaboração de fermentados a partir do figo-da-india. Bioterra 2006;6;2:305–315.
 21. Dato MCF, Pizauro Júnior JM, Mutton MJR. Analysis of the secondary compounds produced by *Saccharomyces cerevisiae* and wild yeast strains during the production of “Cachaça”. Braz. J. Microbiol. 2005;36;1:70–74.
 22. Alves JA, Lima LCO, Dias DR, Nunes CA, Schwan RF. Effects of spontaneous and inoculated fermentation on the volatile profile of lychee (*Litchi chinensis* Sonn) fermented beverages. Int. j. food sci. technol. 2010;45;11:2358–2365.
 23. Brasil. Decreto nº 6.871, de 04 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 julho de 1994. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da União. 05 jun. 2009; Seção 1.
 24. Brasil. Portaria nº 64, de 23 de abril de 2008. Regulamento Técnico para a Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para as bebidas alcoólicas fermentadas: fermentado de fruta, sidra, hidromel, fermentado de cana, fermentado de fruta licoroso, fermentado de fruta composto e saquê. Diário Oficial da União. 24 abr 2008; Seção 1.
 25. Asquieri ER, Rabêlo AMS, Silva AGM. Fermentado de jaca: estudo das características físico-químicas e sensoriais. Food Sci. Technol. 2008; 28;4:881–887.
 26. Maeda RN, Andrade JS. Aproveitamento do camu–camu (*Myrciaria dúbia*) ara produção de bebida alcoólica fermentada. Acta Amaz. 2003;33;3:489–497.
 27. Torres Neto AB, Silva ME, Silva WB, Swarnakar R, Silva FLH. Cinética e caracterização físico-química do fermentado do pseudofruto do caju (*Anacardium occidentale* L.). Quím. Nova. 2006;29;3:489–492.
 28. Fertoni HCR, Simões DRS, Nogueira A, Wosiacki G. Potencial da variedade Joaquina para o processamento de suco clarificado e vinho seco de maçã. Food Sci. Technol. 2006;26;2:434–440.
 29. Souza LC, Silva WL, Teshima E. Processo fermentativo do vinho de jamelão (*Syzygium cuminifruit*). Curitiba; 2006. (Congresso Brasileiro de Ciência e

Tecnologia de Alimentos).

30. Pena RS, Menezes LBC. Obtenção de vinhos de frutas: abacaxi (*Ananas comosus*), acerola (*Malpighia glabra* L.) e maracujá (*Passiflora edulis*). Anais Assoc. Bras. Quím. 1994;43;3-4:87-91.
31. Andrade MB, Perim GA, Subtil GW, Izidio LL, Santos TRT, Marques RG. Caracterização do vinho de morango no processo de fermentação alcoólica. Maringá; 2013. (Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar. Anais, Centro Universitário Cesumar).
32. Garruti DS, Casimiro ARS, Abreu FAP. Processo Agroindustrial: Elaboração de Fermentado de Caju. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical; 2003.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-110>

Capítulo 110

FRAUDES EM AZEITE DE OLIVA

Mahyara Markievicz Mancio Kus-Yamashita¹; Veronika Homma²

¹Pesquisadora do Núcleo de Química, Física e Sensorial – CALI – IAL. E-mail: mahyara.kus@ial.sp.gov.br, ²Estudante do Curso de Especialização de Vigilância Laboratorial em Saúde Pública – CALI – IAL. E-mail: veronikahomma@hotmail.com.

RESUMO: O azeite de oliva é um produto originado a partir das azeitonas que são frutos da oliveira *Olea europaea L.* O seu consumo vem aumentando constantemente, tornando o Brasil um dos maiores importadores mundiais de azeite de oliva, sendo que esta não é uma produção típica do país. Em consequência do alto consumo do azeite de oliva e ao seu alto custo no mercado, esse produto tornou-se um dos alimentos mais fraudados. No Brasil, a adulteração mais comum é a adição de outros óleos comestíveis mais baratos, isso pode ser observado, em sua maioria, em produtos importados (informação da rotulagem) e envasados no país. Este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão sobre fraude em azeite de oliva. Há uma grande incidência de fraude em azeite de oliva, e a forma mais comum é através da adição de outros óleos vegetais, entre eles o óleo de soja. Deste modo, o monitoramento deve ser constante para assegurar a qualidade do produto para os consumidores.

Palavras-chave: adulteração; óleos vegetais; oliveiras

INTRODUÇÃO

O azeite de oliva é um produto originado a partir das azeitonas que são frutos da oliveira *Olea europaea L.*, excluindo todo e qualquer óleo adquirido pelo uso de solvente, pelo processo de re-esterificação ou até mesmo pela mistura com outros óleos, independentemente de suas proporções (1). O seu consumo vem aumentando constantemente, tornando o Brasil um dos maiores importadores mundiais de azeite de oliva, sendo que esta não é uma produção típica do país. Segundo o IBRAOLIVA (Instituto Brasileiro de Olivicultura), atualmente há alguns estados como São Paulo, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul que estão começando com o plantio de oliveiras para produção de azeite no país. Essa importação agrega um alto valor no produto, tornando-o propenso a atividades fraudulentas (2).

De acordo com o dicionário Aurélio (3), fraude é uma ação ilegal com o intuito de iludir terceiros e prejudicá-los, enquanto adulteração é um ato criminoso no qual se transforma um produto de qualidade superior em outro de baixa qualidade, ou seja, o azeite de oliva pode ser fraudado e adulterado concomitantemente. Essas ações podem ameaçar a segurança alimentar e até mesmo afetar negativamente a qualidade nutricional dos alimentos (4), podendo causar reações alérgicas pela ação da adição de outros óleos como soja e avelã, que são considerados alergênicos, tornando assim o produto prejudicial à saúde, uma vez que a população o consome devido às suas propriedades benéficas.

Aued-Pimentel et. al. (2002) analisaram amostras de azeite fraudadas entre o período de 1993 e 2000, indicando que não é uma ação recente, e observaram que a maioria das amostras que foram envasadas no Brasil estavam adulteradas com óleo de soja, óleo de girassol e gordura vegetal hidrogenada, também foi verificado a rotulagem desses produtos e os envasados no Brasil não continham as informações necessárias (5).

À medida que os métodos para detecção de fraudes evoluíram, os procedimentos para fraude estão cada vez mais sofisticados, confundindo até mesmo na diferenciação das propriedades organolépticas. Como exemplo, pode-se citar a adição de óleo de avelã que apresenta um perfil lipídico muito semelhante ao de azeite de oliva, dificultando a sua detecção (6).

Para o combate das fraudes no Brasil, foi instituído, em 2012, a Instrução Normativa nº 01/2012 do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), com o objetivo de classificar e fiscalizar os azeites de oliva importados e produzidos no Brasil. Existe também o Conselho Oleícola Internacional (COI) que é um organismo pertencente às Nações Unidas que está ligada aos produtores de azeite de oliva e aprovam em seus regulamentos oficiais os métodos analíticos e valores para determinados parâmetros físico-químicos que possibilitam a detecção da maioria das fraudes.

Este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão sobre fraude em azeite de oliva.

AZEITE

Oriundo das azeitonas, o azeite de oliva apresenta diferentes características e componentes que o torna diferente de outros óleos e gorduras comestíveis como, por exemplo, a sua alta concentração de ácidos graxos monoinsaturados e a presença de compostos fenólicos característicos. A composição química desse produto lhe confere propriedades benéficas à saúde devido à sua relação com a prevenção de doenças cardiovasculares (7).

O cultivo de oliveiras e a produção de azeite de oliva são atividades agrícolas antigas. Países europeus como Espanha, Itália e Grécia são importantes produtores de azeite de oliva. Apesar de ser uma produção antiga, essa cultura vem sendo, recentemente, difundida no Brasil e a demanda desse produto é muito grande no país, tornando-o um dos maiores importadores mundiais de azeite de oliva (8,9).

O azeite de oliva pode ser classificado de acordo com a sua produção refletindo diretamente na sua qualidade. O azeite de oliva extra-virgem é adquirido na primeira prensagem de olivas frescas e no devido estado de maturação e, assim, é classificado como o de melhor qualidade e apresenta acidez de até 0,8%. Outros azeites que apresentam um sabor e aroma de boa qualidade, além de possuir um valor de acidez maior, são classificados como azeite virgem. Os de baixa qualidade incluem o azeite refinado e o azeite de oliva que é uma mistura de azeite virgem e refinado. Existe também o lampante, que é um azeite obtido de olivas de má qualidade e por fim, o óleo de bagaço de oliva que é originado a partir da extração com solventes da torta residual de prensagem das olivas. Esses dois últimos precisam passar por um processo de refinamento para se tornarem apropriados para o consumo humano (10).

Em consequência do alto consumo do azeite de oliva e ao seu alto custo no mercado, esse produto tornou-se um dos alimentos mais fraudados. No Brasil a adulteração mais comum é a adição de outros óleos comestíveis mais baratos, isso pode ser observado, em sua maioria, em produtos importados (informação da rotulagem) e envasados no país. Por causa dessa ação fraudulenta, vem-se intensificando as pesquisas para a detecção dessas fraudes, mas ao mesmo tempo em que a pesquisa evolui, as fraudes tornam-se cada vez

mais sofisticadas, dificultando a sua identificação. Fernandes (2016) diz que as fraudes sofisticadas são mais difíceis de serem detectadas devido à adição de outros óleos como óleo de amêndoa doce, noz pecã, avelã e de abacate (7).

Como é um evento corriqueiro no Brasil, o MAPA publicou a Instrução Normativa nº 01/2012 que regulamenta os limites de tolerância para os diferentes parâmetros de qualidade e identidade de azeite de oliva e bagaço de oliva, sendo embasado nas normas do Codex Alimentarius e do COI. Esta mesma legislação define o padrão de classificação para o azeite de oliva e do óleo de bagaço de oliva. No âmbito da saúde, a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) publicou a resolução RDC nº 270/2005 que é um Regulamento Técnico específico para óleos, gorduras e cremes vegetais, consolidando as características e identidade de qualidade como, por exemplo, o índice de acidez e peróxidos desses produtos. É de competência do MAPA e do Ministério da Saúde controlar e fiscalizar os produtos oriundos de olivas e comercializados no Brasil, sustentado por suas leis nas quais se complementam (10).

Alguns estados brasileiros, recentemente, deram início à produção de oliveiras para a fabricação de azeites de oliva nacionais, de acordo com IBRAOLIVA. Como a oliveira tem seu melhor desenvolvimento em clima temperado, ou seja, em baixas temperaturas e com índices pluviométricos adequados, na temporada que precede a floração para o caso de produções satisfatórias. Algumas espécies estão sendo cultivados nos estados de Santa Catarina, São Paulo, sul de Minas Gerais e no oeste e metade sul do Rio Grande do Sul (11).

Cabe ressaltar a importância da rotulagem dos alimentos que tem o intuito de orientar os consumidores em respeito à quantidade dos constituintes nutricionais e a sua qualidade, promovendo escolhas alimentares apropriadas, devendo ser fidedigno quanto as suas informações (12). Deve-se observar no rótulo do azeite de oliva qual a sua classificação, verificar informações nutricionais e a informação nutricional complementar que ressalta características comuns desse produto como, por exemplo, “zero colesterol” sendo que todo azeite é isento de colesterol.

FRAUDE ALIMENTAR

Os alimentos contêm nutrientes essenciais para os humanos, tornando-se, assim, uma necessidade básica para eles. Com isso, é de suma importância a segurança alimentar, principalmente quando se trata de saúde e economia mundial. Como os alimentos são matrizes que apresentam uma diversidade e complexidade química, acabam apresentando diversos analitos incluindo patógenos microbianos, metais pesados, aditivos alimentares, biotoxinas, resíduos agroquímicos, migrantes das embalagens de alimentos, adulterantes ilícitos, poluentes orgânicos persistentes (POPs) e etc. (13).

A segurança alimentar é diretamente afetada pelo nível de desenvolvimento socioeconômico, sendo deteriorada consideravelmente em áreas menos desenvolvidas, e como o Brasil é um país que apresenta uma instabilidade política e social, além do crescimento populacional, faz com que essas características o tornem um país propenso a adulterar e fraudar alimentos com o objetivo de gerar lucros contínuos, sem pensar na segurança alimentar dos consumidores (4).

Breitenbach et. al. (2018) definiram fraude alimentar: “deliberação e substituição intencional, adição, adulteração ou deturpação de alimentos, ingredientes alimentícios ou embalagens de alimentos, ou declaração falsa ou enganosa sobre um produto para ganho econômico” (14).

A fraude alimentar não é uma ocorrência recente, ela vem sendo conduzida desde a antiguidade, com indícios de leis que remete ao período romano em relação à adulteração

do vinho por meio de adição edulcorante e corante e até mesmo diluição com água, mas nessa época as fraudes eram limitadas devido à região geográfica menor (15).

No Brasil as ações fraudulentas começaram em meados do século XIX, sendo que foram noticiadas nos jornais, no início da Primeira Guerra Mundial (1914-1918), as fraudes e escândalos relacionados com o comércio de alimentos. Em 1916 o jornal popular ‘O Combate’ se aliou aos advogados dos consumidores, dando início à “Campanha de Controle de Alimentos” onde os colaboradores do jornal faziam “inspeções” em fábricas de produtos alimentícios na cidade de São Paulo e estimulavam seus leitores a denunciarem produtos suspeitos para serem analisados em laboratórios privados. A normatização legal do mercado alimentar teve início, no Brasil, com a Reforma Sanitária Federal que foi realizada em 1920 por Carlos Chagas (16,17).

Segundo Van Ruth et. al. (2017), há seis grupos de produtos alimentícios que são relatados com maior frequência em três bancos de dados de fraudes internacionais, são eles: especiarias e ervas, azeite de oliva, frutos do mar, laticínios, carnes e outros óleos e gorduras (17).

As regulamentações de rotulagem e composição, que diferem de um país para o outro, apresentam um papel importante para a determinação de ensaios apropriados para cada tipo de alimento (18).

A pressão que a população vem fazendo nas indústrias de alimentos, em relação às informações contidas no rótulo, está só aumentando e, com isso, as pesquisas nessa área estão se intensificando cada vez mais, para transmitir aos consumidores as reais informações sobre o produto. No Brasil, a ANVISA, que foi criada pela Lei nº 9.782, de 26 de janeiro de 1999, é uma autarquia sob regime especial e está presente em todo o território nacional. Ligado ao Ministério da Saúde, seu papel é de promover a saúde da população por meio do controle sanitário da produção e consumo de produtos e serviços que estão submetidos à Vigilância Sanitária.

As fraudes alimentares vêm sendo cada vez mais frequentes e para que os consumidores não sejam enganados, existem pesquisas que tem como objetivo verificar a veracidade do produto por meio de rotulagem, métodos analíticos químicos, microbiológicos, microscópicos e entre outros. Como o azeite de oliva é um dos alimentos que sofre o maior índice de adulteração, devido ao seu alto valor, é também um produto que gera muitas pesquisas para a detecção de fraude. O Conselho Oleícola Internacional junto com o Codex Alimentarius tem os métodos padrões para a determinação de alguns parâmetros do azeite de oliva.

A Figura 1, mostra quais os óleos que foram utilizados para a adulteração do azeite de oliva, totalizando 15 tipos diferentes dentre os trabalhos analisados.

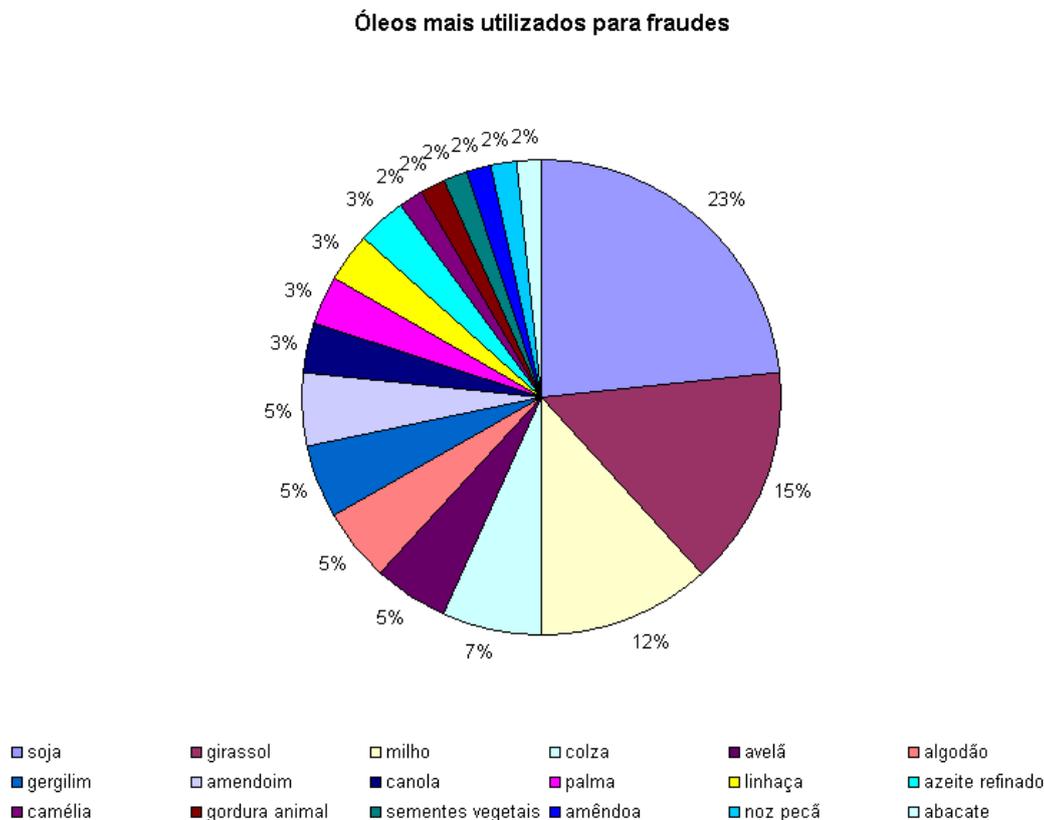


Figura 1 – Tipos de óleos mais usados nas fraudes de azeites de oliva
 Fonte: Próprias autoras.

Observando-se o gráfico, nota-se que o óleo de soja é o mais utilizado para fraude seguido do óleo de girassol. Óleos como os de avelã são utilizados nas chamadas fraudes sofisticadas, pois o mesmo possui características químicas similares ao do azeite de oliva, dificultando a sua detecção.

Para a verificação da qualidade do azeite existem métodos padrões/oficiais determinados pelo COI, Codex Alimentarius e AOCS (American Oil Chemists' Society), como a determinação da composição de ácidos graxos a partir da análise de ésteres metílicos utilizando cromatografia gasosa para auxiliar na detecção de fraudes e a verificação da composição nutricional de óleos e gorduras, assim como o uso de cromatografia líquida para a determinação de biofenóis em óleos de oliva e o uso de espectrofotometria na região do UV-vis (Ultravioleta-visível) para a determinação de extinção com a finalidade de verificar a qualidade do azeite e entre outros.

CONCLUSÕES

A fraude e/ou adulteração em azeite de oliva é uma prática muito verificada no Brasil, trazendo prejuízos para a população, uma vez que esta irá consumir um produto diferente do esperado e com isso não trará os benefícios esperados. A maioria das fraudes observadas foi pela adição de óleo de soja. O azeite de oliva por ser um produto com alto índice de adulteração e dever ser constantemente monitorado.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 01/2012. Brasília, 2012.
2. Ibraoliva – Instituto Brasileiro de Olivicultura . Disponível em : <https://www.ibraoliva.com.br/sobre>. Acessado em 12 JUN 2021.
3. Aurélio. O mini dicionário da língua portuguesa. 4ª ed. revista e ampliada do mini dicionário Aurélio. 7ª impressão – Rio de Janeiro, 2002.
4. Tibola CS, da Silva SA, Dossa AA, Patrício DI. Economically Motivated Food Fraud and Adulteration in Brazil: Incidents and Alternatives to Minimize Occurrence. *J Food Sci.* 2018; 83(8): 2028-2038.
5. Aued-Pimentel S, Takemoto E, Rodrigues RSM, Badolato ESG. Azeite de oliva: incidência de adulterações entre os anos de 1993 a 2000. *Rev. Inst. Adolfo Lutz.* 2002; 61(2): 69-75.
6. Benitez-Sánchez, PL.; LEÓN-CAMACHO, M.; APARICIO, R. *Eur Food Technol* (2003) 218:13-19.
7. Fernandes GD. Detection of sophisticated fraud in olive oil using official methodologies and DNA molecular markers [tese]. Campinas: Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP; 2016.
8. Filoda PF, Chaves FC, Hoffmann JF, Rombaldi CV. Olive oil: a review on the identity and quality of olive oils produced in Brazil. *Rev. Bras. Frutic.* 2021; 43 (3): 1
9. Aued-Pimentel S. Olive Oil in Brazil: Economic and Regulatory Control Aspects. In: *Products from Olive Tree.* 1 ed. InTech; 2016.
10. Aued-Pimentel S, Separovic L, Silvestre LGGR, Kus-Yamashita MMM, Takemoto E. Fraude em azeites de oliva do comércio brasileiro: avaliação pelo perfil de ácidos graxos, diferença do ECN 42 e parâmetros de qualidade. *Vigil. Sanit. Debate.* 2017; 5(3): 84-91.
11. Mello LD, Pinheiro MF. Aspectos Físico-Químicos de Azeites de Oliva e de Folhas de Oliveira Proveniente de Cultivares do RS, Brasil. *Alim Nut.* 2012; 23(4): 537-548.
12. Câmara MCC, Marinho CLC, Guilam MC, Braga AMC. B. A produção acadêmica sobre a rotulagem de alimentos no Brasil. *Rev Panam Salud Publica.* 2008; 23(1):52–58.
13. Lu H, Zhang H, Chinglin K, Xiong J, Fang X, Chen H. Ambient mass spectrometry for food science and industry. *Trends Anal. Chem.* 2018; 107: 99-115.

14. Breitenbach R, Rodrigues H, Brandão JB Whose fault is it? Fraud scandal in the milk industry and its impact on product image and consumption–The case of Brazil. *Int. Food Res.* 2018; 108: 475-481.
15. Handford CE, Campbell K, Elliott CT. Impacts of milk fraud on food safety and nutrition with special emphasis on developing countries. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2016; 15(1): 130-142.
16. Brinkmann S. “Guerra aos envenenadores do povo!” Os inícios da regulação de alimentos em São Paulo e no Rio de Janeiro, 1889-1930. *Hist Cienc Saude Manguinhos.* 2017, 24(2): 313-331.
17. Ruth SMV, Granato D. Food Identity, Authenticity and Fraud: The Full Spectrum. *Foods.* 2017; 6(7):49.
18. Esteki M, Simal-Gandara J, Shahsavari A, Zandbaaf S, Dashtaki E, Heyden YV. "A review on the application of chromatographic methods, coupled to chemometrics, for food authentication" *Food control.* 2018; (93): 165-182.

doi <https://doi.org/10.53934/9786599539633-111>

Capítulo 111

IMPORTÂNCIA ECONÔMICA RELACIONADA A PRODUÇÃO DE MARACUJÁ AMARELO (*PASSIFLORA EDULIS F. FLAVICARPA*) NO NORDESTE

Wellyson Journey dos Santos Silva¹; Enrile de Matos Azevedo²; Cícera Gomes Cavalcante de Lisboa³

¹Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos – FATEC Cariri; E-mail: wellney1046@gmail.com, ²Estudante do Curso de Tecnologia em Alimentos – FATEC Cariri; E-mail: enrilematos@gmail.com

³Docente da Faculdade de Tecnologia do Cariri – FATEC Cariri. E-mail: cicera.lisboa@centec.org.br_

RESUMO: A fruticultura é um dos principais subsetores da agricultura, tendo em vista que essa atividade consiste em uma ferramenta de captação e distribuição de renda. Objetivou-se com essa pesquisa, apresentar a produção do fruto do maracujá no Nordeste brasileiro, destacando a sua importância para a economia. O trabalho ocorreu através de levantamentos sobre a produção e comercialização do fruto nos estados da região nordeste, por meio de materiais anteriormente publicados. Independentemente de ser um país que se mais produz e consome o maracujá, o Brasil depende de algumas limitações que prejudica uma grande produção. Do fruto in natura, almejam-se encontrar frutos que tenham uma aparência vistosa, de calibres maiores e com baixo índice de acidez e já na indústria a busca se dá por encontrar frutos que possuam alto rendimento de polpa e um alto teor de sólidos solúveis. Os subprodutos (cascas e sementes) produzidos no processamento do suco do maracujá correspondem a cerca de 70% do peso do fruto, representando um problema de resíduo agroindustrial. Conclui-se que o fruto é altamente rico em nutrientes e que pode ser utilizado desde a polpa até a casca e que seus subprodutos fornecem geração de renda, movimentando e enriquecendo o mercado nordestino no setor da fruticultura.

Palavras-chave: economia; maracujá; resíduo agroindustrial

INTRODUÇÃO

O maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) é um fruto climatérico, com bagas de forma subglobosa ou ovóide, que vem ganhando destaque no cenário nacional, sendo o Brasil o maior produtor, com cerca de 920 mil toneladas colhidas.¹ Possui em sua composição física, casca, albedo e sementes, sendo que o albedo juntamente com a casca representa o maior peso da fruta (40 a 50%). Já das sementes, pode-se extrair o óleo que alcança cerca de 25,7% do 15 peso do farelo seco obtido e possui alto teor de ácidos graxos insaturados.²

A cultura do maracujá possui grande relevância dentro da fruticultura mundial, possuindo cerca de 150 espécies, entretanto, a espécie mais cultivada é o maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*).³ No ano de 2018, o maracujá amarelo

(*Passiflora edulis*), produziu cerca de 602.651 toneladas, sendo que 375.541 toneladas vieram da região Nordeste, especialmente dos estados da Bahia e Ceará, líderes do ranking nacional.⁴

Segundo Sousa et al.,⁵ a fruticultura é um dos principais subsetores da agricultura, tendo em vista que essa atividade consiste em uma ferramenta de captação e distribuição de renda, principalmente, no que diz respeito aos pequenos e médios produtores. Na região do Nordeste brasileiro, apresenta como papel de destaque a agricultura na economia regional, sendo aproximadamente 82% da mão de obra do campo localizada nessa região é advinda da agricultura familiar, além disso, o Nordeste é responsável por cerca de um terço da produção frutícola total do país.⁶

Diante desta temática, o trabalho teve como objetivo apresentar dados sobre a produção do fruto do maracujá no Nordeste brasileiro, destacando sua importância para a economia.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de revisão bibliográfica se deu através do levantamento de dados sobre a temática da produção e comercialização do fruto do maracujá nos estados da região nordeste, desenvolvido por meio de materiais anteriormente publicados, procurando através das contribuições teóricas produzir um trabalho com utilidade econômica, sendo esta busca realizada em meios de divulgação científica, como o google acadêmico.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Maracujá amarelo (*Passiflora edulis Sims.*)

O maracujá (*Passiflora edulis Sims.*) é uma planta originária da América tropical sendo no Brasil, a maior parte da produção é destinada para consumo humano in natura. A variedade mais cultivada é o amarelo ou azedo, que apresenta maior destinação industrial em relação às demais como as variedades roxo e doce que também são comercializadas para o consumo in natura na sua maioria.⁷

De acordo com Camargo et al.,⁸ na casca do maracujá encontra-se o flavedo, que é a parte com coloração e albedo, que é a parte branca, rico em pectina que pode ser utilizado na alimentação para redução das taxas de glicose (figura 1).



Figura 15 – Estrutura do maracujá

Fonte: LUTCKMEIER, 2015⁹

O flavedo contém substâncias químicas como os carotenoides, vitaminas e óleo essencial.¹⁰ O albedo é a parte rica em pectina, vitamina B3, ferro, fósforo, cálcio e diversas fibras. Há uma grande necessidade de reaproveitamento dessa parte, uma vez que a mesma

origina uma vasta gama de subprodutos, principalmente fontes de fibras, tornando a casca juntamente com o albedo matérias-primas para a produção de farinhas e geleias.¹¹

Chagas e Maradini Filho¹² cita que em relação aos seus atributos nutricionais têm-se a presença de uma polpa de cor amarela intensa, devido a pigmentos carotenoides, que são precursores de vitamina A, sendo rica em vitaminas do complexo B, vitamina C e minerais.

Produção do maracujá no Ceará

Possui em torno de 40 anos o cultivo do maracujazeiro no Brasil. Independentemente de ser um país que se mais produz e consome o maracujá, o Brasil depende de algumas limitações que prejudica uma grande produção, tais como a mão de obra que se apresenta cada vez mais cara; o aparecimento de pragas cada vez mais resistentes a fertilizantes; gastos elevados com fertilizantes e dificuldades de processamento derivados dos preços em constante mudanças.¹³

O plantio do maracujazeiro requer áreas que apresentem baixa umidade relativa, sem geadas, sem ventos fortes e com incidência solar superior a 11 horas por dia. Por ser trepadeira exige estruturas de sustentação para sua produção.¹⁴

Segundo dados do IBGE¹⁵ em 2018 os estados da Bahia e do Ceará foram os dois principais produtores do país, juntos corresponderam a cerca de 51,1% da produção nacional, onde a produção foi de 160.902 e 147.458 toneladas, respectivamente e apesar da produção ser superior em relação a outras regiões do país, o estado do Ceará alcançou a 2º maior colocação de produtor nacional, possuindo também uma produtividade muito acima da média brasileira são cerca de 21,5 toneladas por hectare, tornando muito atrativo o cultivo do maracujá aos produtores da região.

Importância econômica do cultivo de maracujá

Os frutos do maracujá são divididos em dois blocos de comercialização. O primeiro é o fruto in natura, destinado às feiras livres, pequenos estabelecimentos como hotéis e lanchonetes, e conseqüentemente às residências. No segundo bloco é bem mais relevante para economia brasileira, visto que, os frutos são encaminhados para indústrias, sendo processados para obtenção de suco concentrado, polpa, néctar ou geleia.¹⁶

Freitas¹⁷ afirma que a procura pelo fruto nas indústrias processadoras se dá pela aceitação de consumidores, que para o fruto in natura, almejam encontrar frutos que tenham uma aparência vistosa, de calibres maiores e com baixo índice de acidez e já na indústria a busca se dá por encontrar frutos que possuam alto rendimento de polpa e um alto teor de sólidos solúveis, onde esse parâmetro irá contribuir para que sejam utilizadas quantidades menores de polpa na industrialização de sucos concentrados, gerando assim um melhor custo benefício e conseqüentemente, ajudando a aumentar produção deste fruto.

Sub produtos de maracujá

Segundo Spoladore¹⁸ os subprodutos (cascas e sementes) produzidos no processamento do suco do maracujá correspondem a cerca de 70% do peso do fruto, representando um problema de resíduo agroindustrial. A utilização destes subprodutos na alimentação humana ou animal como fonte alimentar de bom valor nutricional mostra-se viável, reduzindo custos e, ao mesmo tempo, diminuindo os problemas de eliminação dos subprodutos do processamento.

A farinha produzida a partir do albedo e da casca de maracujá é rica em fibras alimentares, sendo uma alternativa para dietas que precisam desse complemento. Também é rica em pectina, uma fração de fibra solúvel que é capaz de realizar a retenção de água com a formação de géis que retardam o esvaziamento gástrico e o trânsito intestinal.¹⁹ A farinha do albedo de maracujá pode ser utilizada como fonte de fibras quando adicionada

em alguma formulação alimentícia, ressaltando a permanência das características físicas, químicas e sensoriais para que o aproveitamento e a aceitação sejam favoráveis.²⁰

Branco²¹ em seu trabalho desenvolveu e avaliou a composição centesimal, as características sensoriais e a cor de bolos elaborados com 10% (bolo 10%) e 15% (bolo 15%) de farinha obtida a partir de subproduto de maracujá em substituição à farinha de trigo, e uma amostra de bolo apenas com farinha de trigo (bolo P). Foi obtido através de uma análise sensorial que os bolos não apresentaram diferença significativa entre si sendo eles igualmente aceitos, com exceção do atributo textura. O bolo P e o bolo 10% apresentaram aceitação superior a 93% para todos os atributos, e o bolo 15% apresentou aceitação superior a 87%. Com esses dados, o estudo mostrou que o uso do subproduto de maracujá para produção de bolos é viável, além de representar uma alternativa para enriquecimento das preparações.

No seu trabalho, Silva²² elaborou formulações de geleias de acerola e maracujá, onde as de maracujá foi utilizado o albedo do maracujá já que é rico em pectina. As formulações passaram por análise sensorial para avaliação dos atributos aparência, aroma, textura e sabor e resultou que as três formulações com 10, 20 e 30% apresentaram aceitabilidade acima de 70%, firmando que a adição do albedo e da polpa do maracujá foram bem aceitos pelos provadores.

Sabino et al.²³ utilizou a casca do maracujá como fonte de pectina na produção de geleia de maracujá com pimenta biquinho. Produziram geleias de maracujá com pectina comercial de alta metoxilação e geleia de maracujá com pectina extraída da casca do maracujá, sendo concentrados até 70° Brix. Realizaram análises de pH; sólidos solúveis (°Brix); açúcares totais (%m/m); ácido ascórbico (mg/100ml) e carotenoides (µg/g). Resultou que todas as geleias apresentaram características semelhantes quanto ao pH, sólidos solúveis, açúcares totais, ácido ascórbico e puderam concluir que a pectina extraída do maracujá não afetou a maioria das análises realizadas, mostrando ser viável para substituir a pectina comercial, proporcionando a utilização do resíduo industrial.

CONCLUSÕES

Os dados expostos no trabalho puderam expandir a dimensão do conhecimento em relação a produção e comercialização do maracujá na região nordeste, apresentando a região como uma grande produtora do fruto e que movimenta positivamente a economia, além disso, trata o fruto como altamente rico em nutrientes e que pode ser utilizado integralmente desde a polpa até a casca na elaboração de diversos sub produtos, tais como produtos de panificação e geleias fornecendo geração de renda.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a FUNCAP pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- 1 Favorito PA, Villa F, Taffarel LE, Rotili MCC. Qualidade e conservação pós-colheita de frutos de maracujá-amarelo sob armazenamento. *Scientia Agraria Paranaensis*. 2017; 16(4), 449-453.
- 2 SEBRAE, Agência de Apoio ao Empreendedor e Pequeno Empresário, 2015.

- 3 Martins HF, Carvalho SSRA, Bispo JAC, Souza SM, Martinez EA. Maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*): cinética da secagem artificial e natural da casca. *Brazilian Journal of Development*. 2019; 5(11), 23234-23245.
- 4 IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Produção Agrícola Municipal*. 2018.
- 5 Souza HGD, Tabosa FJS, Campos KC, Vieira Filho JER, Neder HD. Análise da projeção espacial da fruticultura no Nordeste brasileiro. *Revista Econômica do Nordeste*. 2018; 49(4), 121-141
- 6 Castro CN. *A agricultura no Nordeste brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento*. Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, 2012. Textos para discussão.
- 7 Landau EC, Silva GA. Evolução da produção de maracujá (*Passiflora edulis*, *Passifloraceae*). In: Landau EC, Silva GA. *Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas: produtos de origem vegetal*. Brasília Embrapa Milho e Sorgo-**Capítulo** em livro científico;2020. P. 1039-1063.
- 8 Camargo P, Moraes C, Schemberger A, Santos CP, Schemin, MHC. Rendimento da pectina da casca do maracujá em seus estádios diferentes de maturação: verde, maduro e senescência. In: *Anais da V Semana de Tecnologia em alimentos*, 2007; Paraná: Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2007. P. 1- 8.
- 9 Lutckmeier R. *Extração de pectina da casca do maracujá assistida por ultrassom*. [trabalho de conclusão de curso]. Porto Alegre -Universidade Federal do Rio Grande Do Sul; 2015.
- 10 Mendonça LMVL, Conceição A, Piedade J, Carvalho VD, Theodoro VCA. Caracterização da composição química e do rendimento dos resíduos industriais do limão Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka). *Food Science and Technology*.2006; 26(4), 870-874.
- 11 EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Mandioca e Fruticultura. 2016.
- 12 Chagas IMB, Maradini Filho AM. Análises físico-químicas e sensoriais de geleia elaborada com polpa e casca de maracujá. In: Cordeiro CAM. *Tecnologia De Alimentos: Tópicos Físicos, Químicos E Biológicos*. Guarujá: Editora Científica Digital; 2020. P 22-37.
- 13 Coelho EM, Azevêdo LC, Umza-Guez, MA. Fruto do maracujá: Importância econômica e industrial, produção, subprodutos e prospecção tecnológica. *Cadernos de Prospecção*.2016; 9(3): 347
- 14 SEBRAE. *O cultivo e o mercado do maracujá*. 2016.
- 15 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. *Produção agrícola municipal*, 2018.

- 16 Pires, M. M.; Gomes, A.D.A.S.; Midlej, M.M.B.C.; São José, A.R.; Rosado, P.L.; Passos, H.D.B et al. Caracterização do mercado de maracujá. In: Pires MM, São José AR, Conceição AO. Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade. Ilhéus. 2011. P. 21– 67.
- 17 Freitas GF. Análise de viabilidade econômica da produção de maracujá-azedo. [trabalho de conclusão de curso]. Brasília - Universidade de Brasília; 2018.
- 18 Spoladore SF. Modelagem matemática da secagem de casca de maracujá e influência da temperatura na cor, compostos fenólicos e atividade antioxidante. [trabalho de conclusão de curso]. Paraná - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.
- 19 Zeraik ML, Pereira CAM, Zuin VG, Yariwake JH. Maracujá: um Alimento Funcional? Revista Brasileira de Farmacognosia.2010; 20(3):459-471.
- 20 Rossi NA. Elaboração de biscoito sem glúten com farinha do albedo e casca de maracujá. [trabalho de conclusão de curso]. Medianeira - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.
- 21 Branco FRW. Desenvolvimento de bolo com substituição parcial da farinha de trigo por farinha obtida a partir do subproduto de maracujá. [trabalho de conclusão de curso]. Cuiabá - Universidade Federal de Mato Grosso, 2017.
- 22 Silva ACR., Silvina, MB. Desenvolvimento e caracterização de geleia de acerola com maracujá. [trabalho de conclusão de curso]. Medianeira - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.
- 23 Sabino LH., Miranda ADS., Araújo ADA.,Oliveira IRN. Desenvolvimento e caracterização de geleia de maracujá (*Passiflora edulis*) com pimenta biquinho (*Capsicum chinense*) utilizando pectina da casca do maracujá. Anais do 6º Simpósio de Segurança Alimentar; 15 a 18 de maio 2018; Gramado (RS), Brasil. Gramado (RS), 6º Simpósio de Segurança Alimentar.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-112>

Capítulo 112

INFLUÊNCIA DO PRÉ-TRATAMENTO DA MATÉRIA-PRIMA E TIPO DE ADOÇANTE SOBRE AS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LICORES DE MANGA (*Mangifera indica* L.)

Luiz Eduardo Pereira¹, Emanuel Neto Alves de Oliveira², Pedro Victor Crescêncio de Freitas³, Bruno Fonsêca Feitosa⁴, Elisabete Piancó de Sousa²

¹Técnico em Alimentos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande de Norte (IFRN) – *campus* Pau dos Ferros-RN; E-mail: edubaeto@gmail.com

²Docente/pesquisador do Curso Técnico em Alimentos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande de Norte (IFRN) – *campus* Pau dos Ferros-RN; E-mail: emanuel.oliveira@ifrn.edu.br; elisabete.pianco@ifrn.edu.br

³Engenheiro de Alimentos. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) – *campus* Pombal-PB; E-mail: pedro.crescencio@hotmail.com

⁴Graduando em Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) – *campus* Pombal-PB; E-mail: brunofonsecafeitosa@live.com

RESUMO: A produção de licores de manga visa a exploração de uma fruta já aceita na alimentação da população brasileira, oferta de novos produtos e aproveitamento de excedentes em picos de safra. Objetivou-se com a presente pesquisa avaliar a influência do pré-tratamento da matéria-prima e tipo de adoçante sobre as características físico-químicas de licores de manga. Para isso, foram desenvolvidas quatro formulações de licores (L₁, L₂, L₃ e L₄), com variação do pré-tratamento da matéria-prima (cubos de 2 cm, cubos de 5 cm e polpa) e tipo de adoçante (xarope de sacarose e leite condensado). Os parâmetros físico-químicos avaliados foram teor alcoólico, extrato seco total, extrato seco reduzido, açúcares totais, cinzas, pH e acidez total. Os resultados foram analisados em Delineamento Inteiramente Casualizado, através da Análise de Variância, comparando-se as médias pelo teste de Tukey, a nível de 5% de significância. Os licores L₃ e L₄ obtiveram os maiores valores pela ausência da operação de filtração após a maceração alcoólica. A composição dos demais licores foi desenvolvida essencialmente pelo destilado alcoólico, conseqüentemente, menor foi a incorporação de ácidos orgânicos, o que interferiu significativamente nos valores de acidez total e pH. Os licores de manga foram classificados como: secos (L₁ e L₂) e finos (L₃ e L₄). Infere-se que o pré-tratamento da matéria-prima e tipo de adoçante empregado na elaboração dos licores de manga influenciaram diretamente nas características físico-químicas.

Palavras-chave: controle de qualidade; maceração alcoólica; produção de bebidas

INTRODUÇÃO

Estudos sobre o setor da fruticultura no Brasil, promovidos pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), apontam que o país se destaca mundialmente na produção de frutas, uma vez que a sua extensa configuração territorial

permite a variação de climas e, assim, uma diversificação em espécies. Entre as frutas produzidas no território nacional, a manga apresenta uma participação no mercado exterior crescente, chegando a ser a segunda fruta mais exportada no país, quando se trata de volume, e a primeira em termos de receita (1).

A manga (*mangifera indica* L.) é uma fruta pertencente à família *Anacardiaceae*, que tem sua origem remetida ao sul da Ásia, mais precisamente na Índia. Inicialmente, disseminada pelas relações comerciais entre o continente asiático e o europeu. Posteriormente, propagada pelos portugueses por algumas regiões africanas e brasileiras, sendo introduzida no Brasil no estado da Bahia por volta de 1700 (2).

Para o seu cultivo, a mangueira se adapta em regiões de estações de seca e chuva. Entretanto, a falta de chuva, como acontece na região do Semiárida brasileiro, pode ser solucionada com práticas de irrigação, que fornecem condições favoráveis para a prosperidade da cultura, assegurando a produtividade e qualidade dos frutos (3). Apesar das alternativas, o consumo da manga pode ser feito *in natura* ou pela transformação da fruta em diversos produtos, como geleias, sucos e licores.

O setor de produção de bebidas no Brasil pode ser considerado um mercado promissor, visto que o país apresenta uma extensa área, que viabiliza o surgimento de notáveis divergências de costumes entre as suas regiões, provocando, assim, um mercado de muita versatilidade. Os dados da Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (ABIA) revelam um faturamento de R\$ 90,10 bilhões no setor de bebidas, após um aumento de 19% sobre o ano anterior (4).

O licor pode ser definido, de acordo com a legislação brasileira, como uma bebida de graduação alcoólica que varia de 15 a 54%, e mais de 30 g.L⁻¹ de açúcar em sua composição, podendo ser acrescentado de álcool etílico potável, destilado alcoólico simples ou bebida alcoólica, bem como extratos ou substâncias de origem vegetais ou animais, aromatizantes, saborizantes ou corantes, entre outros. Essa bebida pode ser classificada em quatro tipos: seco, com mais de 30 g.L⁻¹ e menos de 100 g.L⁻¹ de açúcar; fino, entre 100 g.L⁻¹ e 350 g.L⁻¹; creme, acima de 350 g.L⁻¹, e encharcado, quando a bebida já apresenta açúcares cristalizados (5).

O controle de qualidade, por sua vez, é uma parte essencial para a produção de qualquer produto, assegurando sua qualidade, padronização e segurança no processo de fabricação (6). Consequentemente, torna-se possível elevar a excelência de um determinado produto, estabelecendo uma relação satisfatória entre consumidor e fabricante, sendo ideal para a aceitação da mercadoria.

Nesse sentido, a produção de licores de manga visa a exploração de uma fruta já aceita na alimentação da população brasileira; disponibilização e variabilidade de novos produtos; e aproveitamento de excedentes em picos de safra. Objetivou-se com a presente pesquisa avaliar a influência do pré-tratamento da matéria-prima e tipo de adoçante sobre as características físico-químicas de licores de manga.

MATERIAL E MÉTODOS

Os licores foram elaborados na Unidade Industrial Escola do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, *campus* Pau dos Ferros-RN. As mangas foram selecionadas e coletadas no município de Pau dos Ferros-RN, em seu estádio de maturação maduro.

Elaboração dos licores

Inicialmente, as mangas lavadas e sanitizadas em água clorada (100 ppm/ 15 min.). O cloro residual foi removido através do enxágue em água corrente. Então, foram descascadas, retirados os caroços e processadas, conforme os pré-tratamentos: L₁ – corte em cubos de 2 cm; L₂ – corte em cubos de 5 cm; L₃ e L₄ – trituração em liquidificador industrial para obtenção da polpa (Tabela 1).

Tabela 1 – Formulações dos licores de manga, com variação dos fatores pré-tratamento da matéria-prima e tipo de adoçante.

Formulações	Pré-tratamento da matéria-prima	Tipo de adoçante
L ₁	Cubos de 2 cm	Xarope de sacarose 61 °Brix
L ₂	Cubos de 5 cm	Xarope de sacarose 61 °Brix
L ₃	Polpa	Xarope de sacarose 61 °Brix
L ₄	Polpa	Leite condensado 70 °Brix

L₁, L₂... e L₄ – licores.

Para cada formulação, a matéria-prima pré-tratada foi pesada na proporção de 40% e misturada a destilado alcoólico vodka tridestilada na proporção de 60%, em recipientes de vidro esterilizados, vedados com tampas plásticas de rosca e recobertos com papel filme. A operação de maceração alcoólica ocorreu em temperatura ambiente da cidade de Pau dos Ferros-RN, por 21 dias de repouso, com agitação manual a cada 24 h, através de movimentos circulares por 1 min.

Em seguida, foi promovida a filtração somente das formulações L₁ e L₂. Nas formulações L₃ e L₄ foi promovida a homogeneização manualmente. Para a etapa de adição dos adoçantes, foi preparado xarope de sacarose, através da mistura de 4 L de água potável e 2 Kg de sacarose em panela de aço inoxidável e cocção em fogão industrial até a obtenção do teor de Sólidos Solúveis Totais de 61 °Brix, determinado através de leitura direta em Refratômetro Digital (7). Logo após, o xarope de sacarose foi resfriado em banho de gelo até atingir temperaturas inferiores a 40 °C.

A adição do adoçante xarope de sacarose nas formulações L₁ e L₂ foi realizada na proporção de 50% em relação ao volume de filtrado obtido após a maceração alcoólica. Nas formulações L₃ e L₄ foram adicionados xarope de sacarose e leite condensado (70 °Brix), respectivamente, nas proporções de 50% em relação ao total da mistura obtida na homogeneização após a maceração alcoólica. Somente então, os licores foram envasados em garrafas de vidro com tampa metálica, submetidos ao tratamento térmico em banho-maria (60 °C/ 2 h) e resfriados naturalmente para a execução das análises físico-químicas.

Análises físico-químicas

Os métodos analíticos seguiram as normas e recomendações do Instituto Adolfo Lutz (7). Em triplicata, foram determinados os parâmetros físico-químicos: teor alcoólico, calculado a partir da medição de densidade relativa a 20 °C/20 °C do licor destilado; extrato seco total pelo método direto de secagem em estufa (105 °C/ 4 h); extrato seco reduzido (diferença do teor de extrato seco total e açúcares totais); açúcares totais pelo método de Lane-Eynon, com soluções *Fehling A*, *Fehling B* e indicador de azul de metileno; cinzas pelo método direto de incineração total da matéria orgânica em forno mufla (550 °C/ 6 h); pH em pHmetro digital, calibrado com as soluções tampão de pH 4 e 7 (Tecnal®, modelo

TEC-2); e acidez total, através de titulometria utilizando as soluções de NaOH a 0,1 N padronizada e indicador a fenolftaleína.

Análise estatística

Os resultados foram analisados através de Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com 4 formulações e 3 repetições. Os dados foram tratados com o auxílio do software *Assistat* versão 7.7 beta (8), através da Análise de Variância (ANOVA), comparando-se as médias pelo teste de *Tukey*, a nível de 5% de significância ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontram-se os resultados obtidos nas análises físico-químicas dos licores de manga.

Tabela 2 – Resultados dos parâmetros físico-químicos dos licores de manga.

Parâmetros	Formulações			
	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄
Teor alcoólico (% v/v)	16,00 ^d	17,00 ^c	26,00 ^a	25,00 ^b
Extrato seco total (g.L ⁻¹)	37,50 ^d	38,82 ^c	122,45 ^b	150,63 ^a
Extrato seco reduzido (g.L ⁻¹)	3,27 ^c	2,58 ^d	11,95 ^b	20,20 ^a
Açúcares totais (g.L ⁻¹)	34,23 ^d	36,24 ^c	110,50 ^b	130,43 ^a
Cinzas (g.L ⁻¹)	5,50 ^c	4,63 ^d	6,35 ^b	8,43 ^a
pH	3,74 ^b	3,82 ^a	3,60 ^c	3,65 ^c
Acidez total (g.L ⁻¹)	7,46 ^c	7,28 ^d	8,05 ^a	7,82 ^b

L₁, L₂... e L₄ – licores; XS – xarope de sacarose; L₁ – cubos de 2 cm e XS; L₂ – cubos de 5 cm e XS; L₃ – polpa e XS; L₄ – polpa e leite condensado. Médias seguidas na linha pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de *Tukey* a 5% de significância.

Apenas no parâmetro acidez total não houve diferença estatística significativa entre todas as formulações de licores ($p < 0,05$). Os licores elaborados a partir da polpa (L₃ e L₄) como pré-tratamento obtiveram os maiores teores alcoólicos, teores de extrato seco, extrato seco reduzido, açúcares totais e cinzas. Justifica-se pelo fato de que estas formulações não sofreram filtração após a maceração alcoólica, desenvolvendo uma composição com nutrientes obtidos da polpa de manga.

Provavelmente, a adição de leite condensado (70 °Brix) na preparação do L₄ contribuiu para a agregação de sólidos na composição desta bebida. Os processos comumente aplicados nos licores L₃ e L₄ induziram a um aumento na acidez total e redução do pH ($p < 0,05$), estando ainda associado a composição da polpa de manga, que naturalmente possui ácidos orgânicos.

Enquanto isso, os demais licores (L₁ e L₂) podem ter sofrido uma redução dos teores alcoólicos, teores de extrato seco, extrato seco reduzido, açúcares totais e cinzas pela retenção do álcool nos cubos durante a maceração. Ao mesmo tempo, a composição dos licores elaborados a partir de cubos e xarope de sacarose foi desenvolvida essencialmente pelo destilado alcoólico. Como houve um processo de filtração após a maceração alcoólica, estes licores incorporaram menos sólidos, incluindo açúcares e minerais.

Consequentemente, menor foi a incorporação de ácidos orgânicos, o que interferiu significativamente nos valores de acidez total e pH ($p < 0,05$).

Todos os produtos apresentaram-se de acordo com a legislação vigente para o parâmetro teor alcoólico, com variação entre 15 e 54% v/v (5). Ainda conforme a legislação vigente (5), L₁ e L₂ foram classificados como licores secos, pois apresentaram entre 30 e 100 g.L⁻¹ de açúcares totais; assim como L₃ e L₄ foram classificados como licores finos, pois apresentam mais entre 100 e 300 g.L⁻¹ de açúcares totais.

Santos et al. (9) obtiveram resultados de teor alcoólico semelhantes ao licor L₄ na presente pesquisa, ao elaborarem licor de manga (24,9%). Como recomendação de trabalhos futuros, sugere-se o desenvolvimento de licores de manga a partir do aproveitamento dos resíduos agroindustriais, de modo semelhante ao estudo desenvolvido por Feitosa et al. (10).

CONCLUSÕES

Os resultados preliminares revelaram que os licores de manga do presente estudo atenderam as exigências da legislação brasileira vigente, classificando-se como: secos, aqueles elaborados a partir de cubos de 2 e 5 cm, com xarope de sacarose; e finos, aqueles elaborados com polpa, adoçados com xarope de sacarose e leite condensado, respectivamente.

O pré-tratamento da matéria-prima e tipo de adoçante empregado na elaboração dos licores de manga influenciaram diretamente nas características físico-químicas. Nesse sentido, o desenvolvimento de licores de manga pode ser viável, requerendo-se análises complementares em relação a aceitabilidade sensorial e estabilidade durante o armazenamento, principalmente.

REFERÊNCIAS

1. SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Cenários e projeções estratégicas: Fruticultura. SEBRAE Inteligência de Mercados. 2016 [acesso em 11 Ago 2021]. Disponível em: [https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/e93e6e44c0b1ec9bed5f9ed186ab6b7e/\\$File/6083.pdf](https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/e93e6e44c0b1ec9bed5f9ed186ab6b7e/$File/6083.pdf)
2. Yadav D, Singh SP. Mango: History origin and distribution. *J Pharmacogn Phytochem*. 2017;7:1257-1262.
3. Alves LHBM. Análise de viabilidade econômico-financeira e de risco da produção de culturas frutíferas no município de Macaíba/RN [Trabalho de Conclusão de Curso]. Rio Grande do Norte: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2019.
4. Reis JT. Setor de Bebidas no Brasil: Abrangência e configuração preliminar. *Rosa Ventos*. 2015;7:205-222.
5. Brasil. Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. *Diário Oficial da União; Poder Executivo*, Jun. 2009.

6. Paula LN, Alves AR, Nantes EA. A importância do controle de qualidade em indústria do segmento alimentício. *Conhec. Online.* 2017;2:78:91.
7. Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 4. ed. São Paulo; 2008.
8. Silva FAZ, Azevedo CAV. The assistant software version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *Afr J Agric Res.* 2016;11:3733-3740.
9. Santos KM, Machado MA, Gomes POM. Caracterização físico-química, determinação de minerais e avaliação do potencial antioxidante de licores produzidos artesanalmente. *Multi-Science J.* 2018;1:54:61.
10. Feitosa BF, Oliveira ENA, Oliveira Neto JO, Farias AMT, Feitosa RM. Processamento de licores tipo creme como alternativa para o aproveitamento de resíduos agroindustriais. *Rev Bras Gest Ambient Sustentabilidade.* 2020;7:995-1010.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-113>

Capítulo 113

O PODER ANTIOXIDANTE DE COMPOSTOS FENOLICOS PRESENTE EM ESPÉCIES VEGETAIS E SUA AÇÃO SOBRE A PRESSÃO ARTERIAL

**Thais Borges Carmona¹; Istefany Florido Mendes Lopes²; Daniela Barros de
Oliveira³; Fernanda Antunes⁴**

¹ Estudante do Curso de Medicina Veterinária.- CCTA – UENF. E-mail:
thaispacarmona@gmail.com

² Estudante do Curso de Zootecnia.- CCTA – UENF. E-mail: istefanyflorid2@gmail.com

³ Docente/pesquisador do Laboratório de Tecnologia de Alimentos. – CCTA – UENF. E-
mail: dbarrosoliveira@uenf.br

⁴ Docente/pesquisador do Laboratório de Clínica e Cirurgia Animal. – CCTA – UENF. E-
mail: fernandaanest@uenf.br

RESUMO: A disfunção endotelial leva a hipertensão arterial, doença que enfrenta complicações em seu tratamento tradicional. O presente estudo busca exibir o efeito positivo que moléculas antioxidantes fenólicas contidas em extratos vegetais exercem sobre a vaso regulação, contribuindo assim para que sejam desvendados novos alimentos funcionais e possíveis fitofármacos. Para tanto foi necessário um estudo sobre o mecanismo de controle do tônus vascular, de como as ROS (espécies reativas ao oxigênio) o desequilibram e como através de antioxidantes fenólicos presentes vegetais é possível se obter a profilaxia e tratamento à essa disfunção. As pesquisas bibliográficas realizadas indicaram uma vaso proteção, algo fundamental para a circulação, utilizando antioxidantes fenólicos vegetais que atuam como agentes vaso regulatórios, o que incentiva a alimentação saudável e desenvolvimento de possíveis fitofármacos.

Palavras-chave: extrato vegetal; antioxidantes; vaso regulação.

INTRODUÇÃO

Plantas medicinais vem sendo usadas a anos pela população, sendo inclusive em comunidades rurais usadas em seus animais domésticos, para cura de enfermidades. Estudos com essas espécies naturais revelam interessantes propriedades medicinais e terapêuticas, seu uso se bem instruído, visando a conservação acabará contribuindo para proteção e recuperação da biodiversidade brasileira (1).

A preocupação com a toxicidade desses alimentos de uso popular vem sendo sanado por meio de pesquisas. Elas se fixam em encontrar substâncias nessas espécies de plantas, de potencial medicinal e para que sejam encontradas, é necessário retirar seu extrato (1).

Os extratos vegetais são preparações concentradas de substâncias presentes na espécie, obtidos por meio de solventes, o que possibilita a identificação e estudo dos

princípios ativos presentes no vegetal, com fundo alimentício, cosmético ou ainda farmacêutico (2).

A hipertensão arterial é uma doença cardiovascular, não transmissível e pode ser inclusive fatal por isso seu tratamento é tão importante (3). Pelo fato de haver muitos fatores relacionados a ocorrência da doença (4) e de seus métodos terapêuticos enfrentarem alguns problemas, torna-se cada vez mais necessário que sejam realizadas pesquisas com vegetais, a fim de encontrar propriedades capazes de reduzir a pressão (5).

O presente estudo busca exibir o efeito positivo que moléculas antioxidantes fenólicas contidas em extratos vegetais exercem sobre a vaso regulação, contribuindo para que sejam desvendados novos alimentos funcionais e possíveis fitofármacos.

A importância do estudo de moléculas antioxidantes presentes em vegetais no controle da pressão.

Frente a problemas enfrentados em tratamentos tradicionais para hipertensão, busca-se através de pesquisas científicas identificar propriedades capazes de reduzir a pressão em produtos vegetais (5).

A terapia natural além de ser mais barata que a convencional, ainda é de fácil acesso, comparativamente mais seguro, o seu uso diário como suplementos podem ajudar na cura, manutenção de outros sistemas e no processo de rejuvenescimento também. Produtos naturais tem por característica a cura da causa base da doença, ao invés dos sintomas (5). Então através de estudos foi exibida a maneira como compostos antioxidantes extraídos de plantas atuam no endotélio de vasos sanguíneos.

A hipertensão

A pressão arterial é definida como a força produzida pelo sangue nas paredes dos vasos sanguíneos que transportam o sangue oxigenado, artérias. Gerada pelo coração é o que permite que o sangue flua para outros tecidos, levando oxigênio e removendo os metabólitos produzidos pelas células (6). Portanto um caso de hipertensão está ligado ao fato de o indivíduo estar com a pressão arterial elevada, o que significa um excesso de força sendo aplicado na parede do vaso (7), comprometendo diversos órgãos e inclusive gerar problemas fatais (8).

De etiologia multifatorial, seu surgimento é associado a algumas condições específicas. Segundo a Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial–2020, os fatores de risco para desenvolvimento de Hipertensão Arterial são genéticos, relacionados a idade, a etnia, a obesidade, a concentração de sódio e potássio na dieta, ao sedentarismo, a fatores socioeconômicos, ingestão de álcool, entre outros (4). E dentre eles, um de seus principais é a contração do musculo liso vascular, pois causa a resistência à passagem de sangue pelo vaso e pode ser originada por uma disfunção endotelial (8).

A importância do endotélio na regulação do tônus vascular e sua disfunção

O endotélio compõe a parte mais interna dos vasos sanguíneos, em contato com o sangue portanto consegue transmitir sinais de suas alterações, atuando na contratilidade do vaso ao sintetizar substâncias vasoconstritoras e vasodilatadoras como o óxido nítrico

(NO), na produção, senescência de células, (8, 9) além de, controlar a interação entre trombócitos, leucócitos, moléculas químicas, físicas e a parede vascular (10)

Para vasodilatação ocorrer é necessário que o endotélio seja estimulado por fatores químicos ou físicos que resultem na ativação da eNOS (enzima óxido nítrico sintase) endotelial que irá produzir o NO e este logo se difundirá para a célula do músculo liso. (11). Representado pela figura 1.

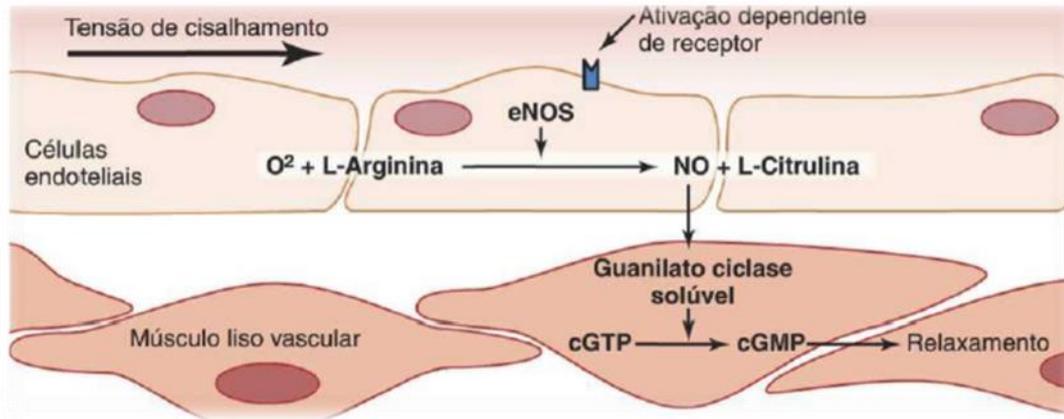


Figura 16- Processo de relaxamento provocado pela ação do óxido nítrico

Fonte : Adaptado de Guyton e Hall (12).

No músculo liso esse NO irá servir como substrato para que a guanilato ciclase solúvel transforme GTP (guanosina trifosfato cíclica solúvel) em GMPc (guanosina monofosfato cíclica), o que irá provocar a dilatação nesse vaso (12) e essa função é exercida por PKGs, proteínas quinases dependentes de GMPc, que são fosforiladas e provocam na diminuição de cálcio intracelular (13), como exibido na figura 2.

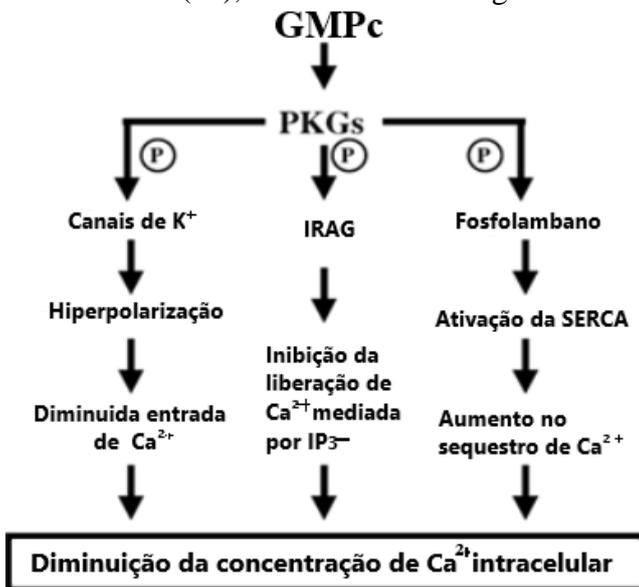


Figura 17- Ação do GMPc quando ativado

Fonte: Adaptado de Gewaltig, Kojda. 2002. (13)

É através desse mecanismo endotelial que é realizado o balanceamento entre substâncias contrateis e o seu descontrole pode gerar uma elevação na pressão, principalmente na presença de ROS (espécies reativas ao oxigênio) (9).

ROS são moléculas produzidas naturalmente pelo organismo aeróbico, sinalizadoras e muitas vezes tóxicas. Participam do processo de estresse oxidativo que resulta em morte celular (14). Um excesso de ROS, pela falta de antioxidantes, má condição nutricional, o uso de cigarros acaba gerando doenças cardiovasculares, inflamatórias, pulmonares, neurodegenerativas, o câncer entre outras. (15,16).

Nos vasos sanguíneos, as ROS em excesso são contrárias a essa vaso regulação promovida pelo endotélio, já que interagem o NO (agente vasodilatador) e a proteção irá diminuindo, aumentando o tônus do músculo liso (16, 4). Além dessa diminuição causar uma queda na efetividade da barreira endotelial, o que possibilita que leucócitos, LDL se depositem, tornando mais difícil a passagem do sangue e contribuindo para desenvolvimento de quadros hipertensivos, aterosclerose, diabetes, dislipidemia, entre outros, portando é imprescindível o papel do óxido nítrico para a vaso regulação (17).

Antioxidantes de fonte vegetal e seus benefícios a disfunção endotelial

Antioxidantes tem como maior fonte vegetais e contribuem evitando o efeito de radicais livres presentes no interior do organismo (18). Assim, o consumo de frutas, hortaliças e condimentos é muito importante, visto seu valor nutricional e por apresentarem substâncias com ações benéficas a saúde (19, 20).

Em seu extrato estão contidas essas substâncias como compostos fenólicos, que apresentam a função antioxidante (18) muito benéfica aos vasos sanguíneos.

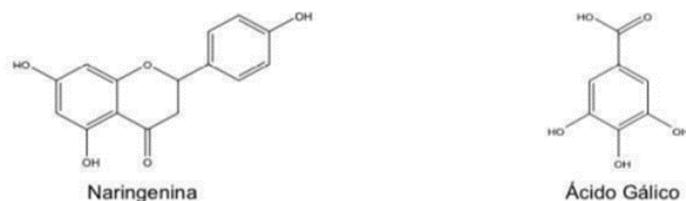
Compostos fenólicos são estruturas antioxidantes dadas pela presença anéis aromáticos, hidroxilas, podem ter origem em vegetais, se apresentando nas formas de ácidos fenólicos, taninos, flavonoides e os tocoferóis (21).

Os flavonoides são compostos que atuam como antimicrobianos, fotorreceptores, protetores, atrativos visuais (pigmentos) e como repelente. Além de contribuírem em muitos aspectos com o vegetal ainda funcionam como terapêutico para inúmeras doenças, com sugestivos poderes antialérgico, antiviral, anti-inflamatório, são importantes vasodilatadores e antioxidantes (22).

Em estudo, pacientes com um índice de colesterol elevado no sangue, sendo administrada antocianidinas (flavonoide) na intenção de regular a hipertensão, demonstrou um aumento na vasodilatação e de GMPc. Sugerindo que antocianidinas, estariam envolvidas na regulação da via GMPc-óxido nítrico, via essa que facilita o fluxo do sangue, agindo na vasodilatação (17).

A quercetina é o mais abundante flavonoide de origem alimentícia presente em sucos, vegetais, frutas, apresentando uma poderosa atividade antioxidante, trazendo benefícios a saúde, entre eles se destaca o cardiovascular, em que por meio de sua capacidade antioxidante reduz danos cardíacos, doenças relacionadas, age como vasodilatador na aorta de ratos, entre outros (23,24)

Após experimentos a partir dos frutos da espécie *Schinus terebinthifolius* Raddi foi atribuído ao vegetal ação anti-hipertensiva, maior até do que a do fármaco Diazepan. Essa capacidade foi apresentada por seu conteúdo fenólico mostrado na imagem 3, entre eles ácido gálico, flavonoides totais, dos quais a narigenina inclusive realiza a proteção do sistema nervoso, em altas concentrações (20).



Substância identificada	Atividade biológica
Naringenina (flavanona)	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade cardiovascular • Atividade antioxidante
Ácido gálico (ácido fenólico)	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade cardiovascular • Atividade antioxidante

Figura 18 Substâncias encontradas no extrato metanólico que possuem atividade cardiovascular

Fonte: Adaptado de Glória et al. 2017. (20)

A flavanona naringenina detém um importante poder antioxidante, ou seja, é um bom sequestrador de espécies reativas ao oxigênio, atuando em diversas afecções cardiovasculares, cancerígenas, pulmonares, neurodegenerativas, entre outros, podendo inclusive contribuir como agente profilático (25).

O ácido gálico é também um composto fenólico presente na pimenta rosa que atua no sequestro de espécies reativas ao oxigênio e ao nitrogênio, portanto é um importante antioxidante que presentes na alimentação, pode ser utilizado como terapêutico e profilático a doenças como aterosclerose, hipertensão, neurológicas, cancerígenas, entre outras (26).

Logo o mecanismo antioxidante, no combate a ROS, realizando a vaso proteção presente em vegetais é fundamental para auxiliar e manter a saúde do indivíduo.

CONCLUSÕES

As pesquisas bibliográficas realizadas indicaram um vaso proteção, algo fundamental para a circulação, utilizando antioxidantes fenólicos provindos de vegetais. Eles atuam no combate a ROS (espécies reativas ao oxigênio), essas moléculas causam um desequilíbrio entre substâncias vasoconstritoras e vasodilatadoras ao interagirem com o óxido nítrico -NO (agente vasorelaxante), produzido por células endoteliais de vasos sanguíneos, que deveria seguir para o músculo liso, justaposto e através GMPc conseguir reduzir a concentração de cálcio no mesmo, algo que contribuiria com a vaso dinâmica. Esse desequilíbrio faz com que a concentração de cálcio no músculo liso seja maior, gerando a vasoconstrição. Porém a capacidade antioxidante desses compostos fenólicos gera essa vaso regulação.

Essas evidências tornam estudos com materiais vegetais cada vez mais importantes, pois além de contribuir com o conhecimento científico, são um incentivo à alimentação saudável que é fonte natural de agentes contrários a essa disfunção e desenvolvimento de possíveis fitofármacos.

AGRADECIMENTOS

Laboratório de Tecnologia de Alimentos- LTA/UENF, que desenvolve pesquisas com diversas espécies vegetais em benefício do organismo animal, ao CNPq e a FAPERJ por financiarem esses trabalhos.

REFERÊNCIAS

1. Simoni IC. As plantas e a saúde animal [internet]. Artigo em Hypertexto. 2009 [citado 2021 mai 01]. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2009_4/antivirais/index.htm.
2. Adição de extratos vegetais em alimentos [internet]. FIB- Food Ingredients Brasil N° 39. 18: 60-65. 2016 [citado 2021 jun 31]. Disponível em: https://www.revistafi.com/upload_arquivos/201611/2016110577269001479901705.pdf
3. Kubotani KPS, Fernandes DR, Júnior ATT. Utilização de fármacos vasodilatadores de ação direta e indireta no tratamento da hipertensão arterial: Artigo de revisão. Rev Cient Fac Educ e Meio Ambient [Internet]. 26° de julho de 2019 [citado 2° de agosto de 2021];10(1):148-56. Disponível em: <http://www.faema.edu.br/revistas/index.php/Revista-FAEMA/article/view/775>
4. Barroso WKS, Rodrigues CIS, Bortolotto LA, Mota-Gomes MA, Brandão AA, Feitosa, ADDM., et al. Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial–2020. Arquivos Brasileiros de Cardiologia. 2021; 116, 516-658. Disponível em: <https://doi.org/10.36660/abc.20201238>
5. Singh P, Mishra A, Singh P, Goswami S, Singh A, Tiwari KD. Hipertensão e plantas fitoterápicas para seu tratamento: uma revisão. Indian Journal of Research in Pharmacy and Biotechnology. 2015. 3 (5), 358. Disponível em: [https://www.ijrpb.com/issues/Volume%203_Issue%205/ijrpb%203\(5\)%206%20debjith%202%20358-366.pdf](https://www.ijrpb.com/issues/Volume%203_Issue%205/ijrpb%203(5)%206%20debjith%202%20358-366.pdf)
6. Neves JA, Oliveira RDCM. Biomarcadores de função endotelial em doenças cardiovasculares: hipertensão. Jornal Vascular Brasileiro. 2016. 15(3): 224-233. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1677-5449.000316>
7. Kohlmann Jr O, Guimarães CA, Carvalho MHC., Chaves Jr HDC, Machado CA, Praxedes JN, et al. III Consenso Brasileiro de Hipertensão Arterial, Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia. 1999; 43: 257-286. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abem/a/DqgfTzHLDkR4ZxXTp5V6bKv/?lang=pt&format=pdf>
8. Nobre F, Coelho EB, Lopes PC, Geleilate TJ. Hipertensão arterial sistêmica primária. Medicina (Ribeirão Preto). 2013. 46(3): 256-272.
9. Carvalho MHC, Nigro D, Lemos VS, Tostes RDCA, Fortes ZB. Hipertensão arterial: o endotélio e suas múltiplas funções. Rev Bras Hipertens, 2001; 8(1), 76-88. Disponível em: <https://cmapspublic.ihmc.us/rid=1JDM3536L-1LK2WH2-287V/HTA%20e%20endotelio.pdf>

10. Konukoglu D, Uzun H. Disfunção endotelial e hipertensão. Hipertensão: da pesquisa básica à prática clínica. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 2016. 956: 511-540. Disponível em: https://doi.org/10.1007/5584_2016_90
11. Guadagnin V, Zanettin L, Silva CCR, Furtado JS, Neto Filho AMD. Influência do estresse oxidativo sobre a regulação do tônus vascular e a eficácia das terapias antioxidantes. 2015; 12(1): 82-89. Disponível em: http://www.mastereditora.com.br/periodico/20150902_223912.pdf
12. Guyton AC, Hall JE. *Tratado de Fisiologia Médica*. 12. ed;17: 201-210. Rio de Janeiro: Elsevier. 2011.
13. Gewaltig MT, Kojda G. Vasoprotection by nitric oxide: mechanisms and therapeutic potential. *Cardiovascular research*. 2002; 55(2), 250-260. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0008-6363\(02\)00327-9](https://doi.org/10.1016/S0008-6363(02)00327-9)
14. Mittler R. ROS são bons. *Trends Plant Sci*. 2017. 22:11-19. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.08.002>
15. Liu Z, Ren Z, Zhang J, Chuang CC, Kandaswamy E, Zhou T, Zuo L. Role of ROS and nutritional antioxidants in human diseases. *Frente. Physiol*. 2018. 9: 477. Disponível em: <https://internal-journal.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2018.00477/full>
16. Forstermann U, Munzel T. Endothelial nitric oxide synthase in vascular disease: from marvel to menace. *Circulation*, 2006; 113(13), 1708-1714. Disponível em: <https://www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.602532>
17. Gutiérrez-Venegas G. Flavonoides en el tratamiento de la hipertensión en pacientes geriátricos. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2018;56(Suppl: 1):94-101. Disponível em: <https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2018/ims1811.pdf>
18. Aditivos & Ingredientes. Antioxidantes - Tipos e mecanismo de ação [internet]. Nº 148. mat 2:59-68. 2018 [citado 2021 jul 01]. Disponível em: <https://aditivosingredientes.com.br/revistas/maio2018/mobile/index.html#p=59>
19. Bernardes NR, Talma SV, Sampaio SH, Nunes CR, Rangel de Almeida JA, de Oliveira DB. Atividade antioxidante e fenóis totais de frutas de Campos dos Goytacazes RJ. *Biológicas & Saúde* [Internet]. 2011. 1(1). Disponível em: https://ojs3.perspectivasonline.com.br/biologicas_e_saude/article/view/512
20. De Lima Glória L, Barreto DSAM, MFPS, de Souza VG, Xavier MC, Ribeiro DCJA, et al. Compostos fenólicos presentes *Schinus terebinthifolius* Raddi influenciam a redução da pressão arterial em ratos. *Moléculas* [Internet]. 2017. 22 (10): 1792. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/molecules22101792>
21. Angelo PM, Jorge N. Compostos fenólicos em alimentos - uma breve revisão. *Rev. Inst. Adolfo Lutz (Impr.)* [periódico na Internet]. 2007 [citado 2021 Jul 31]; 66(1): 01-09. Disponível em:

- http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-98552007000100001&lng=pt.
22. Pietta PG. Flavonoids as antioxidants. *Journal of natural products*. 2000. 63(7): 1035-1042. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/np9904509>
23. Behling EV, Sendão MC, Francescato HDC, Antunes LMG, Bianchi MDL. Flavonóide quercetina: aspectos gerais e ações biológicas. *Alimentos e Nutrição*. Araraquara. 2008. 15(3), 285-292. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/view/89/102>
24. Pereira SC, Parente JM, Belo VA, Mendes AS, Gonzaga NA, do Vale GT, et al. Quercetin decreases the activity of matrix metalloproteinase-2 and ameliorates vascular remodeling in renovascular hypertension. *Atherosclerosis*. 2018. 270, 146-153. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021915018300315>
25. Zaidun NH, Thent ZC, Latiff AA. Combating oxidative stress disorders with citrus flavonoid: Naringenin. *Life Sci*. 2018. 208:111-122. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2018.07.017>
26. Barbosa VDF. Caracterização do perfil da ação do ácido gálico e seus derivados sobre processos oxidativos in vitro e ex vivo. Dissertação (mestrado). Araraquara: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Farmacêuticas; 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/87981>

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-114>

Capítulo 114

O USO DA LEUCENA NA DIETA DE DIFERENTES ANIMAIS: REVISÃO

Tatiane Barreto de Carvalho¹

¹Pesquisador do Departamento de Pós-graduação –UTFPR. E-mail: taty-carvalho15@hotmail.com.

RESUMO: A Leucena (*Leucaena leucocephala*) é uma leguminosa que chega a 5 metros de altura e tem fácil adaptação em regiões de semiárido. Como forrageira, as folhagens e ramos delgados verdes ou fenados desta planta são usados na dieta de ruminantes, pois contém bom aporte de proteína, cálcio, fósforo, minerais e carotenos. Entretanto, o uso da leucena na dieta animal apresenta limitações devido à presença de elementos antinutricionais como tanino e mimosina, sendo esta última degradada no rumem de ruminantes e no ceco de coelho, porém é tóxica em equinos. Sendo assim, esta revisão tem como objetivo avaliar como ocorre o uso da Leucena na alimentação dos diferentes animais domésticos e como isto vem sendo discutido na literatura. Foram observados muitos estudos do uso da farinha de leucena para ruminantes em consórcio com outras plantas, por ser um alimento estratégico economicamente em locais de semiárido, mostrando um ganho de peso desse animal. Entretanto, nos equinos causam reações como alopecia da crina e cauda, anorexia, emagrecimento e apatia. Nas aves, 8% do feno da folha de Leucena, interrompe a produção de ovos, devido a presença de miosina iniciando assim um rejuvenescimento do sistema reprodutor, e quando alimentada com 2% aumenta a pigmentação das gemas e o coeficiente de digestibilidade do extrato estéreo. Quanto aos peixes, de acordo com a literatura, a farinha de folha de Leucena, em pequenas quantidades, pode ser incorporada na ração e ser usada em juvenis de tambaqui, já que não houve alteração em sua composição corporal.

Palavras-chave: leucena; nutrição; forrageira; alimentação; leguminosa

INTRODUÇÃO

A Leucena (*Leucaena leucocephala*) é uma leguminosa que chega a 5 metros de altura e é utilizada nos trópicos como alternativa às leguminosas herbácea. Quando em condições edafoclimáticas favoráveis, esta espécie pode se tornar invasora por sua facilidade de germinação, porém no semiárido ela enriquece o solo, além de ser sombra para cultivos, controlar a erosão, servir como alimentação animal e para produzir energia via lenha e carvão. Como forrageira, os frutos, folhagens e ramos delgados verdes ou fenados desta planta são usados na dieta de bovinos, caprinos, entre outros (1).

Esta planta apresenta excelente material foliar, talos, flores e vagens, com bom aporte de proteína, além de satisfatórios níveis em minerais e carotenos, característica importante principalmente na seca devido carência dessa vitamina nas pastagens de

gramíneas. A forragem da leucena é palatável com boa digestibilidade, proteína bruta, altos teores de fósforo, cálcio, encontrados nas folhas e no caule, que são acima das necessidades nutricionais do rebanho (2).

Entretanto, é uma planta que apresenta limitações quando usada em dietas de animais devido à presença de elementos antinutricionais como tanino e mimosina. A mimosina é um aminoácido tóxico para animais ruminantes e monogástricos, porém, este aminoácido consegue ser degradado via bactérias ruminais e do ceco do coelho a 3,4 dihidroxipiridona (3). Devido a isso, os equinos são intolerantes a esta planta, porém, ela pode ser empregada com cautela nos demais animais, incluindo os ruminantes (4).

Com isso, sabendo da importância da Leucena em regiões semiáridas, devido sua boa propagação local, bom custo benefício e potencial para alimentação animal devido seu alto teor de proteína, bem como sua complexidade por apresentar elementos antinutricionais, é importante saber como vem sendo estudado o uso e aplicação desta forrageira na dieta dos diferentes animais domésticos, e não só em ruminantes e equínos. Sendo assim, esta revisão tem com objetivo avaliar o uso da Leucena na alimentação dos diferentes animais domésticos, e como isto vem sendo discutido na literatura. Os objetivos específicos estão em avaliar quais as características nutricionais e antinutricionais desta forrageira, e como ela é melhor utilizada na alimentação de diferentes animais em diferentes locais do mundo de acordo com a literatura.

CARACTERÍSTICAS DA LEUCENA

A Leucena tem uma quantidade de proteína bruta nas folhas em torno de 20%, porém as folhagens e frutos novos chegam a 35%. Com isso, esta planta é conhecida por seu alto valor nutritivo e por sua composição química das folhas ser muito semelhante a da alfafa (tabela 1), que é uma importante forrageira usada na alimentação (4).

Tabela 1. Composição comparativa da farinha de folhas de leucena e de farinha de folhas de alfafa.

Componente	Folhas de Leucena	Folhas de Alfafa
Proteína bruta %	25,9	26,9
Fibra %	20,4	21,7
Fósforo %	0,23	0,36
β -Caroteno (mg/Kg)	536,0	253,0
Energia bruta (kJ/g)	20,1	18,5
Taninos (mg/g)	10,15	0,13

Fonte: Adaptado De Jesus Barreto et al, 2010.

A quantidade de nitrogênio, proteína bruta, fibra são muito semelhante em ambas as forrageiras, diferenciando apenas o Tanino, que é maior em folhas de leucena (Tabela 1). Sendo assim, esta planta pode substituir concentrados proteicos tradicionais como soja e algodão. Entretanto, o maior percentual de taninos nas folhas e nos ramos tendem a reduzir a digestibilidade da matéria seca, sendo a produção de biomassa seca comestível constituída de folhas e caules finos, com uma produção anual variável de local para local: de 1.300 a 7.000 kg ha⁻¹, em Petrolina, PE; de 1.250 a 3.150 kg ha⁻¹, em Sobral, CE, e de 1.930 a 11.600 kg ha⁻¹, em Barra de Santa Rosa, PB (1).

A Leucena apresenta no seu material foliar, uma excelente fonte de β -caroteno, precursor da vitamina A, e isso mostra a importância do uso em períodos de seca, uma vez

que quando o pasto está seco, esta planta se apresenta-se verde. Para isso, o teor de proteína bruta nas folhas com as vagens fica entre 21% e 23% e com 8% a 10% em hastes vidas, sendo uma mistura de 50% de folhas com vagens e 50% de hastes finas usadas na forragem que tem teores médios de proteína bruta entre 25,6 e 26,4% (4). Segundo Drumond (1) após uma análise bromatológica de forragem usada na alimentação de bovinos, observaram uma quantidade de matéria seca de 36,29%, proteína bruta de 19,18%, fibra bruta de 16,30% e nutrientes digestíveis totais de 71,89 %, mostrando ser de grande valor nutritivo.

Porém, precisa ser usada em pequenas quantidades ou misturada a outras forrageiras, devido ao fato de apresentar elementos antinutricionais como o tanino e a miosina. A ação tóxica da mimosina é descrita desde a década de 50, e muito estudada nos ruminantes. Em 1980, a bactéria ruminal *Synergistes jonesii* após descoberta, foi distribuída em alguns países como um inóculo oral para superar os efeitos tóxicos da miosina (5). Além disso, a técnica de fenação pode inativar estes fatores anti nutricionais, mesmo que parcialmente, fazendo com que a leucena, seja uma leguminosa muito usada na alimentação de ruminantes por conter alto teor de proteína, elevada produtividade e alta rebrota em épocas secas, como é o caso do semiárido brasileiro e da Austrália (6).

A importância do uso deste alimento no semiárido brasileiro é elucidado no artigo técnico da Embrapa intitulado “Leucena (*Leucaena leucocephala*): leguminosa de uso múltiplo para o semiárido brasileiro.”, com autoria de Drumond¹, mostrando que é uma espécie no qual pode ser encontrada em áreas secas e que resiste a períodos de estiagem superiores a oito meses, além de tolerar parcialmente solos salinos.

Sendo assim, a Leucena se mostra uma planta com potencial para ser usada na dieta animal em regiões de semiárido, não só por suas boas condições edafoclimáticas, mais por ser um local com problemas socioeconômicos e ambientais. Porém, neste ambiente esta planta tem boa germinação, enriquece o solo, é sombra para outros cultivos, controla erosão, é usada como carvão e como alimento de animais como bovinos, caprinos e outros. Na época das secas, o valor em porcentagem de matéria seca é de 34,1, com proteína bruta de 26,4, enquanto nas época das águas a MS é de 27,2%, e a PB é de 25,6, sendo portanto, uma planta que se desenvolve bem em regiões de semiárido (7).

FORMAS DE UTILIZAÇÃO DA LEUCENA NA DIETA ANIMAL

A Leucena tem bons teores de proteína bruta e matéria seca, porém, por ser tóxica, é importante que seja usada em poucas quantidades e associadas a outro alimento, como palma forrageira, técnica de fenação, durante o pastejo por algumas horas, ou em legumineiras. Durante o verão pode ser aproveitado o excesso de forragem que foi produzido e incluir até 30% de leucena na silagem de milho ou sorgo ou pode também secar e produzir farinha de folhas com 25% de proteína bruta como mostra a figura 1. Além disso, a farinha de leucena pode ser peletizada, pois facilita o armazenamento, distribuição e consumo, além de diminuir o volume e perdas do material (8).



Figura 1 - Leucena sendo coletada com ensiladeira, folha seca de leucena, e leucena pasterizada.

Fonte: Garcia (1997)

Sendo assim, no verão a leucena verde e picada pode ser fornecida no cacho (até 3% do peso vivo/cabeça/dia). No inverno a leucena verde (rebrotada reduzida) picada e fornecida no cacho (até 3% do peso vivo/cabeça/dia). Sobras de leucena podem ser dadas com 30% de leucena mais 70% de milho ou de sorgo. Após secagem de leucena ao sol pode ser entregue ao animal via farinha de folhas secas (25% PB) ou farinha da planta inteira (15 a 17% PB). Se caso for entregue ao animal via farinha de folhas, entregar ao gado leiteiro até 15% da mistura de concentrado, para aves até 15% da ração, aos suínos até 10% da ração, para bovinos até 30% da matéria seca total da ração (volumoso mais concentrado). Durante pastejo, limitar entrada do animal a 2-3 horas por vaca/dia (após ordenha) em área exclusiva de Leucena que deve ocupar 30% da área total da pastagem, sendo o pastejo rotativo com gramíneas (8).

Ao associar 65% de palma forrageira com 35% de feno de leucena, é possível incrementar a degradabilidade do rumem in situ da MS, PB e FDN de dietas para ruminantes, sendo então recomendado seu uso na alimentação animal. Este fato se dá porque apesar da palma forrageira ser uma fonte importante de fibra, conter nutrientes digestíveis totais e muitos carboidratos não fibrosos, ela não deve ser fornecida como única fonte de volumoso para dieta de ruminantes. Isto ocorre devido o baixo teor FDN, MS e PB, e por isso é recomendado associar aos volumosos fonte de fibra e proteicos, como é o caso do feno de leucena, que tem teor de proteína acima de 155 e digestibilidade da MS de 50 a 60%, sendo fonte de fibra na dieta do ruminante (6).

A leucena pode ser usada em consorcio com gramíneas e por meio de ou banco de proteína ou legumineira áreas usadas para corte ou pastejo e que possui a planta leucena no local. Neste caso ela é plantada em de 1,5 m e a área é cercada para controlar a entrada dos animais. Os animais são permitidos entrar no local 2 dias por semana, quando estiver com 10% da área de pastagem nas legumineiras, ou 20% da pastagem com Leucena, permitindo que os animais e permaneçam no local por 3 horas por dia ou que entrem 3 a 4 dias por semana. Outra opção é manter na pastagem 30% de leucena e liberar a entrada dos animais em dias alternados (dia sim, dia não) durante todo o inverno (8). Na Austrália, são usadas diversas gramíneas plantadas entre as fileiras de leucena para aumentar a oferta de forragem total para os animais, são elas: colônio (*Panicum maximum* var. *trichoglume*), setaria (*Setaria sphacelata*), pangola (*Digitaria decumbens*) e capim búfel (*Cenchrus ciliaris*) (1).

No método australiano, a legumineira cresce livremente chegando aos 4 metros, e o gado consome durante nove meses as rebrotas das plantas que nascem. Com esse método é possível observar a presença de raízes mais profundas que capturam mais umidade do solo, plantas com uma maior proteção em caso de geada, receita extra com a venda de sementes e principalmente não apresentar casos de intoxicação animal (8).

Possenti⁹, na sua tese sobre efeitos do uso da leucena em dietas de bovinos com ou sem adição de levedura, sobre a digestão, fermentação (produção de ácidos graxos voláteis, amônia e metano) e população de protozoários no rúmex, observou que ocorreu efeito associativo com aumento da leucena na dieta junto com levedura, no qual aumento do nível de leucena favoreceu produção de ácido propiônico, potencializado com a presença da levedura. Além disso, a produção de metano diminuiu devido a dieta com nível elevado de

leucena contendo levedura, sendo este, um fato importante para diminuir a liberação deste gás na atmosfera, uma vez que ele é um dos causados do efeito estufa (9).

Sendo assim, a emissão de metano foi reduzida em 12,3% quando comparado a dieta sem levedura. Em contra partida, o metano foi reduzido em 17,2% em animais cuja dieta continha 20% de leucena com levedura. Foi observado um efeito associativo de leucena, quando o fornecimento esta em 50% de MS com a levedura, para reduzir emissão de metano. Além disso, ocorre uma melhora na fermentação ocorrida no rúmen, e consequentemente, pode favorecer as perdas de energia, melhorando assim a eficiência energética do animal (9).

LIMITAÇÃO DO USO DA LEUCENA NA DIETA ANIMAL

O uso de leucena na dieta animal, é limitada devido a presença de mimosina, um aminoácido tóxico para animais ruminantes e monogástricos, porém, degradado via bactérias ruminais e do ceco do coelho a 3,4 dihidroxipiridona (10). Todas as partes da planta contém este aminoácido tóxico, podendo alcançar um nível de 12% na matéria seca, sendo encontradas principalmente em folhas, vagens e sementes, porem o Cunningham, apresenta baixos índices deste elemento (11). Esta planta não deve ser consumida por cavalos, nos ruminantes, os ovinos são menos tolerantes a mimosina do que caprinos e bovinos, porém o aspecto do leite das vacas, pode apresentar cor amarelada e odor forte, que pode ser eliminado com fervura, ou evitando que o animal consuma duas horas antes da ordenha (12).

Sendo assim, alguns estudos desenvolvidos na Austrália relatam que a folhagem da leucena é tóxica se ministrada com único alimento e por um longo período. Isto ocorre devido ao fato desta planta possuir grande quantidade de mimosina presente na sua composição. A miosina se encontra na proporção de 3% a 5% da proteína total e seu efeito esta representado por disfunções metabólicas com perda de pelos, salivação e perda de peso. Porém, é praticamente não existe no Brasil muitas intoxicações, devido à presença de bactérias que promovem uma boa digestão deste aminoácido no rumem como é o exemplo da bactéria anaeróbica *Synergistes jonesii* (1). Outra limitação é quanto o aspecto do leite das vacas, que pode apresentar cor amarelada e odor forte, que pode ser eliminado com fervura, ou evitando que o animal consuma da Leucena duas horas antes da ordenha.

O consumo de até 30% de leucena quando comparado ao total ingerido diariamente, ou seja, 3% de leucena em relação ao peso vivo do animal, não acarreta efeitos tóxico. Sendo assim, um animal de 400 kg de peso vivo pode consumir 12 kg/dia de leucena. Isso representa 30% do total do volumoso que diariamente é consumido, em torno de 40 kg. Contudo, o sintoma mais claro de intoxicação por excesso de ingestão de leucena é a queda de pêlos da cabeça e na inserção da cauda, e quanto mais cedo se interromper o consumo mais rápido será a recuperação do animal. Sendo assim, é importante se atentar a evitar de fornecer leucena para equinos por serem mais sensíveis que os ruminantes (8).

RESPOSTA ANIMAL AO USO DA LEUCENA

Um levantamento de dados feito em julho de 2021 usando o termo de busca “utilização da leucena na dieta de (..)” na base de dados o Google Scholar classificado por relevância, para qualquer idioma, em qualquer momento e tipo de pesquisa (Tese, Artigo, Dissertação entre outros), mostrou que os ruminantes são os animais que mais tem publicações em geral (4.750). em segundo lugar estão os equinos apresentaram 967, seguidos de aves (510), suínos (426) coelho (453), peixes (302). Apesar desta base de dados

superestimar a pesquisa por fazer levantamento de tudo relacionado ao tema, ela mostra como ruminantes e equinos são os mais estudados em relação aos demais animais.

Ruminantes

Leucena na alimentação de ruminantes é usada para dar suporte a rebanhos nordestinos e usadas em consórcio com forragens. Esta leguminosa consorciada, na forma de pastagens ou na formação de bancos de proteína, apresenta vantagens agrônomicas e resposta positiva no desempenho e produtividade nos rebanhos nordestinos, evitando perdas na qualidade e disponibilidade de forragem no pasto nativo (4). A leucena é um alimento estratégico para ruminantes, primeiro porque eles conseguem digerir este alimento no seu rumem, segundo porque esta planta sobrevive em locais de semiárido e tem boa facilidade de manejo, terceiro porque tem elevados teores nutricionais, como fibra e proteína (18 a 37% de proteína bruta na composição química). Além disso, elas podem ser associadas a palma forrageiras, cactáceas e com fenagem (6)

Segundo Lançanova & Codagnone (13), novilhas holandês-zebu com peso médio inicial de 237,5 kg, alimentadas com farinha de folhas de leucena e tendo como volumoso cana-de-açúcar mais 1% de ureia/sulfato de amônio, ganharam, em média, 870 g/dia de peso. Resultado semelhante a Lourenço¹⁴ que em trabalho usando a mesma raça de novillo nelore, observou que braquiária *brizanta Marandu* sob pastejo, permitiu ganho de 390 kg/ha; enquanto que, a inclusão de 25% de leucena na forma de banco de proteína, proporcionou o ganho de peso de 541 kg/há. Ou seja, em um período de pouco mais de 20 meses, ocorreu ganho de peso de ruminantes com inclusão de leucena na dieta. Resultado semelhante a Lourenço¹⁴ Novilhos Nelore com 256 kg, sob pastejo de capim-colonião obtiveram 63 g/cabeça/dia, já com acesso livre a um banco de proteína de leucena, o ganho de peso médio subiu para 189 g/cabeça/dia. Com isso, o uso da leucena pode proporcionar a redução de concentrados proteicos. Este é um método usado para suplementar o gado leiteiro, no qual 4 a 5 kg de leucena pode produzir os mesmos 15 kg/vaca/dia de leite quando comparado a 4 kg de concentrado (8).

Câmara (15), ao avaliar dietas para cabras Anglo-Nubianas do tipo misto em lactação, observaram que em dietas que continham feno de leucena e estilosantes, sendo fontes proteicas substituindo o farelo de soja, não foi encontrada alteração nem no consumo de matéria seca e nem na produção e composição do leite para cabras Anglo-Nubianas do tipo misto com 60 a 108 dias de lactação. Além disso, uso de leucena pode promover balanço de compostos nitrogenados positivo e atender as exigências proteicas. Porém, Almeida (16), observaram que a leucena pode ser tóxica para ovinos de 4-5 meses de idade, sendo o principal sinal clínico a perda parcial ou total de lã, ou até mesmo anorexia, emagrecimento e lacrimejamento.

Aves

Sucupira (17), ao avaliar o efeito da inclusão do feno da folha de leucena (FFL) em rações para poedeiras sobre o uso de nutrientes da ração, desempenho e características de qualidade dos ovos, observou que pode ser incluído até 4% do FFL nas rações a base de sorgo, e que aves alimentadas com 8% de FFL, reduziu produção de ovos comparado a aves alimentadas com sorgo. Porém a inclusão de 2% de FFL, obteve aumento linear na pigmentação das gemas quando comparada a ração contendo milho. Além disso, houve aumento linear do coeficiente de digestibilidade do extrato estérico ao incluir Leucena.

Entretanto, Freitas (18), ao avaliar os efeitos da utilização de rações de muda contendo diferentes níveis do feno da folha de leucena na indução da muda forçada e na

produção e qualidade dos ovos no período pós-muda, observaram que feno de leucena em níveis a partir de 50% interromperam a produção de ovos. Porém, as aves que receberam 25% de feno de leucena não suspenderão a produção de ovos. Segundo Scott (19) a mimosina contida nas folhas da leucena pode cessar a produção de ovos em poedeiras alimentadas com essa leguminosa, e esse efeito pode ser utilizado para promover uma pausa na produção, e assim permitir o rejuvenescimento do sistema reprodutor e a retomada da produção com a retirada da leucena da dieta, o que possibilita novo ciclo de produção.

Corroborando com este estudo, em sua pesquisa com feno de leucena na alimentação de aves Isa Label em fase de crescimento, Melo (20) concluíram que a inclusão de feno de leucena na ração proporcionou resultados satisfatórios de digestibilidade para a fração fibrosa, e diminuição aceitável na digestibilidade da fração protéica, o que permite validar o uso 15 deste alimento como ingrediente alternativo para aves caipiras.

Segundo Oliveira (21), a utilização de *Leucaena cunningan* e *Leucaena leucocephala* em dietas de frangos de corte reduziu o ganho de peso e aumentou a conversão alimentar na fase inicial e no período total. além disso, foi aumentado o número de células caliciformes, tanto na fase inicial quanto no crescimento. A presença de *Leucaena cunningan* afetou a morfometria do epitélio intestinal, e aumentou o tamanho de vilos do jejuno e a relação vilo: cripta no jejuno e no íleo na fase inicial, além de alterações da morfometria do epitélio intestinal, provocada por fatores antinutricionais da *Leucaena cunningan* e *Leucaena leucocephala*, proporcionando um desempenho baixo nas aves.

Peixes

Segundo Pereira (20), ao avaliar o desempenho produtivo de juvenis de tambaqui alimentados com rações contendo farinha de folha de leucena como fonte protéica, observaram que é possível incluir até 24% de farinha de folha de leucena em rações para juvenis de tambaqui sem influenciar variáveis como ganho de peso, taxa de crescimento específico. Porém o uso da Leucena não reduziu o custo de produção do quilograma de peixe. Além disso, os animais alimentados por dietas que continha farinha de folha de Leucena, obtiveram gordura corporal acima dos peixes do tratamento controle. Isso ocorreu por altos níveis de inclusão de óleo nas dietas representada pela farinha de folha de Leucena, fornecendo um maior teor energético nessas dietas. Sendo assim, a farinha de folha de Leucena é um ingrediente que tem potencial para ser usada em rações comerciais para juvenis de tambaqui, uma vez que não ocorreu alteração na composição corporal dos animais. Sendo assim, a farinha de folhas ou de sementes de leucena pode compor, mas com limitações as rações para peixes, pois contém fatores antinutricionais (23).

Suínos

Segundo Bellaver e Ludke (24) fornecedores de proteína como feno de leucena, podem substituir parcialmente o farelo de soja, e são ingredientes que pode ser incluídos em uma proporção de no máximo 10 %, para as dietas de fêmeas de suíno em gestação, devido o alto teor de fibra bruta.

Coelho

Scapinello (2), ao avaliar o uso dos fenos de *Leucaena Leucocephala* (LL) e de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham (LC) para coelhos em crescimento, observou bom desempenho, uma vez que o coelho apresenta o ceco e possibilita digerir bem o alimento. Os teores de matéria seca digestível, proteína digestível e energia digestível, com base na matéria seca total, foram, usadas em 5 níveis de inclusão de feno de leucena: 0, 25, 50, 75

e 100%, substituindo o feno de alfafa. Os elevados índices de substituição da alfafa pelo feno LL e da LC não influenciou o desempenho dos coelhos durante o período experimental, podendo assim, substituir o feno de alfafa nas dietas de coelhos em crescimento.

Equinos

A leucena contém um elemento tóxico na folha chamado mimosina, no qual pode causar alopecia, emagrecimento, hipotireoidismo, hiperplasia tireoidiana, infertilidade e morte. Porto (5) em seu trabalho, investigou as principais alterações clínicas e dermatopatológicas de equinos intoxicados natural e experimentalmente por Leucena. Seis cavalos nos estados de SP e GO, após ingerir casca e/ ou folhas da leucena, mostraram ter sintomas de alopecia na crina e cauda, baseada nos sinais clínicos. Outro sinal que surgiu foi a anorexia, apatia e emagrecimento nos animais. Já as alterações histológicas mostraram uma acentuada telogenização dos folículos pilosos ao final dos experimentos. Com isso, foi notado intoxicação nos equinos devido a ingestão da leucena, diminuindo os níveis dos hormônios tireoideanos, demonstrando efeito bociogênico da mimosina e seus compostos com hipotireoidismo transitório e alopecia resultante da redução da atividade folicular (5).

CONCLUSÕES

A leucena é um alimento que vem sendo muito usado em forma de farinha e em consorcio com outras plantas, além de ser uma estratégia economicamente para ruminantes, em regiões de semiárido, pois ela digere no rumem e sobrevive bem nestes locais de clima seco. Nestes ambientes ela mantém uma boa germinação e elevados teores nutricionais, proporcionando um ganho de peso no gado em épocas de seca. Porém nos equinos esta planta causa alopecia da crina e cauda, anorexia, emagrecimento e apatia, já os coelhos, digerem bem a leucena em seus cecos.

Nas aves, alimentadas com 8% do feno da folha de leucena é notada interrupção na produção de ovos, devido a presença de miosina presente nesta leguminosa, e assim, iniciar um rejuvenescimento do sistema reprodutor da ave. Porém, o uso de 2% deste feno promove um aumento linear na pigmentação das gemas e do coeficiente de digestibilidade do extrato estéreo. Quanto aos peixes, de acordo com a literatura, a farinha de folha de leucena, em pequenas quantidades, pode ser incorporada na ração e ser usada em juvenis de tambaqui, já que não houve alteração na composição corporal dos animais.

Portanto sabendo a importância da Leucena no semiárido brasileiro para alimentação animal (25) é preciso ter cuidado com seu uso, uma vez que pode ter uma toxicidade natural com seu uso em excesso para pequenos ruminantes como caprinos (26), bem como, pode ser incluída na silagem de milho e proporcionar crescimento no teor matéria seca (27). Além disso, a leucena pode servir como alternativa para alimentação protéica de abelhas em período de escassez de alimentos no semiárido (28). Sendo assim, quando a Leucena é usada de forma adequada, é possível reduzir os prejuízos na saúde animal (29) e obter um ganho médio de peso, de acordo com o ciclo de pastejo (30), e do consórcio com outras plantas e aditivos, aumentando assim o teor de matéria seca e proteína na dieta animal (31).

REFERÊNCIAS

1. Drumond MA, Ribaski, J. Leucena (*Leucaena leucocephala*): leguminosa de uso múltiplo para o semiárido brasileiro. Embrapa Florestas-2010. (INFOTECA-E).
2. Scapinello C, Antunes EB, Furlan AC, Jobim CC, Faria HG. Fenos de leucena (*Leucaena leucocephala* e *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham) para coelhos em crescimento: digestibilidade e desempenho. Acta Scientiarum. Animal Sciences, 2003; 25(2): 301-306.
3. Jones RJ, Lowry JB. Australian goats detoxify the goitrogen 3-hydroxy-4(1H) pyridone (DHP) after rumen infusion from an Indonesian goat. Experientia, 1984; 40: 1435-1436.
4. De Jesus Barreto ML, de Lima Júnior DM, de Oliveira JPF, do Nascimento Rangel AH, & Aguiar EM. Utilização da leucena, *Leucaena leucocephala*, na alimentação ruminantes. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 2010; 5:2.
5. Porto MR, Moscardini AR, Novais EP, Cabral SL, Lima EM, & Castro MB. Intoxicação natural e experimental por *Leucaena leucocephala* em equinos. Pesquisa Veterinária Brasileira, 2017; 37:829-834.
6. Alves FC. Degradabilidade ruminal de dietas contendo palma forrageira associada ao feno de leucena para ruminantes [dissertação]. Maranhão-UFMA; 2018.
7. Manella MQ, Lourenço AJ, Leme PR. Recria de bovinos nelore em pastos de *Brachiaria brizantha* com suplementação protéica ou com acesso a banco de proteína de *Leucaena leucocephala*: Desempenho animal. Revista Brasileira de Zootecnia, 2002; 31(6): 2274-2282.
8. Garcia JPS. Leucena: Utilização na alimentação animal. Londrina: IAPAR, 1997.
9. Possenti RA. Efeitos de dietas com *Leucaena leucocephala* com ou sem adição de *Sacharomyces cerevisiae* na digestão, fermentação, protozoários e produção de metano no rúmen em bovinos. [Tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2006.
10. Jones RJ, Lowry JB. Australian goats detoxify the goitrogen 3-hydroxy-4(1H) pyridone (DHP) after rumen infusion from an Indonesian goat. Experientia, 1984; 40: 1435-1436.
11. Jones RJ. El valor de *Leucaena leucocephala* como pienso para rumiantes en los trópicos. Revista Mundial de Zootecnia, 1979; 31: 13-23.
12. Veiga BV, Neto SV. Leucena na alimentação animal. Belém-PA, 1992.4p. (EMBRAPA-CPATU. Recomendações Básicas, 9).
13. Lançanova JAC, Yada I F. Substituição da proteína do farelo de algodão pela da farinha de leucena em concentrados para vacas em lactação. Ars veterinaria, 2001; 17 (2) :149-154.

14. Lourenço AJ, Carriel JM, Beisman DA. Desempenho de bovinos Nelore em pastagens de *Brachiaria brizantha* associada à *Leucaena leucocephala*. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, Fortaleza, Anais... SBZ, 1996:10-2.
15. Câmara CS, Alves AA, Moreira MA, Garcez BS, Azevêdo DM. Dietas contendo fenos de leucena ou estilosantes para cabras AngloNubianas de tipo misto em lactação¹. *Revista Ciência Agronômica*, 2015; 46: 443-45.
16. Almeida AP M, Kommers G D, Nogueira, A PA, Júnior LG, Marques BM, Lemos RA. Avaliação do efeito tóxico de *Leucaena leucocephala* (Leg. Mimosoideae) em ovinos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 2006; 26(3): 190-194.
17. Sucupira FSS. Feno da folha de leucena na alimentação de poedeiras. [Dissertação] Ceará: Universidade Federal do Ceará, 2008.
18. Freitas ER., Sucupira FS, Quevedo IBF, Oliveira RF, Castro AF, Carmo ABR. Utilização do feno da folha da leucena em rações para indução de muda forçada em poedeiras comerciais. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 2011; 12(4).
19. Scott ML, Nesheim MC, Young RJ. *Nutrition of the chicken*. 2.ed. Itaca, 1976
20. Melo AS, Arruda AMV, Araújo CET, Silva MCP, Araújo MS. Feno de leucena na alimentação de aves Isa Label em fase de crescimento. Anais.. Salvador,2010.
21. Oliveira PB, Murakami AE, Moraes Garcia ER, Macari M, Scapinello C. Influência de Fatores Antinutricionais da Leucena (*Leucaena leucocephala* e *Leucaena cunningan*) e do Feijão Guandu (*Cajanus cajan*) Sobre o Epitélio Intestinal e o Desempenho de Frangos de Corte. *Rev. bras. zootec*, 2000; 29(6):1759-1769.
22. Pereira Junior G, Pereira Filho M, Roubach R, Barbosa PDS, Shimoda E. Farinha de folha de leucena (*Leucaena leucocephala* Lam. de wit) como fonte de proteína para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818). *Acta Amazonica*, 2013; 43: 227.
23. Pascoal LAF, Miranda EC, Filho FP. O uso de ingredientes alternativos em dietas para peixes. *Revista Eletrônica Nutritime*, 2006; 3(1):292-303.
24. Bellaver C, Ludke, JV. Considerações sobre os alimentos alternativos para dietas de suínos. Encontro Internacional dos Negócios da Pecuária. Anais. ENIPEC, 2004.
- 25 Carvalho, F. C., Salles, M. G., Pinto, C., Rodrigues, I., & Neto, A. V. Produção de mudas das leguminosas leucena, gliricídia e moringa em Redenção, Ceará. *ENCICLOPÉDIA BIOSFERA*, 2019; 16(29).
- 26 Oliveira, A. M. Intoxicação natural e experimental por *Portulaca oleracea* e *Leucaena leucocephala* em pequenos ruminantes. [Dissertação] Mestrado em Ciência Animal. Universidade Federal da Paraíba (2020).

- 27 Rodrigues, W. M., de Sales, E. C. J., Monção, F. P., Marques, O. F. C., Rigueira, J. P. S., de Assis Pires, D. A.; & Gomes, V. M. pH, perdas por gases, efluentes e valor nutricional de silagens de milho [Pennisetum glaucum (L.) R. Br.] com diferentes níveis de leucena (*Leucaena Leucocephala* (Lam.) de Wit) no semiárido. *Brazilian Journal of Development*, 2020; 6(4), 22001-22017.
- 28 Sombra, D. D. S. Suplementação alimentar de abelhas africanizadas (*apis mellifera* l.) na região do semiárido. [Tese] Doutorado em Ciência animal, Universidade Federal Rural do Semi Árido, 2018.
- 29 Amorim, D. S., Silva, A. L., Sousa, S. V., de SOUSA, P. H. A. A., & REIS, Á. L. A. Caracterização e restrições de forrageiras indicadas para as diferentes espécies de animais de produção–revisão. *Revista Eletrônica Científica da UERGS*, 2017; v.3(1), 215-237.
- 30 MOURA, R. D. A., de OLIVEIRA, M. E., HASSUM, I., COSTA, J., & da SILVA, P. O. Comportamento e desempenho de caprinos a pasto suplementados com feno de leucena substituindo a torta de babaçu. *Rev. Agr. Acad.*, 2019; .v.2, n.2.
- 31 Roberto, C. H. V., Valentim, J. K., Atháide, A. A. R., Dalago, G. M., de Almeida, G. R., de Souza, M. G., ... & Simão, S. D. Efeitos do capim mombaça (*panicum maximum* cv. mombaça) e melação em pó na silagem de leucena (*leucaena leucocephala*). *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 2018; 5(2), 80-85.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-115>

Capítulo 115

OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS EM CEBOLA ROXA (*Allium Cepa* L.) UTILIZANDO PROCESSO ASSISTIDO POR ULTRASSOM

**Tatiane Jéssica Siebeneichler¹; Elder Pacheco da Cruz²; Felipe Nardo dos Santos³;
Elessandra da Rosa Zavareze⁴; Cesar Valmor Rombaldi⁵; Alvaro Renato Guerra
Dias⁶; Adriana Dillenburg Meinhart⁷**

¹ Estudante de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA) – (UFPEL); E-mail: tatijs1@hotmail.com, ² Estudante de Mestrado no PPGCTA – (UFPEL); E-mail: elderpachecodacruz@gmail.com, ³ Estudante de Mestrado no PPGCTA – (UFPEL); E-mail: felipe22.s@hotmail.com, ⁴ Docente no PPGCTA – (UFPEL); E-mail: elessandrad@yahoo.com.br, ⁵ Docente no PPGCTA – (UFPEL); E-mail: cesarvrf@ufpel.edu.br, ⁶ Docente no PPGCTA – (UFPEL); E-mail: alvaro.guerradias@gmail.com, ⁷ Docente no PPGCTA – (UFPEL); E-mail: adrianadille@gmail.com

RESUMO: A cebola roxa contém significativo conteúdo de compostos fenólicos e a extração desses compostos é interessante para aplicações na indústria alimentícia e farmacêutica. Nesse sentido, a busca por ferramentas que possam reduzir o tempo e o custo de extração são requisitos necessários. O ultrassom apresenta diversas vantagens em comparação com as tecnologias convencionais, como por exemplo, maior poder de cavitação e pressão intramolecular, menor consumo de solvente e tempo de extração. Para otimizar a obtenção dos extratos ricos em compostos fenólicos foi empregado um planejamento multivariado 2³ completo. Como resultado, o teor de fenólicos totais mensurado variou de 2,39 a 8,75 mg GAE/g, e a melhor condição experimental para extração de compostos fenólicos totais em cebola roxa foi a utilização de 40% de etanol na solução extratora, 5,2 mL de solução extratora por 100 mg de amostra e tempo de extração de 12,32 min. No ponto ótimo, foi possível identificar que o composto majoritário foi a delfinidina 3,5-diglicosídeo, com extração de 579,1 µg/g.

Palavras-chave: metodologia de superfície de resposta; antocianinas; HPLC

INTRODUÇÃO

A cebola (*Allium cepa* L.) pertence à família Amaryllidaceae, subfamília Allioideae (1,2). É um vegetal bienal, onde o bulbo é envolvido de bases de folhas ampliadas e concêntricas. Está entre as hortaliças mais consumidas e importantes em quase todo mundo (3), em razão de ser empregada em diferentes preparações alimentícias domésticas, como alimento e/ou tempero (1). Somando a isso, a cebola é utilizada como recurso nutricional primário por várias indústrias alimentícias para o desenvolvimento de alimentos funcionais, devido às suas importantes propriedades biológicas e por apresentar diversos

compostos bioativos (1,4,5). Além, de apresentar uma grande variedade de metabólitos secundários, os quais são os principais responsáveis por suas propriedades, associados à promoção da saúde e à redução do risco de uma série de doenças (3,5). De acordo com Chiew et al. (6) as cebolas apresentam grande quantidade de conteúdo fenólico em sua estrutura, em que, destaca-se as quercetinas e antocianinas nas variedades amarela e roxa, respectivamente.

No entanto, a caracterização dos compostos fenólicos presentes nos alimentos apresenta uma série de problemas quanto à metodologia empregada; isso devido à grande variedade de substâncias envolvidas que estão susceptíveis a uma série de reações e ações enzimáticas (7). Por mais que venham sendo realizados uma série de estudos a respeito dos compostos fenólicos presentes nos alimentos, ainda são escassos os estudos que descrevem metodologias de procedimento para extração em matrizes específicas e/ou condições críticas de preparo de amostra para a identificação e quantificação.

Nesse contexto, a extração assistida por ultrassom tem sido usada para recuperar compostos nutricionalmente valiosos de materiais vegetais (8,9). Essa tecnologia tem a capacidade de romper as paredes celulares, melhorando o rendimento e a cinética de extração em relação às técnicas convencionais, com maior poder de cavitação e pressão intramolecular com redução significativa do consumo de solvente e do tempo de extração (10). Além disso, em comparação com outros métodos não convencionais, é uma tecnologia bem conhecida, com baixo custo de capital e pode ser facilmente implementada em diferentes áreas industriais (9). Além disso, se enquadra nas metodologias sustentáveis (11). Desse modo, novas propostas utilizando “solventes verdes” e em conjunto com o avanço tecnológico, podem ser alternativas para a redução dos impactos ambientais. Por isso, buscou-se otimizar, com desenho experimental multivariado a extração de compostos fenólicos em cebola roxa utilizando um método de baixo custo e com a utilização de solvente verde.

MATERIAL E MÉTODOS

1 Material

A cebola roxa (var. crioula) foi cultivada e adquirida em janeiro de 2021 no comércio local na cidade de Pelotas/RS, Brasil. O etanol P.A. foi adquirido da marca Synth, o ácido fórmico adquirido da Sigma-Aldrich (grau HPLC) e a acetonitrila da J. T. Baker (grau HPLC). Os demais reagentes utilizados eram de grau analítico.

2 Preparo de amostra

Para a realização do experimento, foram utilizados 1,55 kg de cebola roxa. Primeiramente, as cebolas foram descascadas, lavadas, congeladas, fatiadas e liofilizadas. Após o processo de liofilização, as amostras foram moídas em moinho de lâminas (Hamilton Beach-moedor ajustável), o pó obtido foi peneirado em peneira com 60 *mesh* e armazenado em freezer (-20 °C), em embalagem plástica vedada. A matéria seca foi 12% (m/m).

3 Desenho experimental e otimização

Para obter um extrato rico em compostos fenólicos, foi empregado um planejamento multivariado 2^3 completos, com pontos centrais e axiais, as variáveis investigadas, bem como os níveis codificados e decodificados estão apresentadas na Tabela 1. A definição de cada fator, as condições de extração e os níveis foram definidos de acordo com os limites de equipamentos e seguiram pesquisas recentes (12,13).

Tabela 1 - Valores experimentais, níveis e variáveis utilizadas no planejamento 2^3 .

Variáveis (unidades)	Níveis codificados e decodificados				
	-1.68	-1	0	1	1.68
X1 - Tempo (min)	1	3,83	8	12,17	15
X2 - % de etanol na solução extratora	40	50,12	65	79,88	90
X3 - Volume de solução extratora (mL) por 100mg de amostra	1	2,21	4	5,79	7

4 Processo de extração

Amostras de 100 mg de cebola liofilizada foram adicionadas com solução extratora em tubos de 15 mL tipo falcon. Em seguida, os tubos foram fechados hermeticamente e submetidos à sonicação em banho ultrassônico (Cristófoli, Brasil) operando a 52 kHz, frequência de 60 Hz e temperatura constante de 57 °C. O volume de solução extratora, o % de etanol da solução extratora e o tempo de ultrassom foram controlados de acordo com a matriz experimental do planejamento (Tabela 2). Após o processo de extração, as amostras foram centrifugadas durante 10 minutos, a 4 °C e 5000 rpm. O sobrenadante foi recolhido e imediatamente utilizado para a análise de quantificação de fenólicos totais.

5 Quantificação de compostos fenólicos totais

A quantificação dos compostos fenólicos totais do extrato de cebola roxa (ECR) foi determinada pelo método de Swain & Hillis (14), com modificações. Após a realização da otimização e extração ultrassônica, realizou-se a quantificação dos compostos fenólicos, em que 15 μ L do sobrenadante foram homogeneizados com 240 μ L de água ultrapura e 15 μ L do reagente Folin-Ciocalteu $0,25 \text{ mol.L}^{-1}$, e após 3 min de espera, foram adicionados 30 μ L carbonato de sódio saturado 1 mol.L^{-1} . Após 2 horas de reação no escuro, a absorbância foi medida por espectrofotômetro (SpectraMax 190, em leitor de microplacas, Molecular Devices, EUA), a 725 nm. A quantificação foi realizada utilizando a curva de calibração preparada com o ácido gálico, nas concentrações de 10 a 150 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ($y = 0,0026x - 0,0715$, $R^2 = 0,998$). O conteúdo de compostos fenólicos totais foi expresso em mg equivalentes de ácido gálico (mg EAG.g^{-1}).

6 Ponto ótimo de extração e caracterização

Os resultados do planejamento multivariado foram avaliados quanto à possibilidade de ajustar modelos matemáticos válidos para realizar a predição do ponto ótimo. O ponto ótimo das condições de extração foi definido teoricamente e validado experimentalmente, em escala laboratorial ($n=3$).

O extrato obtido no ponto ótimo de extração foi caracterizado em relação aos compostos individuais presentes na amostra através de HPLC-ESI-QTOF-MS. Para o preparo da amostra, os extratos otimizados foram filtrados com o auxílio de uma seringa e filtro de nylon hidrofílico (0,22 μm), transferidas para vial e em seguida avaliados por cromatografia líquida de alta eficiência (UFLC, Shimadzu, Japão) para identificação e quantificação dos compostos fenólicos individuais. A separação dos compostos foi realizada em coluna C18 (Cogent 2.0 Bidentate, 100 mm x 2.1 mm x 2.2 μm), com água acidificada com 0,1% de ácido fórmico (fase móvel A) e acetonitrila com 0,1% de ácido fórmico (fase móvel B). O gradiente de eluição iniciou com 10% B; aumentando linearmente até atingir 75% B em 10 min; manteve-se durante 5 min com 75% B; seguido do aumento até 90% B em 18 min, manteve-se durante 3 min com 90% B; retornou-se a 10% B em 23 min e por fim 7 min de condicionamento com 10% B. O fluxo foi de 0,2 mL min^{-1} e a temperatura da coluna foi mantida em 40 °C.

A identificação dos compostos foi realizada por um espectrômetro de massas de alta resolução do tipo quadrupolo-tempo de voo com ionização por eletrospray (ESI-QTOF-MS) (Figura 1). O espectrômetro de massas foi operado no modo negativo e positivo. A quantificação dos compostos foi realizada por curva analítica externa, empregando os padrões analítico de cianidina, delphinidina e quercetina.

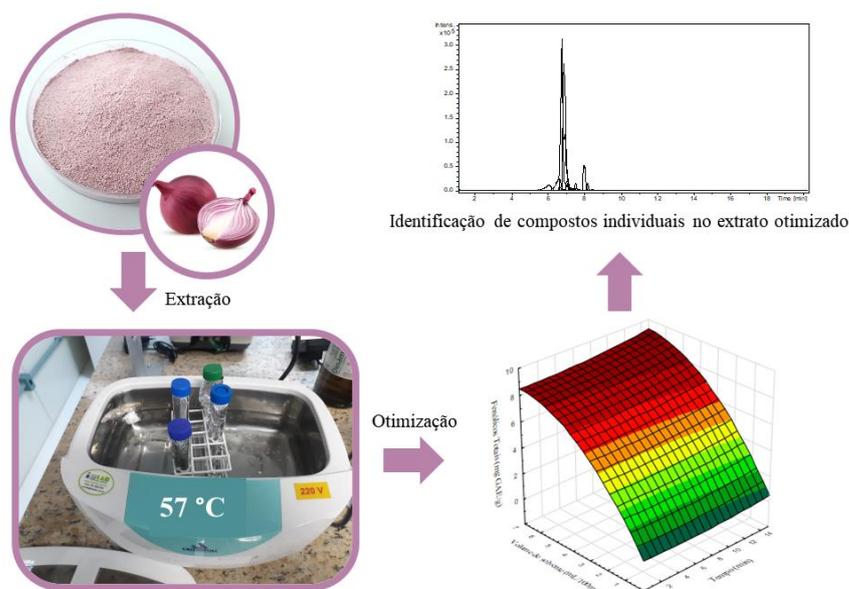


Figura 1 – Etapas do processo de otimização.

7 Análises estatísticas

A análise estatística foi realizada nos softwares Statistica 10.0 e Design Expert 6.0.4. O Statistica foi utilizado para a análise de variância, com 95% de confiança, e para a construção do gráfico de superfície de resposta. O Design Expert 6.0.4 foi empregado para a construção de modelos matemáticos e para prever as condições ótimas de extração de compostos fenólicos em cebola roxa. A condição ótima predita foi validada em triplicata, e os resultados foram comparados por teste t ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Otimização multivariada

Um planejamento composto central e metodologia de superfície de resposta foram usados para otimizar as condições experimentais para a extração de compostos fenólicos totais em cebola roxa, utilizando solventes verdes (etanol e água). As condições experimentais avaliadas com as variáveis na forma codificada e decodificada, e as respostas obtidas para cada experimento estão apresentadas na Tabela 2. O teor de fenólicos totais mensurado variou de 2,39 a 8,75 mg GAE/g, correspondente aos ensaios 13 e 6 (Tabela 2), respectivamente. O maior teor de fenólicos totais foi obtido no experimento 6, quando utilizado tempo de extração de 12,17 min (1), utilizando uma concentração de etanol de 50,12% (-1) e um volume de solvente de 5,79 mL/100mg (1). O menor teor de fenólicos totais foi obtido no experimento 13, quando utilizado tempo de extração de 7 min (0), juntamente com uma concentração de etanol de 65% (0) e um volume de solvente de 1 mL/100mg de amostra (-1,68).

Tabela 2 – Teor de compostos fenólicos totais, em função da matriz experimental 2³, com as variáveis tempo, percentual de etanol no solvente e relação do volume de solvente/massa da amostra de cebola

Matriz Experimental 2 ³				
Ensaio	Tempo (min)	Solvente (% etanol)	Volume de solvente (mL/100mg)	Fenólicos totais* (mg/g)
1	3,83 (-1)	50,12 (-1)	2,21 (-1)	4,33
2	3,83 (-1)	50,12 (-1)	5,79 (1)	8,05
3	3,83 (-1)	79,88 (1)	2,21 (-1)	4,58
4	3,83 (-1)	79,88 (1)	5,79 (1)	8,27
5	12,17 (1)	50,12 (-1)	2,21 (-1)	4,76
6	12,17 (1)	50,12 (-1)	5,79 (1)	8,75
7	12,17 (1)	79,88 (1)	2,21 (-1)	4,96
8	12,17 (1)	79,88 (1)	5,79 (1)	8,70
9	1 (-1,68)	65 (0)	4 (0)	7,05
10	15 (1,68)	65 (0)	4 (0)	7,30
11	8 (0)	40 (-1,68)	4 (0)	7,11
12	8 (0)	90 (1,68)	4 (0)	7,08
13	8 (0)	65 (0)	1 (-1,68)	2,39
14	8 (0)	65 (0)	7 (1,68)	8,70
15	8 (0)	65 (0)	4 (0)	7,31
16	8 (0)	65 (0)	4 (0)	7,08
17	8 (0)	65 (0)	4 (0)	6,46

*Resultados obtidos a partir da média de duplicata em cada experimento.

Para a predição do modelo utilizaram-se os resultados da análise de compostos fenólicos totais. O ajuste dos modelos, a significância das regressões e os coeficientes significativos dos modelos foram avaliados por teste F (Tabela 3). O modelo que descreve o comportamento das variáveis é: $y = 6,952 + 0,172$ (tempo - linear) + 1,886 (volume

solução extratora - linear) - 0,506 (volume solução extratora - quadrático). Esse modelo explicou 97,1% do total da variância explicável (97,89%). O modelo quadrático não apresentou falta de ajuste, teve a regressão quadrática significativa e apresentou resíduos aleatórios, permitindo usar o modelo para a construção da superfície de resposta e para a predição da condição ótima.

As variáveis significativas foram tempo de extração e volume da solução extratora. A variável mais importante foi o volume de solução extratora. A concentração de etanol não afetou o processo, podendo ser utilizada em qualquer faixa, de 40 a 90%. Sendo assim, na predição do ponto ótimo optou-se por definir o nível -1,68 para variável % de solvente.

Tabela 3 – Modelo matemático para descrever as variáveis: coeficientes significativos, teste F para a significância estatística da regressão e a falta de ajuste do modelo obtido na otimização

Resposta	Modelo	Falta de ajuste		Regressão		Coeficientes significativos (erro padrão)				
		F*	F** crítico 95%	F** *	F*** crítico 95%	Intercepto	A Tempo	B % solvente	C Volume de solvente	C ²
Fenólicos Totais	Quadrático	0,47	2,74	124,3	2,3	6,95 (0,13)	0,17 (0,059)	-	1,89 (0,065)	-0,51 (0,065)

Os coeficientes A², B², AB, AC E BC não foram significativos para a resposta analisada. * (Falta de ajuste do modelo quadrático/ erro puro da média quadrática). ** Valore de F crítico para falta de ajuste do modelo quadrático (5,19). *** (Regressão da média quadrática/resíduo da média quadrática). **** Valor de F crítico para regressão do modelo quadrático (9, 24).

A otimização realizada utilizando a função desejabilidade de Derringer e Suich (15) mostrou que as condições operacionais ideais foram a 40% de etanol, volume de solvente 5,2 mL/100 mg e tempo de extração de 12,32 min, com 100% de desejabilidade (Tabela 4). A resposta predita pelo modelo foi de 9,17 mg GAE/g e o valor experimental obtido foi de 9,25 mg GAE/g. Através do teste T foi possível verificar que não houve diferença estatística, a 95% de confiança, entre o valor predito e o valor experimental, indicando que o modelo foi capaz de prever a extração de compostos fenólicos totais em cebola roxa, permitindo a obtenção de um extrato rico em compostos fenólicos por meio de um método de baixo custo e sem utilização de solventes tóxicos.

Tabela 4 - Condições ótimas para extração de compostos fenólicos totais em cebola roxa preditas pelo modelo matemático e validação do ponto ótimo

Variáveis e resposta	Crítérios de desejabilidade para as variáveis e respostas	Valor observado

	Desejabilidade	Limite mínimo	Limite máximo	Importância	Condição ótima predita (codificada)	
Tempo (min)	Na faixa	-1,68	1,68	3	1,38	
Solvente (% de etanol)	Na faixa	-1,68	1,68	3	-1,68	
Volume de solvente	Na faixa	-1,68	1,68	3	1,25	
Fenólicos Totais	Maximizar	2,39	8,75	3	9,17a	9,25 ± 0,05a

*Letras iguais na mesma linha não apresentam diferença estatística ($p < 0,05$).

No gráfico de superfície de resposta, pode-se observar que o volume da solução extratora atingiu o máximo e depois mostrou leve queda. Pode-se observar que o volume da solução extratora apresentou melhor resposta quando entre os níveis 1,0 e 1,5 (Figura 2).

O tempo aumentou a resposta quando utilizado em nível máximo. No entanto, o aumento da extração foi de 0,25 mg GAE/g, comparando-se os experimentos 9 contra 10, correspondentes aos níveis -1,68 e +1,68. Para uma extração exaustiva, considerando os níveis estudados, a condição ótima pode ser encontrada com uso do tempo em níveis +1,68, no entanto, para obtenção de extratos em nível industrial, o custo do tempo *versus* o ganho no percentual de extração deve ser considerado. Projeções extrapoladas indicam que o deslocamento do fatorial para maiores tempos e maiores volumes de extração podem aumentar a extração. No entanto, os compostos aqui estudados são lábeis e o modelo extrapolado não é capaz de prever tais situações, visto que é um modelamento dos dados experimentais obtidos. Para tanto, estudos futuros são válidos no sentido de avaliar a viabilidade econômica entre o aumento da concentração e o custo da extração.

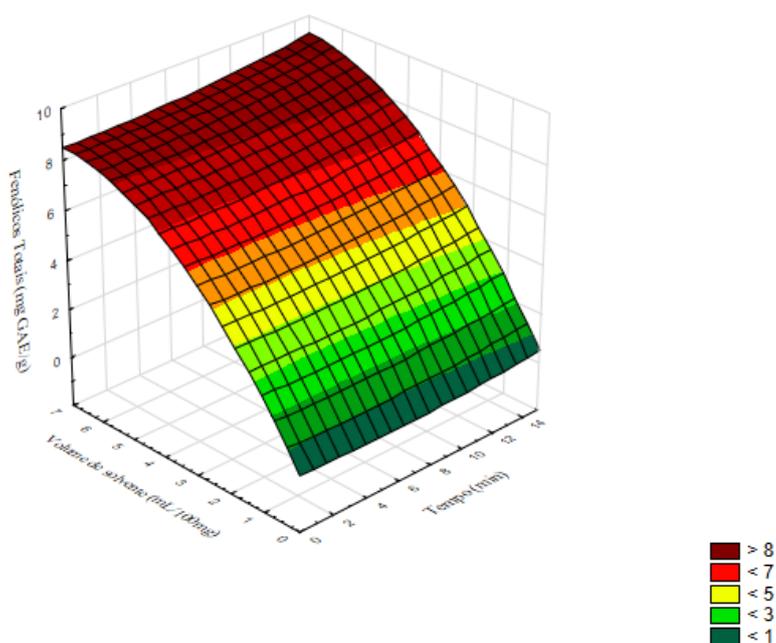


Figura 2- Gráfico de superfície de resposta das variáveis volume de solvente e tempo de extração de compostos fenólicos totais.

Identificação de compostos individuais no extrato otimizado

Os extratos otimizados foram analisados por HPLC-ESI-QTOF-MS, para identificar os compostos fenólicos extraídos da cebola roxa. Foram identificados dez compostos fenólicos, mais especificamente pertencentes ao grupo dos flavonoides, e desses, cinco são antocianinas, pigmentos encontrados na cebola de coloração roxa. Esses compostos foram relatados em outros estudos realizados com cebola roxa (13,16). O composto majoritário identificado no extrato foi a delphinidina 3,5-diglicosídeo 579,1 µg/g.

Tabela 5 - Compostos identificados e quantificados por HPLC-ESI-QTOF-MS no ponto ótimo

Nome	Íon	TR	m/z experimental	m/z teórico	Quantificação (µg/g)
Flavonoides					
	[M - H] ⁻				
Quercetina 7,4'-O-diglicosídeo	C27H29O17	6,96	625,1388	625,141	16,24 ± 0,18
Isoramnetin 3,4'-O-diglicosídeo	C28H31O17	7,06	639,1545	639,1567	15,98 ± 10,89
Quercetina 3-O-glicosídeo	C21H19O12	7,53	463,0855	463,0882	31,77 ± 2,81
Quercetina 4'-O-glicosídeo	C21H19O12	8,02	463,0857	463,0882	99,21 ± 4,10
Isoramnetin 4'-O-glicosídeo	C22H21O12	8,2	477,1041	477,1038	20,72 ± 1,86
Antocianinas					
	[M - H] ⁺				
Delfinidina 3,5-diglicosídeo	C27H31O17	6,91	627,1549	627,1556	579,1 ± 60,57
Cianidina 3,5-diglicosídeo	C27H31O16	6,05	611,1596	611,1607	61,46 ± 5,02
Cianidina 3-glicosídeo	C21H21O11	5,49	449,1072	449,1078	207,51 ± 10,00
Cianidina 3-(6''-malonil)-glicopiranosídeo	C24H23O14	6,78	535,1076	535,1082	202,97 ± 24,04
Petunidina-3-O-glicosídeo	C22H23O12	8,18	479,1173	479,1184	21,11 ± 3,64

Todos os valores foram expressos como média ± desvio padrão (n = 3).

CONCLUSÕES

A otimização multivariada com emprego de solventes hidroalcoólicos, assistida por ultrassom, mostrou ser uma estratégia eficiente para obtenção de extrato com alta concentração de compostos fenólicos (flavonoides e antocianinas) em cebola roxa. A melhor condição experimental para extração de compostos fenólicos totais em cebola roxa foi a utilização de 40% de etanol, volume de solvente 5,2 mL/100mg e tempo de extração

de 12,32 min. O modelo quadrático forneceu uma descrição capaz de prever a condição ótima de extração. Como consequência, se obteve o extrato de cebola roxa otimizado, no qual foram identificados dez compostos fenólicos, entre flavonoides e antocianinas.

REFERÊNCIAS

1. Marrelli M, Amodeo V, Statti G, Conforti F. Biological Properties and Bioactive Components of *Allium cepa* L.: Focus on Potential Benefits in the Treatment of Obesity and Related Comorbidities. *Molecules* . 2018 Dec 30;24(1):119.
2. Peruzzi L, Carta A, Altinordu F. Chromosome diversity and evolution in *Allium* (Allioideae, Amaryllidaceae). *Plant Biosyst - An Int J Deal with all Asp Plant Biol*. 2017 Mar 4;151(2):212–20.
3. Nile A, Gansukh E, Park G-S, Kim D-H, Hariram Nile S. Novel insights on the multi-functional properties of flavonol glucosides from red onion (*Allium cepa* L) solid waste – In vitro and in silico approach. *Food Chem*. 2021 Jan;335:127650.
4. Bystrická J, Musilová J, Vollmannová A, Timoracká M, Kavalcová P. Bioactive components of onion (*Allium cepa* L.) — a Review. *Acta Aliment*. 2013 Mar;42(1):11–22.
5. Nile A, Nile SH, Kim DH, Keum YS, Seok PG, Sharma K. Valorization of onion solid waste and their flavonols for assessment of cytotoxicity, enzyme inhibitory and antioxidant activities. *Food Chem Toxicol*. 2018 Sep;119:281–9.
6. Chiew SP, Thong OM, Yin KB. Report International Journal of Integrative Biology Phytochemical composition , antimicrobial and cytotoxic activities of red onion peel extracts prepared using different methods peel extracts. *Int J Integr Biol*. 2014;15(2):49–54.
7. Aguiar CL de, Alencar SM de, Tsai SM, Park YK. Enzyme Transformation Of Flavonoids. *Bol do Cent Pesqui Process Aliment*. 2007 Jul 30;25(1).
8. Roselló-Soto E, Galanakis CM, Brnčić M, Orlie V, Trujillo FJ, Mawson R, et al. Clean recovery of antioxidant compounds from plant foods, by-products and algae assisted by ultrasounds processing. Modeling approaches to optimize processing conditions. *Trends Food Sci Technol*. 2015 Apr;42(2):134–49.
9. Parniakov O, Apicella E, Koubaa M, Barba FJ, Grimi N, Lebovka N, et al. Ultrasound-assisted green solvent extraction of high-added value compounds from microalgae *Nannochloropsis* spp. *Bioresour Technol*. 2015 Dec;198:262–7.
10. Chemat F, Rombaut N, Sicaire A-G, Meullemiestre A, Fabiano-Tixier A-S, Abert-Vian M. Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review. *Ultrason Sonochem*. 2017 Jan;34:540–60.
11. Nutrizio M, Gajdoš Kljusurić J, Marijanović Z, Dubrović I, Viskiće M, Mikolaj E, et al. The Potential of High Voltage Discharges for Green Solvent Extraction of

- Bioactive Compounds and Aromas from Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.)—
Computational Simulation and Experimental Methods. *Molecules*. 2020 Aug
14;25(16):3711.
12. Dairi S, Dahmoune F, Belbahi A, Remini H, Kadri N, Aoun O, et al. Optimization of microwave extraction method of phenolic compounds from red onion using response surface methodology and inhibition of lipoprotein low-density oxidation. *J Appl Res Med Aromat Plants*. 2021 Apr;22:100301.
 13. González-de-Peredo A V., Vázquez-Espinosa M, Espada-Bellido E, Carrera C, Ferreiro-González M, Barbero GF, et al. Flavonol Composition and Antioxidant Activity of Onions (*Allium cepa* L.) Based on the Development of New Analytical Ultrasound-Assisted Extraction Methods. *Antioxidants*. 2021 Feb 10;10(2):273.
 14. Swain T, Hillis WE. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. — The quantitative analysis of phenolic constituents. *J Sci Food Agric*. 1959 Jan;10(1):63–8.
 15. Derringer G, Suich R. Simultaneous Optimization of Several Response Variables. *J Qual Technol*. 1980 Oct 22;12(4):214–9.
 16. Zhang S, Deng P, Xu Y, Lü S, Wang J. Quantification and analysis of anthocyanin and flavonoids compositions, and antioxidant activities in onions with three different colors. *J Integr Agric*. 2016 Sep;15(9):2175–81.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-116>

Capítulo 116

PEPTÍDEOS BIOATIVOS: OBTENÇÃO E PROPRIEDADES BIOLÓGICAS

Jeferson Silva Cunha¹; Arthur Pompilio da Capela²; Alécia Daila Barros Guimarães³; Isabela Soares Magalhães⁴; Letícia Bruni de Souza⁵; Lorena Soares Xavier⁶; Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior⁷

^{1,2,3,4}Estudantes do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – CCE – UFV; E-mail: jefersonscunhaa@gmail.com/
arthurpompilio@hotmail.com/alecia.guimaraes@ufv.br/isabela.magalhaes@ufv.br

⁵Estudante de Bacharelado em Ciência e Tecnologia de Laticínios – CCE – UFV; E-mail: leticia.bruni@ufv.br

⁶Estudante de Engenharia de Alimentos – CCE – UFV; E-mail: lorena.xavier@ufv.br

⁷Docente/pesquisador do Departamento de Tecnologia de Alimentos – CCE – UFV. E-mail: bruno.leitejr@ufv.br

RESUMO: A crescente procura por uma alimentação mais saudável por parte dos consumidores têm estimulado a produção de estudos para a identificação de compostos que sejam nutricionalmente benéficos à saúde. Nessa perspectiva, surgem os peptídeos bioativos. Esses compostos podem ser derivados de proteínas vegetais e animais e apresentam grande interesse industrial devido às propriedades biológicas, como atividade antioxidante, anti-hipertensiva, antimicrobiana, antidiabética, dentre outras. Os peptídeos bioativos podem ser obtidos a partir de síntese química, fermentação ou hidrólise enzimática, sendo essa última a mais utilizada. A hidrólise enzimática é um processo que utiliza enzimas para gerar peptídeos de diversos tamanhos e composição a partir da proteína nativa. No setor de alimentos, torna-se atrativa a procura por peptídeos bioativos, pois eles agregam valor nutricional e podem ser utilizados para promoção da saúde dos consumidores. Sendo assim, esta revisão tem como objetivo identificar as diferentes fontes de peptídeos bioativos, bem como suas principais propriedades biológicas.

Palavras-chave: peptídeos; proteases; propriedades biológicas; proteínas

INTRODUÇÃO

O aumento do nível de consciência do consumidor acerca da relação entre os hábitos alimentares e determinados tipos de doenças tem influenciado a busca por uma dieta mais saudável, com a incorporação de alimentos que apresentem nutrientes com maior saudabilidade. Nesse sentido, diversos segmentos de consumo estão surgindo, entre os quais é possível destacar a procura de alimentos funcionais.

Alimentos funcionais são aqueles que além de funções nutricionais primordiais, são capazes de produzir efeitos promotores da saúde. Esses alimentos, e também ingredientes funcionais, caracterizam-se por oferecer benefícios à saúde, podendo atuar na redução do risco de doenças. Nesse contexto, os peptídeos bioativos (PBA) têm ganhado destaque uma vez que seu consumo está associado a melhora efetiva de diversas funções corporais.

Segundo Sánchez e Vázquez, os peptídeos bioativos são substâncias orgânicas de baixo peso molecular formadas por 2 a 20 aminoácidos unidos por ligações peptídicas.

Esses peptídeos podem ser obtidos industrialmente por meio da hidrólise química ou enzimática. Além disso, podem ser liberados durante o processamento de alimentos ou por meio da hidrólise proteica durante a digestão gastrointestinal (1).

A atividade biológica dos peptídeos depende da composição e sequência de aminoácidos (2). Além dos benefícios direto na saúde e no bem-estar, agindo como fonte de nutrição, podem demonstrar inúmeras funções fisiológicas potenciais com base em seu modo de ação, como antimicrobiano, antitrombótico, anti-hipertensivo, opioide, imunomodulador, antioxidante e outros (3).

Atualmente os maiores desafios para produção e comercialização dos peptídeos com potencial bioativos envolvem a identificação e o isolamento de novos peptídeos, a elucidação dos mecanismos de ação envolvidos em suas bioatividades e o desenvolvimento de bioprocessos eficientes para sua produção (4).

Nesse sentido, a presente revisão discorre sobre as principais proteínas vegetais e animais, como também descreve o potencial dessas proteínas para gerar peptídeos com propriedades biológicas diversas.

OBTENÇÃO DE PEPTÍDEOS BIOATIVOS

A hidrólise enzimática é a principal estratégia para produção de peptídeos bioativos. Embora a obtenção de peptídeos possa ocorrer por hidrólise química ou por fermentação o uso de enzimas permite um melhor controle, maior especificidade e maior pureza dos compostos obtidos (5)

Diferentes enzimas proteolíticas são usadas para hidrólise enzimática, como papaína, pepsina, protease, pancreatina, tripsina, quimiotripsina, álcalis, termolisina, junto com as enzimas de fontes bacterianas e fúngicas, dependendo da fonte proteica (6). Dentre as principais enzimas comerciais, destacam-se a Alcalase®, Neutrase®, Novo Pro-D®, Flavourzyme® e Protamex®.

Todas as proteases apresentam certo grau de especificidade em relação ao substrato, em geral relacionado aos aminoácidos envolvidos na ligação peptídica a ser hidrolisada e àqueles adjacentes a eles (7). Diversos fatores influenciam na obtenção de peptídeos com propriedades biológicas, dentre eles destacam-se a fonte proteica, o pré-tratamento do substrato, o tipo de protease utilizada e as condições de hidrólise aplicadas, incluindo a relação enzima-substrato (E/S), temperatura, pH e tempo de hidrólise. Em condições otimizadas podem ser obtidos peptídeos com tamanho e sequência de aminoácidos específicos que irá desempenhar a atividade biológica desejada (8).

Geralmente, após a hidrólise enzimática, a mistura é centrifugada para separar o sobrenadante que contém peptídeos de baixo peso molecular dos precipitados (9). Os peptídeos podem ser recuperados por liofilização, dessalinização, filtração por membrana e ultrafiltração por membrana ou cromatografia em coluna. A filtração em gel pode ser usada para dessalinizar rapidamente os peptídeos de baixo peso molecular e separá-los com base em seus tamanhos (10-11).

PEPTÍDEOS DE PROTEÍNAS VEGETAIS E SUAS PROPRIEDADES BIOLÓGICAS

As proteínas alimentares são selecionadas como uma fonte de peptídeos bioativos com base em dois fatores: (i) a busca do uso de valor agregado de proteínas subutilizadas abundantes ou subprodutos da indústria de alimentos ricos em proteínas, (ii) utilização de proteínas contendo sequências específicas de peptídeos ou resíduos de aminoácidos de particular interesse farmacológico (12).

Recentemente, uma abordagem em bioinformática (*in silico*), foi proposta para a previsão de fontes de proteína alimentar que podem produzir peptídeos bioativos (13). Enzimas específicas que podem clivar os segmentos identificados da proteína original são escolhidas para hidrolisar os peptídeos. Esta estratégia aumenta a identificação de peptídeos conhecidos de proteínas desconhecidas (14). Esta abordagem pode levar à seleção de excelentes fontes de proteína de peptídeos bioativos apenas quando os detalhes das propriedades estrutura-função das sequências ativas são conhecidos. Proteínas de origem vegetal e animal são fontes potenciais de uma ampla gama de peptídeos bioativos criptografados em sua estrutura (15).

Em vegetais, as proteínas estão presentes em diferentes partes de sua estrutura, como sementes, talos, córtex, pecíolos, folhas, flores, frutos, raízes, rizomas e tubérculos (16). A Tabela 1 apresenta diferentes peptídeos derivados de proteínas vegetais com suas respectivas propriedades biológicas.

Tabela 1 – Proteínas de origem vegetal: fontes de peptídeos com potencial propriedade biológica.

Fonte	Peptídeo	Função Fisiológica	Referência
Milho	LPP	Antihipertensivo	(17)
	YA, LMCH	Antioxidante	(18)
Feijão	EGLELLLLLLAG, FEELN, TTGGKGGK, KKSSG, KTYGL, GGGLHK, CPGNK, VKFMT	Antidiabético	(19)
	VGECVRGRCPSGMCCSQF e	Antimicrobiano	(20)
Amarant o	GYCGKGPKYCG	Anticarcinogênico	(21)
	GGV, IVG e VGVL		
Soja	VW e GQ		
	VPY	Antiinflamatório	(22)
	MITLAIPVNKPGR	Imunomodulatório	(23)
	LPYP	Hipocolesterolêmi co	(24)

Peptídeos gerados a partir da digestão de diferentes proteínas são relatados como possuidores de atividades antioxidantes (25). Logo, a procura por antioxidantes naturais se estendeu para proteínas e peptídeos de origem vegetal e animal, como proteínas de soja, zeína, germen de trigo, gelatina, albumina de ovo e proteínas lácteas (26). O potencial antioxidante de um composto é determinado pela reatividade do mesmo como doador de elétrons ou hidrogênio, capacidade de deslocar ou estabilizar um elétron desemparelhado, reatividade com outro antioxidante e reatividade com oxigênio molecular (27).

O tipo de aminoácido desempenha um papel importante na determinação da atividade antioxidante dos peptídeos. Os aminoácidos aromáticos como Tyr, His, Trp e Phe podem doar prótons contribuindo para as propriedades de eliminação de radicais. Por outro lado, os aminoácidos hidrofóbicos foram descritos como relevantes por aumentar a presença de peptídeos na interface água-lipídio e, em seguida, acessar os radicais livres de eliminação da fase lipídica. Finalmente, os aminoácidos carregados utilizam grupos carbonilo e amino da cadeia lateral como quelantes de íons metálicos (28).

Coelho et al estudaram os peptídeos obtidos pela hidrólise enzimática de proteína proveniente da Chia (*Salvia hispanica L.*). Os resultados demonstraram que as frações

peptídicas da chia possuem potencial de atuarem como antioxidante, bem como prevenir doenças por danos celulares (29).

A hipertensão arterial é caracterizada por níveis elevados e sustentados da pressão arterial, é uma doença multifatorial que sofre a influência de fatores ambientais, possui uma alta prevalência e um baixo controle, atingindo um grande número de indivíduos (30). O tratamento é realizado com diversos medicamentos sintéticos: β -bloqueadores, diuréticos, inibidores da enzima conversora de angiotensina (ECA) e bloqueadores de receptores da angiotensina II (31).

A enzima conversora de angiotensina (ECA) tem sido associada com o sistema renina-angiotensina, que regula a pressão sanguínea arterial. A inibição desta enzima pode exercer efeito anti-hipertensivo. Um grande número de peptídeos inibidores da ECA tem sido isolados através da digestão enzimática de várias proteínas e são atualmente um grupo de peptídeos bioativos bastante estudados (32).

Han et al desenvolveram um estudo com proteínas provenientes de oleaginosas, como girassol, soja e linhaça. Os pesquisadores estudaram a possibilidade de gerar peptídeos inibidores da ECA utilizando abordagens distintas de bioinformática. Ao final dos estudos, os resultados demonstraram que as proteínas oleaginosas produzem peptídeos inibidores da ECA (33).

Além das propriedades biológicas supracitadas, os peptídeos bioativos podem apresentar impacto direto e benéfico na saúde, atuando também como antidiabéticos. Um estudo realizado *in vivo* por Yamada et al mostrou que um peptídeo μ -opioide derivado de soja, que exibe efeitos anorexígenos e semelhantes aos ansiolíticos, aumentou a tolerância à glicose e melhorou a sensibilidade à insulina em camundongos mantidos em uma dieta normocalórica. Além disso, os níveis plasmáticos de insulina e glicose diminuíram após a administração oral do mesmo peptídeo em camundongos KKAY, um animal modelo de diabetes tipo 2 (34).

PEPTÍDEOS DE PROTEÍNAS ANIMAIS E SUAS PROPRIEDADES BIOLÓGICAS

As proteínas animais apresentam grande potencial de aplicação na área de compostos bioativos, por possuírem importantes atividades biológicas (35). A Tabela 2 apresenta diferentes peptídeos derivados de proteínas animais com suas respectivas propriedades biológicas.

As proteínas do leite são consideradas a fonte mais importante de peptídeos bioativos. Um grande número de estudos têm demonstrado que a hidrólise das proteínas do leite por proteases pode resultar na produção de peptídeos biologicamente ativos (6).

Recentemente, os peptídeos bioativos das proteínas do soro de leite foram investigados. Observou-se que esses peptídeos se tornam ativos durante a digestão pelas enzimas gastrintestinais e fermentação do leite por culturas de bactérias, o que reforça a resposta imunológica (aumento no combate às infecções), o controle da hipertensão arterial e atividades anticancerígenas, atuando como antioxidantes (6).

O composto bioativo derivado do soro de leite é o tripeptídeo Ile-Pro-Ala, liberado da hidrólise de β -lactoglobulina, que pode atuar como inibidor de dipeptidil peptidase-4, reduzindo os níveis de glicose e estimulando a insulina (36). Outros tripeptídeos derivados da β -caseína Ile-Pro-Pro e Val-Pro-Pro, por ação de uma protease encontrada em *L. helveticus*, apresentaram capacidade anti-hipertensiva quando testados em ratos naturalmente hipertensos (37).

Como há diversas fontes de peptídeos derivados de proteínas animais, vários estudos foram e têm sido realizados para demonstrar o potencial dos bioativos. Um estudo

realizado por Mendis et al. , por exemplo, relatou que hidrolisados proteicos de pescado apresentaram atividade antioxidante maior quando comparada a antioxidantes sintéticos, como α -tocoferol e hidroxianisol butilado, pelo método de determinação da capacidade antioxidante (38).

Tabela2. Proteínas de origem animal: fontes de peptídeos com potencial propriedade biológica

Fonte	Produto	Peptídeo	Função Fisiológica	Referência
Lácteos	Leite Bovino	fragmentos de leite bovino f(106–116) e f(17–111)	Antitrombótico Antimicrobiano	(36-37)
	Leite Fermentado	Val-Pro-Pro, Ile-Pro-Pro	Antihipertensiv o	(38)
	Hidrolisados de Caseína	Arg-Tyr-Lue-Gly-Tyr, Ala-Tyr-Phe-Tyr-Pro-Glu, Casokinins	Antihipertensiv o	(39-40)
	Proteínas do Soro	Lactoferricina	Antimicrobiano	(41)
Ovos	Proteínas da clara	Arg-Val-Pro-Ser-Leu	IECA	(42)
Carne	Carne Suína	Arg-Pro-Arg	Antihipertensiv o	(43)
	Músculo de peito de frango	GFHypGTHypGLHypGF	IECA	(44)
	Hidrolisados de carne bovina	VLAQYK GFHI, DFHING, FHG e GLSDGEWQ	Antihipertensiv o Antimicrobiano	(45-46)
Pescad os	Colágeno de pele de salmão do Atlântico (<i>Salmo salar L.</i>)	Ala-Pro e Val-Arg	IECA	(47)
	Músculo escuro de atum	Leu-Pro-His-Val-Leu-Thr-Pro-Glu-Ala-Gly-Ala-Thr e Pro-Thr-Ala-Glu-Gly-Gly-Val-Tyr-Met-Val-Thr	Anticarcinogêni co	(48)

CONCLUSÕES

A produção peptídeos bioativos das mais diversas fontes de proteínas disponíveis na natureza, é uma abordagem promissora a ser explorada pela indústria alimentícia e áreas correlatas, já que ampliação dessas fontes garante um aumento na possibilidade de obtenção de formas mais ativas desses peptídeos, aumentando a disponibilidade de biomoléculas com potencial de benefícios fisiológicos. A hidrólise enzimática é capaz de liberar uma enorme quantidade dessas biomoléculas, que possuem diversas propriedades tecnológicas e terapêuticas, como atividades antimicrobiana, antitrombótica, anti-hipertensiva, antioxidante e imunomoduladora. Tais atividades faz com que os peptídeos bioativos demonstrem inúmeras funções fisiológicas potenciais no corpo, contribuindo para a prevenção de doenças, contribuindo para o aumento da qualidade de vida.

Apesar de promissores, a obtenção de peptídeos bioativos a partir de fontes alternativas gera componentes muitas vezes desconhecidos, o que requer maiores pesquisas em termos de identificação e purificação de tais hidrolisados, afim de entender os mecanismos pelos quais eles exercem seus efeitos sobre a saúde, além de sua biodisponibilidade após ingestão por meio de testes *in vivo* e *in vitro*, para demonstrar a efetividade do seu uso na prevenção de várias doenças.

A realização desses estudos garante a diversificação do mercado de produtos funcionais, com os peptídeos bioativos atuando como um candidato potencial na contribuição da melhoria da saúde humana.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo financiamento do projeto (n° 429033/2018-4), pela bolsa de produtividade à B.R.C. Leite Júnior (n°306514/2020-6) e pela bolsa de mestrado concedida à A.P. Capela; a CAPES (Código de Financiamento 001) pela bolsa de mestrado concedida à J.S. Cunha.

REFERÊNCIAS

1. Sánchez, A.; Vázquez, A. Bioactive peptides: A review. *Food Qual. and Saf.*, 2017, v. 1, p. 29–46.
2. Fields, K.; Falla, T.J.; Rodan, K.; Bush, L. Bioactive peptides: signaling the future. *Jour. of Cosm. Derm.*, , 2009, v. 8, p. 8–13.
3. Lemes, A.C.; Sala, L.; Ores, J.D.C.; Braga, A.R.C.; Egea, M.B.; Fernandes, K.F. A review of the latest advances in encrypted bioactive peptides from protein-rich waste. *Int. Jour. of Mol Sc*, 2016. v. 17, p. 950.
4. Agyei, D.; Ongkudon, C. M.; Wei, C. Y.; Chan, A. S.; Danquah, M. K. Bioprocess challenges to the isolation and purification of bioactive peptides. *Food Bioprod. Process*, , 2016. v. 98, p. 244–256.
5. Lee, S.Y.; HUR, S.J. Antihypertensive peptides from animal products, marine organisms, and plants. *Food Chem.*,2017, v. 228, p. 506–517.
6. Korhonen, H.; Pihlanto, A. Bioactive peptides: production and functionality. *Int. Dairy J.*, 2006, v. 16, p. 945–960.
7. Santos, L. F., Koblitz, M. G. B. Proteases. In: Koblitz, M. G. B. *Bioquímica de Alimentos*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p. 78-103.
8. Bah, C. S. F., Bekhit, A.E.A., Mcconnell, M. A., Carne, A. Generation of bioactive peptide hydrolysates from cattle plasma using plant and fungal proteases. *Food Chem.*, 2016, v. 213, p. 98 – 107.
9. Zhang, N.; Zhang, C.; Chen, Y.; Zheng, B. Purification and characterization of antioxidant peptides of *pseudosciaena crocea* protein hydrolysates. *Molecules*, 2016, v. 22, p. 57.

10. Zhang, H.; Yokoyama, W.H.; Zhang, H. Concentration-dependent displacement of cholesterol in micelles by hydrophobic rice bran protein hydrolysates. *J. Sci. Food Agric.*, 2012, v. 92, p. 1395–1401.
11. Ferri, M.; Graen-heedfeld, J.; Bretz, K.; Guillon, F.; Michelini, E.; Calabretta, M.M.; Lamborghini, M.; Gruarin, N.; Roda, A.; Kraft, A. Peptide fractions obtained from rice by-products by means of an environment-friendly process show in vitro health-related bioactivities. *Plos One*, v. 12, 2017, p. 0170954.
12. Udenigwe, C.C.; Aluko, R.E. Food protein-derived bioactive peptides: production, processing, and potential health benefits. *J. Food Sci.*, 2012., v. 71, p. 11-24.
13. Gu, Y.; Majumder, K.; Wu, J. QSAR-aided in silico approach in evaluation of food proteins as precursors of ACE inhibitory peptides. *Food Res. Int.*, 2011, v. 44, p. 2465–74.
14. Daliri, E.B-M.; Oh, D.H.; Lee, B.H. Bioactive Peptides. *Foods*, 2017, v. 6, p. 32.
15. Bhat, Z. F.; Kumar, S.; Bhat, H. F. Bioactive peptides from egg: a review. *Nutr. and Food Sc.*, 2015. v. 45, p. 190–212.
16. Bildanova, L. L.; Salina, E. A.; Shumny, V. K. Main properties and evolutionary features of antifreeze proteins. *Russ. Jour of Gen.: Applied Research*, 2013, v. 3, n. 1, p. 66-82.
17. Garcia-mora P.; Penas, E.; Frias, J.; Gomez, R.; Martinez-villaluenga, C. High-pressure improves enzymatic proteolysis and the release of peptides with angiotensin I converting enzyme inhibitory and antioxidant activities from lentil proteins. *Food Chem.*, 2015. v. 171, p. 224–232.
18. Tang, W.; Zhang, H.; Wang, L.; Qian, H.; Qi, X. Targeted separation of antibacterial peptide from protein hydrolysate of anchovy cooking wastewater by equilibrium dialysis. *Food Chem.*, v. 168, 2015.p. 115–123.
19. Mojica L.; Mejía, E.G.D. Optimization of enzymatic production of anti-diabetic peptides from black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) proteins, their characterization and biological potential. *Food Funct.*, 2016, v. 7, p. 713–727.
20. Soares, R.; Mendonça, S.; Castro, L.I.A.; Menezes, A.C.C.C.C.; Arêas, J.A.G. Major peptides from amaranth (*Amaranthus cruentus*) protein inhibit HMG-CoA reductase activity. *Int. J. Mol. Sci.*, 2015, v. 16, p. 4150–4160.
21. Montoya-rodríguez, A.; Mejía E.G.; dia V.P.; Reyes-moreno, C.; milán-carrillo, J. Extrusion improved the anti-inflammatory effect of amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) hydrolysates in LPS-induced human THP-1 macrophage-like and mouse RAW 264.7 macrophages by preventing activation of NF-κB signaling. *Mol. Nutr. Food Res.*, 2014, v. 58, p. 1028–1041.
22. Kovacs-nolan, J.; zhang, H.; Ibuki, M.; Nakamori, T.; Yoshiura, K.; Turner, P.V.; MATSUI, T.; MINE, Y. The PepT1-transportable soy tripeptide VPY reduces

- intestinal inflammation. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Gen. Subj.*, 2012, v. 1820, p. 1753-176.
23. Tsuruki, T.; Kishi, K.; Takahashia, M.; Tanaka, M.; Matsukawa, T.; Yoshikawa, M. Soymetide, an immunostimulating peptide derived from soybean β -conglycinin, is an fMLP agonist. *FEBS Letters*, 2003, v. 540, p. 206-210.
 24. Know, D.Y.; Oh, S.W.; Lee, J.S.; Yang, H.J.; Lee, S.H.; Lee, J.H., Lee, Y.B.; Sohn, H.S. Amino acid substitution of hypocholesterolemic peptide originated from glycinin hydrolyzate. *Food Sci. Biotechnol.*, , 2002, v. 11, p. 55– 61.
 25. Chen, H.M.; Muramoto, K.; Yamauchi, F.; Nokihara, K. Antioxidant activity of designed peptides based on the antioxidant peptide isolated from digests of a soybean protein. *J. Agric. Food Chem.*, 1996, v. 44, 2619-2623.
 26. ZHANG, L., LI, J., & ZHOU, K. Chelating and radical scavenging activities of soy protein hydrolysates prepared from microbial proteases and their effect on meat lipid peroxidation. *Bioresour. Technol.*, v.101, p. 2084-2089.
 27. OLIVEIRA, M. S. Inibição de crescimento fúngico e sua produção de micotoxinas por compostos fenólicos presentes em vegetais e seus resíduos. Dissertação de Mestrado, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS, 2005.
 28. Toldrá, F., Reig, M., Aristoy, M. C., & Mora, L. (2017). Generation of bioactive peptides during food processing. *Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.06.119>.
 29. COELHO, Michele Silveira et al. In vitro and in vivo antioxidant capacity of chia protein hydrolysates and peptides. *Food hydrocolloids*, v. 91, p. 19-25, 2019.
 30. ROSÁRIO, T. M.; Scala L.C.; França GV, Pereira MR, Jardim PC. Prevalence, control and treatment of arterial hypertension in Nobres - MT. *Arq Bras Cardiol*, v. 93, n. 6, p. 622-8, 672-8, Dec 2009. ISSN 1678-4170. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20379643> >.
 31. TORRUCO-UCO, J. G.; DOMÍNGUEZ-MAGAÑA, M. A.; DÁVILA-ORTÍZ, G.; MARTÍNEZ-AYALA, A.; CHEL-GUERRERO, L. A.; BETANCUR-ANCONA, D.A. Péptidos antihipertensivos, una alternativa de tratamiento de origen natural: una revisión. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, v. 6, n. 2, p. 158-168, 2008.
 32. MAES, W.; VAN CAMP, J.; VERMEIRSSSEN, V.; HEMERYCK, M.; KETELSLEGERS, J. M.; SCHREZENMEIER, J., *et al.* Influence of the lactokinin Ala-Leu-Pro-Met-His-Ile-Arg (ALPMHIR) on the release of endothelin- 1 by endothelial cells. *Regulatory Peptides*, 118, 105–109, 2004.
 33. HAN, Ruixian et al. Identification of angiotensin converting enzyme and dipeptidyl peptidase-IV inhibitory peptides derived from oilseed proteins using two integrated bioinformatic approaches. *Food research international*, v. 115, p. 283-291, 2019.

34. Y. Yamada, A. Muraki, M. Oie, N. Kanegawa, A. Oda, Y. Sawashi, K. Kaneko, M. Yoshikawa, T. Goto, N. Takahashi, T. Kawada, K. Ohinata. Soymorphin-5, um peptídeo μ -opioide derivado de soja, diminui os níveis de glicose e triglicerídeos por meio da ativação de sistemas de adiponectina e PPAR α em camundongos KKAY diabéticos. *Sou. J. Physiol. Endocrinol. Metab.*, 302 (2012), pp. E433 - E440.
35. LAFARGA, T.; HAYES, M. Bioactive peptides from meat muscle and byproducts: generation, functionality and application as functional ingredients. *Meat Science*, v. 98, n. 2, p. 227–239, october. 2014.
36. BRANDELLI, A.; DAROIT, D. J.; CORRÊA, A. P. F. Whey as a Source of Peptides with Remarkable Biological Activities. *Food Research International*, v. 73, p. 149–161, 2015.
37. MIYAZAKI, H.; NAKAMURA, T.; OHKI, K.; NAGAI, K. Effects of the Bioactive Peptides Ile-Pro-Pro and Val-ProPro upon Autonomic Neurotransmission and Blood Pressure in Spontaneously Hypertensive Rats. *Autonomic Neuroscience*, v. 208, p. 88–92, 2017.
38. MENDIS, E.; RAJAPAKSE, N.; KIM, S. Antioxidant properties of a radical scavenging peptide purified from enzymatically prepared fish skin gelatine hydrolysate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.53, n. 3, p.581–587, december. 2004.
39. CHABANCE, B.; JOLLÈS, P.; IZQUIERDO, C.; MAZOYER, E.; FRANCOUAL, C.; DROUET, L.; FIAT, A.M. Characterization of an antithrombotic peptide from α -casein in newborn plasma after milk ingestion. *Br. J. Nutr.*, V. 73, p. 583-590, 1995.
40. WAKABAYASHI, H.; TAKASE, M.; TOMITA, M. Lactoferricin derived from milk protein lactoferrin. *Curr. Pharm. Des.*, v. 16, p. 1277–1287, 2003.
41. NAKAMURA, Y.; YAMAMOTO, N.; SAKAI, K.; TAKANO, T. Antihypertensive effect of sour milk and peptides isolated from it that are inhibitors to angiotensin I-converting enzyme. *J. Dairy Sci.*, v. 78, p. 1253–1257, 1995.
42. CONTRERAS, M.D.M.; CARRÓN, R.; MONTERO, M.J.; RAMOS, M.; RECIO, I. Novel casein-derived peptides with antihypertensive activity. *Int. Dairy J.*, v. 19, p. 566–573, 2009.
43. BELLAMY, W.; TAKASE, M.; WAKABAYASHI, H.; KAWASE, K.; TOMITA, M. Antibacterial spectrum of lactoferricin B, a potent bactericidal peptide derived from the N-terminal region of bovine lactoferrin. *J. Appl. Bacteriol.*, v.73, p. 472–479, 1992.
44. FITZGERALD, R.J.; MURRAY, B.A.; WALSH, D.J. Hypotensive peptides from milk proteins. *J. Nutr.*, v. 134, p. 980–988, 2004.

45. YU, Z.; YIN, Y.; ZHAO, W.; WANG, F.; YU, Y.; LIU, B.; LIU, J.; CHEN, F. Characterization of ACE-inhibitory peptide associated with antioxidant and anticoagulation properties. *Journal of Food Science*, v. 76, p. 1149–1155, 2011.
46. ESCUDERO, E.; TOLDRA, F.; SENTANDREU, M. A.; NISHIMURA, H.; ARIHARA, K. Antihypertensive activity of peptides identified in the in vitro gastrointestinal digest of pork meat. *Meat Science*, v. 91, p. 382–384, 2012.
47. SAIGA, A.; OKUMURA, T.; MAKIHARA, T.; KATSUDA, S.I.; MORIMATSU, F.; NISHIMURA, T. Action mechanism of an angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptide derived from chicken breast muscle. *J. Agric. Food Chem.*, v. 54, p. 942–945, 2006.
48. JANG, A.; LEE, M. Purification and identification of angiotensin converting enzyme inhibitory peptides from beef hydrolysates. *Meat Sci.*, v. 69, p. 653–661, 2005.
49. JANG, A.; JO, C.; KANG, K.S.; LEE, M. Antimicrobial and human cancer cell cytotoxic effect of synthetic angiotensin-converting enzyme (ACE) inhibitory peptides. *Food Chem.*, v. 107, p. 327–336, 2008.
50. GU, R.Z.; LI, C.Y.; LIU, W.Y.; YI, W.X.; CAI, M.Y. Angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity of low-molecular-weight peptides from Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) skin. *Food Res. Int.*, v. 44, p. 1536–40, 2011.
51. HSU K.; LI-CHAN, E.C.Y.; JAO, C. Antiproliferative activity of peptides prepared from enzymatic hydrolysates of tuna dark muscle on human breast cancer cell line MCF-7. *Food Chem.*, v. 126, p. 617–22, 2011.

doi <https://doi.org/10.53934/9786599539633-117>

Capítulo 117

PERESKIA ACULEATA MILLER (ORA-PRO-NÓBIS): BENEFÍCIOS À SAÚDE E POTENCIAL PARA USO EM PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

Isabela Soares Magalhães¹; Alécia Daila Barros Guimarães²; Letícia Bruni de Souza³; Ana Flávia Coelho Pacheco⁴; Lorena Soares Xavier⁵; Bruno Ricardo de Castro Leite Júnior⁶

^{1,2}Estudantes do Curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - CCE – UFV; E-mail: isabela.magalhaes@ufv.br; alecia.guimaraes@ufv.br ³Estudante do Curso de Ciência e Tecnologia de Laticínios - CCE – UFV; E-mail: leticia.bruni@ufv.br ⁴Estudante do Curso de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - CCE – UFV; E-mail: ana.f.pacheco@ufv.br ⁵Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CCE – UFV; E-mail: lorena.xavier@ufv.br ⁶Docente/pesquisador do Depto de Tecnologia de Alimentos – CCE – UFV. E-mail: bruno.leitejr@ufv.br.

RESUMO: Plantas alimentícias não convencionais (PANC) são alimentos com alto potencial nutricional que apresentam consumo local ou regional. Tradicionalmente, não são consumidas pela população em larga escala, exercendo influência na alimentação de populações específicas. Dentre as diversas PANC encontradas no Brasil, destaca-se a *Pereskia aculeata* Miller, conhecida popularmente como ora-pro-nóbis (OPN). Essa PANC pertence à família *Cactaceae* e foi apelidada de “carne de pobre”, devido ao seu alto teor de proteínas. O consumo regular das PANC pode proporcionar diversos benefícios para a saúde dos indivíduos, devido a composição nutricional e potencial biológico. Na medicina popular brasileira, o OPN é utilizado como anti-inflamatório, anticarcinogênico emoliente e cicatrizante de feridas cutâneas. Na indústria de alimentos, o OPN pode ser utilizado como ingrediente, principalmente a farinha das folhas, que pode servir como um elemento enriquecedor na formulação de pães, bolos, massas e outros. Portanto, apesar do potencial alimentar ainda pouco explorado, observa-se o crescente interesse pelo uso de OPN na alimentação humana, devido a suas características promissoras, que elevam seu potencial de crescimento no mercado. Com isso, o objetivo desta revisão é destacar aspectos nutricionais da *Pereskia aculeata* Miller, ressaltando seus benefícios à saúde e o potencial para uso industrial, visto que a popularização do consumo de plantas alimentícias não convencionais, além de contribuir para a consolidação de dietas diversificadas, também se constitui como uma alternativa de renda para muitas comunidades rurais.

Palavras-chave: ora-pro-nóbis; *Pereskia aculeata* Miller; plantas alimentícias não convencionais

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o consumo alimentar da população vem passando por modificações, sendo impulsionado por diferentes motivos, como a busca por saudabilidade, conscientização em relação ao aumento populacional e mudanças climáticas relacionadas à utilização de recursos na produção alimentar. Nesse contexto, tem-se o aumento no consumo de vegetais não convencionais, como as plantas alimentícias não convencionais (PANC) (1).

As PANC são espécies que podem ser representadas por frutos, folhas, flores, rizomas, sementes e inflorescências, podendo ser consumidas cruas e/ou após cocção (2). Essas plantas são encontradas em vários tipos de solos e crescem entre hortas e canteiros cultivados. Elas podem apresentar propriedades funcionais que variam de acordo com a espécie, bem como os teores de sais minerais, vitaminas, fibras, carboidratos e proteínas (3). Dentre as diversas PANC encontradas no Brasil, pode-se destacar a *Pereskia aculeata* Miller, conhecida popularmente como ora-pro-nóbis (OPN). Essa PANC pertence à família *Cactacea* e foi apelidada de “carne de pobre”, devido ao seu alto teor de proteínas, contendo também teor expressivo de vitaminas, minerais e fibras importantes para a nutrição humana (4).

Nesse contexto, observa-se que a alta concentração de proteína presente no OPN pode ajudar a combater a deficiência nutricional, além disso, seu baixo conteúdo de lipídios é relevante para indivíduos com restrição desse componente na dieta. Ademais, o ora-pro-nóbis possui uma mucilagem que pode ser utilizada para melhorar as características tecnológicas dos produtos alimentícios, visto que a busca por ingredientes naturais vêm aumentando. Assim, a utilização do ora-pro-nóbis em produtos alimentícios pode ser uma estratégia promissora por agregar valor nutricional ao produto, além de contribuir para o uso e consumo dessa PANC, estimulando a produção da mesma, agregando valor ao produto final e contribuindo para a nutrição da população.

Com isso, essa revisão dispõe de uma abordagem sobre a *P. aculeata* M. destacando sua importância nutricional, benefícios à saúde e seu potencial para o desenvolvimento de alimentos enriquecidos.

Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC)

O Brasil possui uma extensa biodiversidade, onde se encontra cerca de 20% da diversidade biológica mundial (5). A flora brasileira oferece oportunidades para a descoberta de vegetais alimentícios ricos em nutrientes, no entanto, apenas uma parte dela tem sido explorada neste sentido (6). De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), estima-se que três quartos da alimentação mundial sejam provenientes de apenas 12 espécies vegetais e 5 espécies animais (7).

Neste contexto, as plantas alimentícias não convencionais que possuem um alto potencial nutricional, não são consumidas ou deixaram de ser utilizadas pela população. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), as PANC são definidas como: “aquelas presentes em determinadas localidades ou regiões exercendo influência na alimentação de uma população tradicional. Normalmente, não estão organizadas enquanto cadeia produtiva propriamente dita, não despertando o interesse por parte de empresas de sementes, fertilizantes ou agroquímicos” (3).

Diversas PANC possuem quantidades significativas de micronutrientes, muitas vezes com valor nutricional superior quando comparadas com plantas alimentícias tradicionais (8). As PANC são plantas que possuem uma ou mais partes comestíveis, elas são espontâneas ou cultivadas, nativas ou exóticas e não estão presentes no cardápio

cotidiano (9). Não são encontradas nos mercados para venda, mas em grande número nas ruas, quintais e terrenos abandonados, crescendo desordenadamente e se confundindo com matos e ervas daninhas. Variam de acordo com cada região, podendo uma mesma planta ser conhecida por diversos nomes populares em diferentes regiões do país (2).

A popularização do consumo de plantas alimentícias não convencionais, além de contribuir para a consolidação de dietas diversificadas, também se constitui como uma alternativa de renda para muitas comunidades rurais, em que o cultivo e extração de PANC podem fornecer um aporte de renda e diminuir a vulnerabilidade socioeconômica e também contribuir com a economia local e regional (10).

Dentre as PANC, encontram-se as hortaliças não convencionais, que são espécies que fazem parte do maior grupo de PANC, caracterizadas pela sua importância ecológica, econômica, alto valor nutricional, fácil cultivo e baixo custo (9, 11). As hortaliças não convencionais geralmente apresentam altos teores de minerais e proteínas, além de serem mais ricas em fibras e compostos com funções antioxidantes quando comparadas com muitas hortaliças convencionais (batata, tomate, repolho, alface, etc.) favorecendo assim, uma dieta de melhor qualidade nutricional (9). Neste contexto, a *Pereskia aculeata* Miller, classificada como uma hortaliça não convencional, é considerada uma fonte rica em proteínas, com a presença de aminoácidos essenciais como leucina, lisina, valina e fenilalanina de elevada digestibilidade (2).

Origem e produção de ora-pro-nóbis no Brasil

Pereskia aculeata Miller, conhecida mundialmente como *Barbados Gooseberry* e no Brasil como ora-pro-nóbis, pertence à família *Cactaceae* e gênero *Pereskia* e cresce naturalmente no continente americano (1, 12). É uma planta perene, com características de trepadeira, suas folhas são suculentas lanceoladas, as flores são pequenas e brancas e os frutos são pequenas bagas amarelas. No caule há a presença de acúleos (falsos espinhos), que nos ramos mais velhos crescem aglomerados (Figura 1).



Figura 1 - Espécie *Pereskia aculeata* M. A) Folhas e espinhos B) Flores C) Frutos

Além do consumo das folhas, o OPN pode ser utilizado como planta ornamental e cultivado para fins de produção de mel pelos apicultores, pois apresenta floração rica em pólen e néctar, onde a floração ocorre nos meses de janeiro a abril (3).

Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo são os Estados com a maior produção de ora-pro-nóbis do Brasil. No estado de Minas Gerais, essa hortaliça é bastante conhecida e utilizada. Na cidade de Sabará, por exemplo, essa hortaliça é muito consumida pela população e devido a sua grande importância na alimentação e na cultura da cidade,

acontece anualmente o festival de ora-pro-nóbis, que busca resgatar os valores culturais e da culinária tradicional (13). Porém, de forma geral, apresenta potencial alimentar pouco explorado, tanto na forma in natura, quanto processada para uso como ingrediente na indústria alimentícia (12).

No entanto, devido a suas características, observa-se o crescente interesse pelo uso de OPN na indústria alimentícia, que já conta com a iniciativa de empresas brasileiras fomentando a produção em parceria com agricultores familiares em sistema de integração (12).

Composição nutricional e benefícios para saúde

O ora-pro-nóbis se destaca por sua qualidade nutricional. A parte comumente comestível são as folhas, muito utilizadas como fonte de vitaminas, minerais e proteínas vegetais de alta digestibilidade, com abundância dos aminoácidos essenciais como lisina e triptofano (1). Por seu elevado teor de proteínas, o OPN também é conhecido como “carne verde”, “carne vegetal” ou “carne de pobre” (12).

Estudos relatam, em base seca, um total de 25-28% de proteínas, 6,8% de lipídios, 14-20% de cinzas e 7,7-9% de fibras totais. É importante considerar que folhas verdes e novas apresentam alto teor de umidade, próximo a 89,5%. Além disso, as folhas possuem em sua composição níveis notáveis de fibra alimentar, minerais como cálcio, magnésio, manganês e zinco, e vitaminas A, C e ácido fólico (14).

Segundo Takeiti et al (14) o triptofano é o aminoácido mais abundante da folha de OPN, representando 20% do total de aminoácidos, ou seja 5,5g/100 g de peso seco. Entre os aminoácidos não essenciais o ácido glutâmico apresentou o maior teor: 2,7g /100 g de peso seco, compreendendo 10% do conteúdo total de aminoácidos.

A composição centesimal de duas espécies, *Pereskia aculeata* M. e *Pereskia grandifolia* H. foram avaliadas e verificou-se valores médios, em base seca, de fibra bruta de 9,30% e de proteínas de 35,29% em *P. aculeata* M., e para *P. grandifolia* H. foi constatado 15,45% de proteínas e 11,09% de fibra bruta (15). Em outro estudo, foi constatado teores de proteínas de 22,93%, fibras 12,64% e cinzas de 18,07% em folhas de OPN desidratada (11). Esses diferentes resultados encontrados para a composição centesimal, principalmente em relação ao teor de proteínas, provavelmente ocorrem devido a diferentes regiões de cultivo, fatores ambientais e variações de solo (16).

A composição nutricional dessa planta também pode sofrer influência da luminosidade (17), bem como da sazonalidade, sendo outro fator que pode acarretar em alterações nos componentes dos vegetais. O ambiente quando passa por mudanças de temperatura, umidade e luz, pode influenciar nos teores de proteínas, lipídeos, fibras e açúcares, resultando em maiores concentrações destes no período do verão (18).

O consumo regular de ora-pro-nóbis pode proporcionar diversos benefícios para a saúde dos indivíduos, e dentre eles destaca-se a atividade antioxidante. Alimentos com esta propriedade podem ser utilizados para melhorar a qualidade da dieta, contribuindo para a prevenção de doenças relacionadas à presença de radicais livres. Dentre os compostos antioxidantes encontrados no OPN, a maioria é caracterizada como compostos fenólicos (19, 20).

Relata-se que as folhas de *P. aculeata* são utilizadas na medicina popular brasileira como anti-inflamatórios, emolientes e na cicatrização de feridas cutâneas. Além disso, algumas espécies do gênero *Pereskia* são usadas em tratamentos naturais contra câncer e outras doenças. Um estudo avaliou a atividade citotóxica do extrato bruto das folhas e frações de *P. aculeata* contra células cancerígenas. Observou-se que algumas amostras

inibiram a proliferação de células tumorais MCF-7 e HL60 em até 30 e 44% respectivamente. É importante ressaltar que nenhuma atividade contra células normais foi encontrada, sendo um resultado interessante, uma vez que as folhas desta planta são comumente usadas como alimento pela população (20).

Aplicações do OPN na indústria alimentícia: desafios e tendências

As folhas de OPN são uma grande fonte de proteínas, neste aspecto é bastante superior a outros vegetais habitualmente utilizadas na alimentação, como feijão, milho ou couve, e apresenta teores importantes de minerais, fibra alimentar, vitaminas A e C, além de ácido fólico (21). As folhas de OPN podem ser utilizadas na preparação de saladas, sopas, omeletes e tortas, e a farinha das folhas pode servir como um elemento enriquecedor na formulação de pães, bolos e massas. Além disso, ela possui uma mucilagem que pode substituir os ovos em preparações alimentícias. Os frutos também podem ser utilizados na fabricação de sucos, geleias, mousses e licores, enquanto suas sementes podem ser germinadas para produzir brotos comestíveis (22).

Pesquisas com OPN vêm sendo desenvolvidas visando a utilização dessa hortaliça não convencional como ingrediente em produtos alimentícios (Tabela 1) a fim de contribuir com a qualidade nutricional dos mesmos.

Tabela 1 – Produtos alimentícios enriquecidos com ora-pro-nóbis

OPN	Produto	Parâmetros avaliados	Principais resultados	Referência
Folhas	Massa alimentícia	Composição centesimal, qualidade da massa e aceitação sensorial	Melhora no teor de proteínas, fibras dietéticas. Produto apresentou aparência fibrosa e com menor firmeza. Boa aceitação sensorial	(25)
Folhas	Massa alimentícia	Caracterização físico-química e sensorial	Aumento dos teores de proteínas, fibras, cinzas e umidade do produto. Aparência não quebradiça e ótima elasticidade. Alta aceitabilidade.	(11)
Folhas	Pães	Características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais	Aumento do teor de umidade, menor teor de lipídeos. Boa aceitação sensorial	(24)
Mucilagem das folhas	Leite fermentado	Viscosidade aparente, pH, conteúdo de proteína, consistência, capacidade de retenção de água e sinérese	Aumento da viscosidade aparente, pH, conteúdo de proteína, consistência, capacidade de retenção de água e diminuição da sinérese.	(26)

Mucilage m das folhas/ frutos	Queijo Petit Suisse	Textura e sinérese	Maior consistência e menor sinérese.	(27)
Mucilage m das folhas	Produto cárneo tipo mortadela	Composição nutricional, cor, perfil de textura, estabilidade da emulsão e aceitação sensorial	Alto poder emulsificante, e boa estabilidade da emulsão. Apresentou alta aceitação sensorial.	(28)

Na área da panificação o ora-pro-nóbis foi adicionado em bolos (23) e pães (24), e foi observado um aumento no valor proteico destes produtos. O OPN também foi incorporado em diferentes tipos de massas alimentícias. Sato et al. (25) e Rocha et al. (11) obtiveram altos níveis de aceitabilidade nas massas adicionadas de OPN. O produto resultante apresentou potencial para ser usado para prevenir constipação, obesidade (por aumentar a saciedade), podendo ser ainda uma fonte alternativa de ferro e cálcio (25). Desta forma, nota-se que o OPN tem potencial para aumentar o valor nutricional de massas alimentícias e de produtos de panificação.

Hidrocolóides são usualmente utilizados como estabilizantes em produtos fermentados, por exemplo, para impedir a separação de fases e para o controle da textura. Neste contexto, a utilização da mucilagem de OPN torna-se extremamente interessante. O uso da mucilagem de OPN foi testado em leites fermentados (26). Foi constatado que a adição de mucilagem de OPN na mistura de hidrocolóides adicionada a leites fermentados foi viável. Além disso, extratos da mucilagem das folhas e frutos de ora-pro-nóbis foram utilizados como agente estabilizador junto com uma mistura de carrageninas em diferentes concentrações para a produção de queijo Petit Suisse (27). Tanto a mucilagem das folhas quanto a mucilagem dos frutos apresentaram boas interações com a mistura de carrageninas, indicando que este hidrocolóide pode ser utilizado na elaboração de queijo Petit Suisse.

A mucilagem das folhas de OPN também foi utilizada como um emulsificante alternativo em produtos cárneos tipo mortadela (28). Foi observado que o uso dessa mucilagem permitiu a substituição da pele de frango, que é um emulsificante tradicionalmente utilizado em produtos cárneos do tipo mortadela, contribuindo para a redução do teor geral de gordura do produto. A mucilagem de OPN possui alto potencial emulsificante, é rica em minerais e contém todos os aminoácidos essenciais em sua composição, o que a caracteriza como um ingrediente alimentar nutricionalmente atraente (28). Assim, o uso da mucilagem de OPN em produtos cárneos e como ingrediente alimentar possui grande potencial.

Os principais desafios e requisitos para utilização de um vegetal folhoso no mercado comercial são a produção e qualidade abundante de folhas. Atualmente a *P. aculeata* só é cultivada e usada localmente, porém a planta é considerada resistente e perene, e tais características, aliadas ao desenvolvimento de tecnologias voltadas para o aumento da produção e cultivo, podem contribuir para o aumento da sua inserção no mercado (29). Neste sentido, o aumento da tendência a saudabilidade associado a procura por ingredientes naturais, torna a produção e utilização do ora-pro-nóbis em produtos alimentícios uma estratégia promissora.

CONCLUSÕES

O ora-pro-nóbis é uma PANC que apresenta um potencial de mercado a ser explorado, contribuindo para a diversificação alimentar da população, aumento da qualidade nutricional de dietas e de produtos alimentícios. O beneficiamento da matéria-prima, como a produção de farinhas para serem utilizadas como ingrediente na indústria, é uma estratégia para aumentar o valor agregado, além de aumentar a geração de renda em comunidades rurais. É importante investir no aumento da produtividade, além da divulgação de informações sobre plantas alimentícias não convencionais, a fim de popularizar o consumo, ressaltando seus benefícios para a saúde humana.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo financiamento do projeto (n° 429033/2018-4) e pela bolsa de produtividade à B.R.C. Leite Júnior (n°306514/2020-6) e ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

1. Egea MB, Pierce G. Bioactive Compounds of Barbados Gooseberry (*Pereskia aculeata* Mill.). In: Murthy HN, Paek KY (eds) Bioactive Compounds in Underutilized Vegetables and Legumes. 2020; 1-14.
2. Kinnup, VF, Lorenzi H. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014.
3. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Hortaliças não-convencionais (tradicionais). Brasília; 2010.
4. Martin AA, Freitas RA, Sasaki GL, Evangelista PHL, Sierakowski MR. Chemical structure and physical-chemical properties of mucilage from the leaves of *Pereskia aculeata*. Food Hydrocoll. 2017;70:20-28.
5. Peisino COM, Zouain MS, Scherer MMC, Schmitt EFP, Silva MVT, Barth T, et al. Health-Promoting Properties of brazilian unconventional food plants. Waste Biomass Valorization. 2019;11:4691–4700.
6. Leal ML, Alvez RP, Hanazaki N. Knowledge, use, and disuse of unconventional food plants. J Ethnobiol Ethnomed. 2018; 14:6.
7. Food and Agriculture Organization. The second Report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. Roma; 2015.

8. Azam FMS, Biswas A, Mannan A, Afsana NA, Jahan R, Rahmatullah M. Are famine food plants also ethnomedicinal plants? An ethnomedicinal appraisal of famine food plants of two districts of Bangladesh. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2014;28.
9. Kinnup VF, Lorenzi H. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. *Ciênc Tecnol Aliment.* 2008;28:846-857.
10. Santos GMC, Barbosa DM, Santos EMC, Gomes DL, Silva RRV, Medeiros PM. Experiências de popularização de plantas alimentícias não convencionais no estado de Alagoas, Brasil. *Ethnoscientia.* 2020;5.
11. Rocha DRC, Júnior Pereira GA, Vieira G, Pantoja L, Santos AS, Pinto NAVD. Macarrão adicionado de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) desidratado. *Alim Nutr.* 2008;19:459-465.
12. Madeira NR, Amaro GB, Melo RAC, Botrel N, Rochinski E. Cultivo de ora-pro-nóbis (*Pereskia*) em plantio adensado sob manejo de colheitas sucessivas. Brasília; 2016.
13. Guimarães JRA. Produtividade e características físico-químicas de ora-pro-nóbis sob adubação orgânica [dissertação]. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP; 2015.
14. Takeiti CY, Antonio GC, Motta EMP, Collares-Queiroz FP, Park KJ. Nutritive evaluation of a non-conventional leafy vegetable (*Pereskia aculeata* Miller). *Int J Food Sci Nutr.* 2009; 60:148-160.
15. Carvalho MR, Machado M, Mendes M, Gesser V, Monteiro C, Peralta R, et al. Centesimal evaluation of two species of ora-pro-nóbis (*Pereskia Aculeata* Miller and *Pereskia Grandifolia* Haw) and application in extruded product. *Chem Eng Trans.* 2019;75:325-330.
16. Vargas AG, Rocha, RDC, Teixeira, SD. Influência da sazonalidade na composição centesimal da *Pereskia aculeata* Miller. *Synergismus scyentifica UTFPR.* 2017;12:1–7.
17. Queiroz CRAA, Ferreira L, Gomes LBP, Melo CMT, Andrade RR. Ora-pro-nóbis em uso alimentar humano: percepção sensorial. *Rev. Verde Agroecologia Desenvol Sustent.* 2015;10:1.
18. Vargas AG, Pereira EA, Rocha RDC, Teixeira SD. Teor de umidade e cinética de secagem das folhas de ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller) coletadas sazonalmente. In: 6th Seminário de extensão e inovação da UTFPR; 2016 Nov 24-25; Francisco Beltrão, Brasil. Paraná: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.
19. Sousa RMF, Lira CS, Rodrigues AO, Morais SAL, Queiroz CRAA, Chang R, et al. Atividade antioxidante de extratos de folhas de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) usando métodos espectrofotométricos e voltamétricos in vitro. *Biosc J.* 2014.

20. Pinto NCC, Santos RC, Machado DC, Florêncio JR, Fagundes EMS, Antinarelli LMR, et al. Cytotoxic and antioxidant activity of *Pereskia aculeata* Miller. *Pharmacologyonline*. 2012;3:63-69.
21. Souza LF, Caputo L, Barros IBI, Fratianni F, Nazzaro F, Feo V. *Pereskia aculeata* Miller (Cactaceae) Leaves: Chemical composition and biological activities. *Int J Mol Sci*. 2016;17:1478.
22. Almeida MEF, Corrêa AD. Utilização de cactáceas do gênero *Pereskia* na alimentação humana em um município de Minas Gerais. *Ciênc Rural*. 2012;42:751-756.
23. Paula MC, Oliveira RB, Felipe DF, Magrine ICO, Sartor CFP. Processamento de bolo com a planta *Pereskia aculeata* Mill. (Ora-pro-Nóbis). *Rev Bras Prod Agroind*. 2016;18:167-174.
24. Alves DT, Nascimento MHS, Martins EMF. Pães enriquecidos com Ora-Pro-Nóbis: elaboração e avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. *Braz J of Dev*. 2021; 7:12633-12646.
25. Sato R, Cilli LPL, Oliveira BE, Maciel VB, Venturini AC, Yoshida CMP. Nutritional improvement of pasta with *Pereskia aculeata* Miller: a non-conventional edible vegetable. *Food Sci Technol*. 2019;39:28–34.
26. Amaral TN, Junqueira LA, Alves CCO, Oliveira NL, Prado MET, Resende JV. Extraction of hydrocolloids from *Pereskia Aculeata* Miller: reuse of process residue as activated carbon for the pigment-removal phase. *Food Sci Technol*. 2018;38:77-85.
27. Silva SH, Neves ICO, Meira ACFO, Alexandre ACS, Oliveira NL, Resende JV. Freeze-dried Petit Suisse cheese produced with ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) biopolymer and carrageenan mix. *LWT*. 2021;149.
28. Lise CC, Marques C, Cunha MAA, Mitterer-Daltoé ML. Alternative protein from *Pereskia aculeata* Miller leaf mucilage: technological potential as an emulsifier and fat replacement in processed mortadella meat. *Eur Food Res Technol*. 2021;247:851–863.
29. Souza MRM, et al. Produtividade de proteína e teor de minerais em ora-pro-nobis sob sistema superadensado de plantio. *Pesqui Agropecu Trop*. 2020;50.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-118>

Capítulo 118

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E SISTEMA DE PRODUÇÃO DA CULTURA DA CEBOLA: REVISÃO

Marcela Padilha Iastremski¹; Cristiane Hauck Wendel²

¹Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia - PPGA – UNICENTRO; E-mail: marcella.iastremski@gmail.com, ²Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia - PPGA – UNICENTRO; E-mail: hauckwendel@hotmail.com

RESUMO: A cebola está entre as hortaliças mais importantes e produzidas do Brasil. O surgimento de novas tecnologias, como cultivares mais produtivas e técnicas de manejo mais adequadas, modificaram o sistema de produção de cebola ao longo dos anos, possibilitando um melhor aproveitamento da área de cultivo e resultando em ganhos de produtividade. Entretanto, alguns fatores ainda podem limitar seu desenvolvimento, embora muitos destes possam ser controlados. A cebola é fortemente influenciada pela temperatura e fotoperíodo, porém, a escolha da cultivar mais adaptada e a época de plantio podem reduzir os danos causadas pelo clima. Além disso, o manejo pós-colheita, como o processo de cura é essencial para manter a qualidade dos bulbos por um tempo maior e diminuir perdas ocasionadas pelo ataque de pragas e doenças. Sendo assim, esta revisão tem como objetivo informar as principais características da cultura da cebola abordando os estágios de desenvolvimento, exigências climáticas e técnicas de cultivo adequadas, que quando bem executadas podem reduzir as perdas de rendimento e qualidade.

Palavras-chave: *Allium cepa*; cebolicultura; clima; cultivo; rendimento

INTRODUÇÃO

A cebola está entre as hortaliças mais produzidas no Brasil, sendo de grande importância socioeconômica, contribuindo pra geração de emprego e renda principalmente da agricultura familiar. A cebolicultura brasileira evoluiu com o passar dos anos, devido à investimentos em novas tecnologias, o melhoramento genético que torna as cultivares mais adaptadas a climas diferentes e mais resistentes à pragas e doenças, assim como, uma assistência técnica mais eficiente (15), têm possibilitado aumentar o rendimento e melhorar o aproveitamento da área de cultivo.

A produção de cebola acontece em todas as regiões do país, porém existem alguns fatores que devem ser considerados devido seus efeitos sobre o desenvolvimento das plantas que podem reduzir a qualidade dos bulbos e inviabilizar a seu cultivo. As condições climáticas, principalmente a temperatura e o fotoperíodo, influenciam diretamente os processos de florescimento e a bulbificação, acelerando, retardando ou até mesmo os inibindo (11,15). Entretanto, com a época de plantio adequada e a escolha de uma cultivar mais adaptada, é possível reduzir os efeitos causados pelo clima.

A época de colheita é definida de acordo com a finalidade da cebola. Quando os bulbos são destinadas ao armazenamento, devem ser colhidas quando 50 a 80% da

folhagem apresenta-se seca e tombadas (1). Na pós-colheita, a cura dos bulbos, serve para formar uma túnica protetora, que impede a perda excessiva de água e o ataque de patógenos (2). Negligenciar essas etapas de produção pode acarretar em grandes perdas e prejuízos ao produtor. Sendo assim, diante da importância da cebolicultura no Brasil, esta revisão tem como objetivo informar sobre algumas características da cultura, exigências climáticas e as principais técnicas de manejo utilizadas antes e após a colheita, que podem influenciar no rendimento e qualidade final dos bulbos.

A CULTURA DA CEBOLA

A cebola (*Allium cepa* L.) pertencente a ordem Liliaceae, família Alliaceae e gênero *Allium* (3,4). Nativa dos países asiáticos, tem como principais centros de origem a região do Irã e Paquistão (5). Cultivada em jardins chineses há 5000 anos, pode ter sido o primeiro vegetal a ser domesticado (6). É considerada uma planta bianual, possui raízes adventícias e fibrosas, pseudocaule, folhas alternadas e cilíndricas, flores em forma de estrelas com cores que variam de branca a rosa com traços esverdeados. O bulbo pode ser globoso, oval ou alongado e seu tamanho varia dependendo da cultivar (7).

A cebola possui vários estágios de desenvolvimento até a formação do bulbo. Após a germinação da semente, o cotilédone surge como um “laço” na superfície do solo. Então, surgem as folhas que passam por uma dessecação progressiva com o início da formação e expansão do bulbo. Ao final do ciclo, o pseudocaule torna-se oco, perdendo a turgidez e amolecendo, com isso a folhagem colapsa sob seu próprio peso. Enquanto ocorre a secagem completa das folhas, o bulbo atinge seu tamanho final, amadurece e os catáfilos externos secam e se fixam, sendo este o momento da colheita (8). O ideal para comercialização é que os bulbos estejam maduros, firmes, sem danos mecânicos ou causados por insetos, deteriorações, ferimentos, escamas esverdeadas, brotações ou quaisquer outros defeitos (1).

A cebola contém muitas vitaminas e minerais, sendo rica em aminoácidos sulfurados e fonte de compostos bioativos que promovem a saúde, como os flavonoides e compostos organosulfurados (9). A presença de substâncias químicas voláteis, reativas e contendo enxofre, classificadas como metabólitos secundários, são responsáveis pelo odor e sabor característico, o qual tem como função a proteger contra predadores, parasitas e doenças, embora suas proporções variem de acordo com o órgão da planta (bulbo, caule, folhas e flores) estágio vegetativo, tempo de colheita e condições de armazenamento (10). Além disso, os compostos bioativos de enxofre também apresentam propriedades anticancerígenas (11).

EXIGÊNCIAS CLIMÁTICAS

A temperatura e o fotoperíodo são variáveis ambientais extremamente importantes para a formação do bulbo da cebola, embora diferentes cultivares apresentem variações em suas respostas (12,13). Devido a interação entre esses fatores, mesmo que quando supridas as necessidades de fotoperíodo, só haverá boa formação de bulbos se a temperatura for favorável à cultivar plantada (14). Os climas mais amenos, sem calor ou frio extremo ou chuvas em excesso, geralmente, são os ideais para a produção de cebola (6).

A temperatura pode influenciar no número total de folhas, altura, peso fresco e seco da planta e do bulbo (15). No geral, a melhor formação de bulbos e produtividade ocorrem entre 15,5 a 21,1 °C (14). Altas temperaturas, acima de 32 °C, aceleram a formação dos

bulbos, enquanto as baixas temperaturas, menores de 10 °C, promovem o florescimento precoce (12,14). O tempo para a iniciação floral também diminuiu linearmente com a diminuição da temperatura, enquanto, temperaturas mais altas reduzem o tempo de maturação do bulbo (12).

O fotoperíodo crítico é o valor de horas de luz necessária para a ocorrência de um evento fisiológico, como floração e a bulbificação nas cebolas. A cebola é considerada espécie de dia longo para a formação de bulbos, embora existam cultivares de dia curto que exigem menor quantidade de horas de luz (16). As variedades de dia curto, quando cultivadas em condições de dia longo, desenvolvem bulbos pequenos, enquanto as variedades de dia longo em condições de dia curto não formam os bulbos (6).

No Brasil, as cultivares de dia curto são as mais utilizadas, as quais precisam de pelo menos 12 horas de luz diária e são cultivadas em quaisquer regiões. As cultivares de dia intermediário necessitam de 13 horas de luz ou mais para a bulbificação, sendo mais adaptadas à região Sul do país (17), enquanto, as variedades de dia longo precisam entre 14 e 16 horas de luz (18).

O fotoperíodo também influencia na capacidade de armazenamento das cultivares, tornando algumas inadequadas para essa finalidade (19). As variedades mais resistentes ao armazenamento são de dia longo, devido ao bulbo permanecer dormente por um período maior, necessitando ser submetido à vernalização para entrar no estágio reprodutivo. As cebolas de dia curto possuem menor período de dormência o que dificulta o armazenamento (20).

Apesar das dificuldades, às vezes é necessário armazenar cebolas de dia curto para estender o período de comercialização, controlar a oferta e manter o preço. Esse tipo de cebola apresenta sabor suave e baixa pungência, algumas são chamadas de “cebola doce” e comercializadas a preços *premium*, mas raramente são armazenadas devido à alta taxa de decaimento e brotação, então, são vendidas principalmente como bulbos frescos logo após a colheita (21).

A produtividade e a qualidade dos bulbos de cebola são fortemente influenciadas pela escolha da cultivar e pela época de plantio devido à interação estrita com o clima e o ambiente local (22). A época de plantio deve ser adequada às exigências de cada cultivar em relação ao fotoperíodo e à temperatura. Assim como, a escolha da cultivar deve estar vinculada às condições climáticas locais, exigência de precocidade, expectativa de armazenamento, destino do mercado e demanda do consumidor (20).

SISTEMA DE PRODUÇÃO

Na produção de cebola o tamanho padrão do bulbo é o fator mais importante, portanto, o seu desenvolvimento adequado é o principal objetivo. Selecionar a cultivar e o tempo de semeadura de acordo com o clima e o ambiente da área de produção, é essencial para obter alta produtividade (15), além da realização de um manejo apropriado (23). O atraso no plantio reduz o tempo necessário para a síntese e armazenamento de metabólitos nos bulbos, afetando o peso médio e sua composição química (22), embora algumas cultivares mais adaptadas possam completar o ciclo e atingir produtividades semelhantes às aquelas alcançadas na época tradicional de cultivo (17). A densidade de plantio adequada também reduz a competição por recursos e promove um melhor desenvolvimento das cebolas (23).

A época da colheita depende do propósito para o qual as cebolas são cultivadas. As cebolas destinadas ao armazenamento devem ser colhidas quando 50 a 80% dos topos

caíram, significando que os bulbos estão maduros com um pescoço fino, caso sejam colhidas depois que os topos estiverem completamente secos, os rendimentos serão maiores, mas os bulbos tendem a ter uma vida útil reduzida (1).

A cura dos bulbos é um processo de secagem, a qual preserva o sabor da cebola por mais tempo, principalmente durante o armazenamento (22). A secagem do catafilo externo do bulbo (escama externa) é verificada pela alteração da cor, a qual torna se marrom devido à morte celular, formando assim, uma túnica protetora que reduz a perda excessiva de água e bloqueia a penetração de patógenos (2). A remoção das folhas antes da cura pode reduzir a pungência, devido o corte da translocação de compostos de sabor da folha ao bulbo, por outro lado, para a produção de cebolas de sabor suave, de dia curto, este tratamento de corte de folhas é apropriado (21).

Quanto à capacidade de armazenamento, apesar de ser um traço genético de cada cultivar (20), a qualidade e a conservação dos bulbos são influenciados pelas condições pré e pós-colheita, como a cultivar utilizada, local de cultivo, tempo de plantio, irrigação, fertilização e outras práticas de manejo, as quais podem ser controladas para um melhor armazenamento, aumentando a qualidade, prazo de validade e consequentemente, a comercialização dos bulbos de cebola (19,24).

CEBOLICULTURA BRASILEIRA

A produção de cebola ocorre em 145 países, com mais de 100 milhões de toneladas produzidas. O Brasil produziu em 2019, mais de 1,5 de toneladas colhidas em 48 mil hectares, apresentando um rendimento médio de 32 t ha⁻¹, classificando-se em 14^o no *ranking* mundial (Figura 1) (25). A região Sul brasileira, é responsável por 43,9 % do valor total produzido, seguido pelo Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste, com 24,0 %, 20,2 % e 11,8 %, respectivamente. O Norte é a região que menos produz, contribuindo com 0,04 %, em torno de 700 toneladas (26).

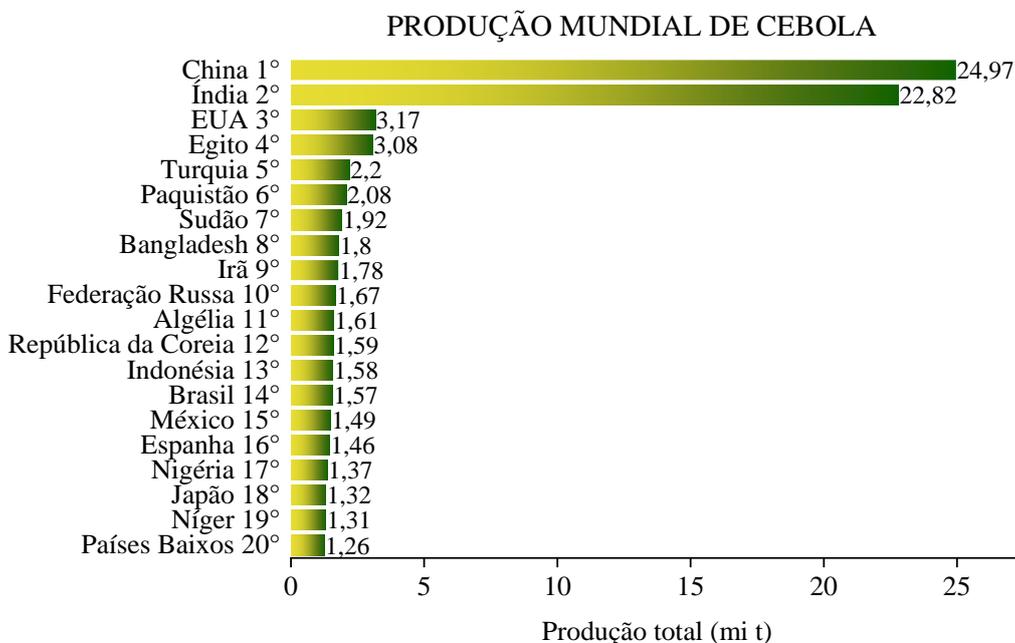


Figura 1. Classificação mundial dos principais países produtores de cebola no ano agrícola de 2019.

Fonte: FAOSTAT (2019) elaborado pelo(a) autor(a)¹.

A produção brasileira de cebola evoluiu ao longo dos anos, apresentando aumento de rendimento, no total de bulbos produzidos e melhor aproveitamento da área de cultivo (Figura 2). A pouca variação na área cultivada e o notável aumento na produção e produtividade, se deve ao desenvolvimento de novas tecnologias de produção por instituições de pesquisas, aos órgãos de extensão por transmitir os conhecimentos gerados aos produtores e aos olericultores que optaram por cultivares com maior produtividade, resistentes a doenças e pragas, e alto padrão de qualidade, atendendo as exigências dos mercados interno e externo (16).

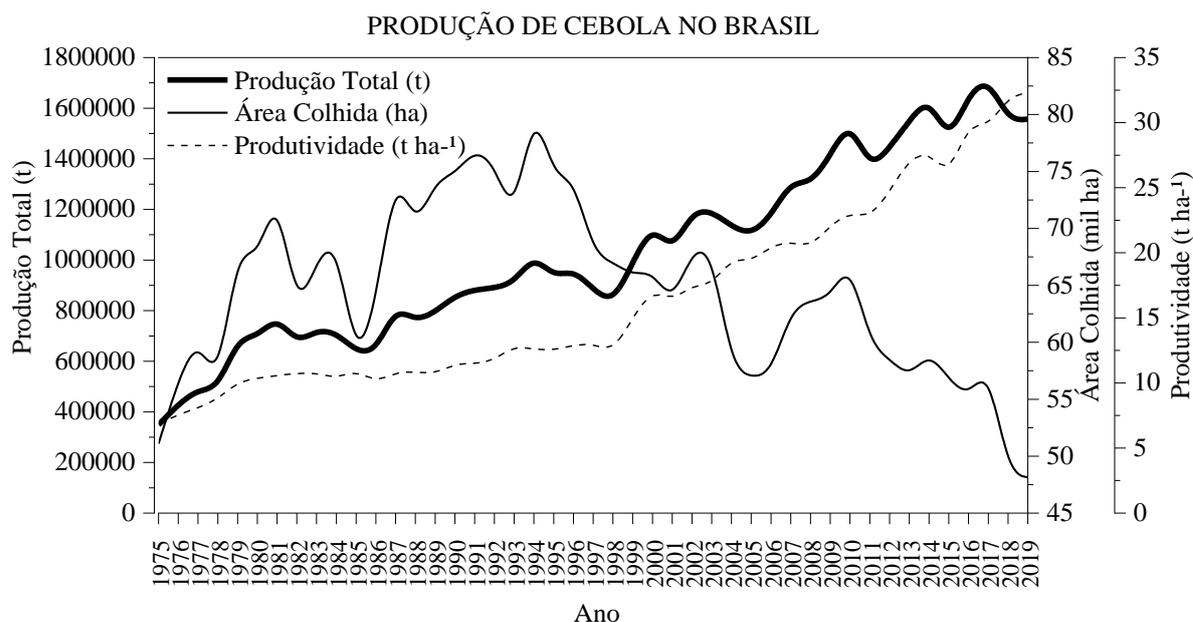


Figura 2. Produção total, área colhida e produtividade da cebolicultura no Brasil de 1975 a 2019.

Fonte: IBGE (2019) elaborado pelo(a) autor(a)¹.

O melhoramento genético da cebola, promoveu mudanças relacionadas ao hábito de crescimento, número de folhas, tamanho de bulbo, sabor, resposta ao fotoperíodo, requisitos de vernalização (27), resistência à doenças, aumento de rendimento e melhor adequação à agricultura mecanizada (28). Portanto, o uso de cultivares de melhor padrão genético associadas à alta tecnologia de produção foram os principais responsáveis por aumentos na produtividade.

A tendência é que tanto a produção nacional quanto a mundial, assim como o comércio, se intensifiquem, promovendo ganhos de rendimento e expansão da fronteira agrícola (29). Com isso, também aumentando a viabilização da cebolicultura na agricultura familiar, fazendo com que os produtores permaneçam na zona rural e reduzindo a migração para as grandes cidades (16).

CONCLUSÃO

Aumentar a produção e a qualidade das hortaliças, como a cebola, tem sido possível por meio de novas pesquisas que levam ao desenvolvimento de práticas e tecnologias de cultivo mais eficientes. No entanto, também é necessário conhecer as principais

características da cultura, suas exigências ambientais e como maneja-la corretamente, sendo que tais fatores podem variar de acordo com a cultivar utilizada e a região de produção. Nesta revisão, buscou-se fazer um levantamento das principais etapas de produção, sua importância e informações que podem auxiliar os produtores a reduzirem perdas de rendimento e tornar o sistema de produção mais rentável.

REFERÊNCIAS

1. Gross KC, Wang CY, Saltveit M. The Commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. United States Department of Agriculture - Agricultural Research Service; 2016.
2. Eshel D., Teper-Bamnlker P, Vinokur Y, Saad I, Zutahy Y, Rodov V. Fast curing: A method to improve postharvest quality of onions in hot climate harvest. *Postharvest Biology and Technology*. 2014;88:34–9.
3. Pareek S, Sagar NA, Sharma S, Kumar V. Onion (*Allium cepa L.*). In: *Fruit and Vegetable Phytochemicals* [Internet]. John Wiley & Sons, Ltd; 2017 [citado 22 de julho de 2021]. p. 1145–62. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119158042.ch58>
4. Simpson MG. 7 - Diversity and classification of flowering plants: Amborellales, Nymphaeales, Austrobaileyales, Magnoliids, Ceratophyllales, and Monocots. In: Simpson MG, organizador. *Plant Systematics (Second Edition)* [Internet]. San Diego: Academic Press; 2010 [citado 26 de julho de 2021]. p. 181–274. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123743800500075>
5. Vaddoria MA, Kulkarni G. Onion. In: Peter, KV. *Biodiversity in Horticultural Crops*; Astral. 2018. p. 211–25.
6. DHALIWAL MS. *Handbook of Vegetable Crops*. 2º ed. Kalyani Publishers; 2012.
7. Lim TK. *Edible Medicinal and Non Medicinal Plants: Volume 9, Modified Stems, Roots, Bulbs* [Internet]. Springer Netherlands; 2015 [citado 22 de julho de 2021]. Disponível em: <https://www.springer.com/gp/book/9789401795104>
8. BREWSTER JL. *Onions and other Vegetable Alliums*. 2º ed. Cabi; 2008.
9. Marrelli M, Amodeo V, Statti G, Conforti F. Biological properties and bioactive components of *allium cepa l.*: focus on potential benefits in the treatment of obesity and related comorbidities. *Molecules*. 2018;24(1):119.
10. Block E. *Garlic and Other Alliums: The Lore and The Science*. Royal Society of Chemistry, 2010.
11. Nicastro HL, Ross SA, Milner JA. Garlic and onions: Their cancer prevention properties. *Cancer Prev Res (Phila)*. 2015;8(3):181–9.

12. Khokhar KM. Effect of temperature and photoperiod on the incidence of bulbing and bolting in seedlings of onion cultivars of diverse origin. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 2008;83(4):488–96.
13. Ruitter JM. Proceedings Agronomy Society of n .z. the effects of temperature and photoperiod on onion bulb growth and development. 1986;93–100.
14. Resende GM, Costa ND, Souza RJ. Cultivo da Cebola no Nordeste [Internet]. Embrapa Semi-Árido. 2007 [citado 26 de julho de 2021]. Disponível em: http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/sistema_producao/spcebola/clima.htm
15. Ikeda H, Kinoshita T, Yamamoto T, Yamasaki A. Sowing time and temperature influence bulb development in spring-sown onion (*Allium cepa* L.). *Scientia Horticulturae*. 2019;244:242–8.
16. Souza RJ, Assis RP, Araújo JC. *Cultura da Cebola: Tecnologias de Produção e Comercialização*. Lavras: UFLA; 2015.
17. Bettoni MM, Mógor AF, Dechamps C, Silva VCP, Sass MD, Fabbrin EGS. Crescimento e produção de sete cultivares de cebola em sistema orgânico em plantio fora de época. *Ciências Agrárias*. 2013;34:2139–52.
18. Lee J-H, Robin AHK, Natarajan S, Jung H-J, Nou I-S. Varietal identification of open-pollinated onion cultivars using a nanofluidic array of single nucleotide polymorphism (SNP) markers. *Agronomy*. 2018;8(9):179.
19. Petropoulos SA, Ntatsi G, Ferreira ICFR. Long-term storage of onion and the factors that affect its quality: A critical review. *Food Reviews International*. 2017;33(1):62–83.
20. Sekara A, Pokluda R, Vacchio LD, Somma S, Caruso G. Interactions among genotype, environment and agronomic practices on production and quality of storage onion (*Allium cepa* L.) – A review. *Horticultural Science*. 2017;44(1):21–42.
21. Yoo KS, Lee EJ, Patil BS. Changes in flavor precursors, pungency, and sugar content in short-day onion bulbs during 5-month storage at various temperatures or in controlled atmosphere. *J Food Sci*. 2012;77(2):216–221.
22. Caruso G, Conti S, Villari G, Borrelli C, Melchionna G, Minutolo M, et al. Effects of transplanting time and plant density on yield, quality and antioxidant content of onion (*Allium cepa* L.) in southern Italy. *Scientia Horticulturae*. 2014;166:111–20.
23. Gebretsadik K, Dechassa N. Response of Onion (*Allium cepa* L.) to nitrogen fertilizer rates and spacing under rain fed condition at Tahtay Koraro, Ethiopia. *Scientific Reports*. 2018;8(1):9495.
24. Zudaire L, Viñas I, Simó J, Sans S, Abadias M, Aguiló-Aguayo I. Effect of pre-harvest conditions and postharvest storage time on the quality of whole and fresh-cut calçots (*Allium cepa* L.). *Scientia Horticulturae*. 2019;249:110–9.

25. FAO. Produção mundial de cebola [Internet]. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2019 [citado 22 de julho de 2021]. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
26. IBGE. Tabela 1612: Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias [Internet]. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2019 [citado 27 de julho de 2021]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612#resultado>
27. Havey MJ. Onion Breeding. In: Plant Breeding Reviews [Internet]. John Wiley & Sons, Ltd; 2018 [citado 23 de julho de 2021]. p. 39–85. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119521358.ch2>
28. Tsukazaki H, Yaguchi S, Yamashita K, Wako T. QTL analysis of morphological traits and pseudostem pigmentation in bunching onion (*Allium fistulosum*). *Euphytica*. 2017;213(7):152.
29. Camargo WP, Camargo FP. A quick review of the production and commercialization of the main vegetables in Brazil and the world from 1970 to 2015. *Horticultura Brasileira*. 2017;35:160–6.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-119>

Capítulo 119

PRODUÇÃO DE HIDROMEL POR *Saccharomyces cerevisiae* (LALVIN RC 212) COM EXTRATO DE FARELO DE TRIGO (*Triticum sp.*)

Hevelynn Franco Martins¹; Kayque Frota Sampaio²; Sílvia Maria Almeida de Souza³; Ernesto Acosta Martinez⁴.

¹Pesquisadora de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia (PPGBiotec), Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). E-mail: hevelynn_martins@hotmail.com; ²Pesquisador de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química (PPEQ), Universidade Federal da Bahia (UFBA). E-mail: kayque_frota@hotmail.com; ³Docente do Departamento de Tecnologia (DTEC), Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). E-mail: ss_almeida@uefs.br. ⁴Docente do Departamento de Tecnologia (DTEC) e Docente do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia (PPGBiotec), Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). E-mail: ernesto.amartinez@yahoo.com.br.

RESUMO: Popularmente conhecida como a “bebida dos Deuses”, o hidromel é uma bebida alcoólica fermentada, produzida a partir do mosto de mel que pode conter de 4 a 18% de etanol (v/v⁻¹). O farelo de trigo, normalmente utilizado para ração animal ou descartado como resíduo, tem grande potencial para uso industrial no processamento de alimentos, especialmente no ramo de bebidas fermentadas. O objetivo deste estudo foi avaliar o potencial do extrato de farelo de trigo como suplemento nutricional no processamento de hidromel por *S. saccharomyces* Lalvin RC 212. O uso do extrato de farelo de trigo na produção de hidromel é uma alternativa viável para a otimização da fermentação e redução de custos do processo quando comparados à produção tradicional que utiliza suplementos comerciais.

Palavras-chave: mel, fermentação, etanol, bebidas alcoólicas, inovação.

INTRODUÇÃO

O hidromel é uma bebida alcóolica fermentada produzida através da fermentação do fermento de uma solução diluída de mel em água e pode conter até 18 % v v⁻¹ de álcool [1], que pode ser complementada com polpas, sucos de frutas, ácido cítrico, ervas e especiarias [2].

A cinética do processo de produção da bebida depende do tipo do mel, da cepa de levedura, da composição do meio de cultura ou dos suplementos adicionados, da temperatura e do controle de pH [3, 4, 5]. A adição de compostos nitrogenados é essencial

para o crescimento e metabolismo das leveduras na produção de hidromel [6]. O Brasil possui inúmeras matérias-primas que podem garantir uma personalidade única para a bebida [7].

Uma alternativa é o farelo de trigo (*Triticum sp.*) que normalmente é um subproduto destinado à alimentação animal. Rico em prebióticos, nutrientes e fibras, pode reduzir os sintomas digestivos, como inchaço e desconforto, sendo mais eficaz no aumento do volume fecal do que outras formas de fibra insolúvel, como aveia [8]. Além de conferir sabor adocicado, pode ser utilizado para melhorar a textura de produtos de panificação. E contém nitrogênio que é essencial para o metabolismo das leveduras na produção de hidromel [4], portanto, o farelo de trigo pode ser útil no processo de fermentação.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo estudar o efeito da concentração de extrato de farelo de trigo (*Triticum sp.*) na otimização da produção de hidromel por *Saccharomyces cerevisiae* Lalvin RC 212, como alternativa de redução de custo em relação ao atualmente aplicado que utiliza suplementos comerciais.

MATERIAL E MÉTODOS

Extrato de trigo: o trigo foi obtido na forma de farelo da marca *Natural Life*, adquirido comercialmente na cidade de Feira de Santana, Bahia, Brasil. Foi triturado, misturado com água destilada (150 g L^{-1}) e, aquecido em autoclave a 121°C por 30 min. O material esterilizado foi centrifugado (centrífuga Excelsa Baby I FANEM), a 1372 xg por 10 min. em seguida, o sobrenadante ou extrato de trigo foi armazenado em frascos plásticos estéreis e pasteurizado a 75°C por 15 min. com a finalidade de eliminar possível contaminação ambiental durante a centrifugação. Após esse processo, os frascos contendo o extrato de trigo foram armazenados sob congelamento (-18°C) até o uso na fermentação.

Mel: o mel da marca *Favo de Ouro* foi adquirido comercialmente na cidade de Feira de Santana, Bahia, Brasil.

Peptona, extratos de malte e levedura: todos os suplementos comerciais foram da marca *Kasvi* e adquiridos comercialmente na cidade de Feira de Santana, Bahia, Brasil.

Crescimento do inóculo: A *Saccharomyces cerevisiae* Lalvin RC 212 foi hidratada na proporção de 1: 1000 (fermento: mosto de mel a 40°C), em frascos Erlenmeyer de 500 mL previamente esterilizados. Após a hidratação, o inóculo foi cultivado por 48 h em agitador rotativo (150-200 rpm), a 20°C , até a obtenção da concentração de 10^7 cel mL^{-1} .

Água suplementada: o mel foi diluído a 30°Brix com água destilada previamente esterilizada (121°C por 30 min. em autoclave). Uma solução de mosto de mel (30°Brix) foi preparada suplementada com 0,01% de sulfato de amônio e 0,001% de cloreto de magnésio denominado água suplementada.

Condições das fermentações: as fermentações foram realizadas em triplicata em frascos Erlenmeyer de 500 mL de capacidade, contendo 250 mL de meio utilizando 0, 5, 30 e 55 g L^{-1} de extrato de trigo e com suplementos comerciais (2,5 g de peptona, 2,5 g de malte, 2,5 g de extrato de levedura) com adição de água suplementada e inoculados com $1 \times 10^7 \text{ cel. mL}^{-1}$ de levedura. Os testes foram realizados em uma incubadora bioquímica de

demanda de oxigênio (BOD), modelo Q315M25 (Quimis estufa incubadora, Diadema, SP, Brasil) em condições de pH 5,0, 20°C por 240 h.

Acompanhamento analítico da fermentação: a cada 24 h, durante o processo de fermentativo, foram coletadas amostras para realizar o acompanhamento analítico da fermentação. Foram determinados, em triplicatas:

- Teor de sólidos solúveis (°Brix), por meio da leitura em refratômetro digital portátil (Reichert Tecnal AR-200);
- Teor de etanol (% v/v⁻¹), extrato aparente (°P), por meio de leitura em densímetro de bancada (DDM 2911 da Rudolph Analytical Research);
- Para transformar o teor de etanol (% v/v⁻¹) em g L⁻¹, a Equação 1 [9] foi utilizada:
$$Ethanol \left(\frac{g}{L} \right) = Ethanol \left(\% \frac{v}{v} \right) \times 0,789 \times p \quad \text{Equação 1}$$

- Para transformar o teor de extrato aparente de °P em g L⁻¹, a Equação 2 [9] foi utilizada:

$$Apparent \ extract \left(\frac{g}{L} \right) = App. \ ext. \ (°P) \times p \times 10 \quad \text{Equação 2}$$
 Sendo:
0,789 g/cm³, peso específico do etanol a 20°C e ρ, peso específico do mosto (g. mL⁻¹).

- Substrato para fator de conversão de etanol (g/g⁻¹), calculado de acordo com a Equação 3 [9]:

$$Y \left(\frac{p}{s} \right) = \frac{P - P_0}{S_0 - S} \quad \text{Equação 3}$$

Onde: S₀ e S, concentração aparente inicial e final, respectivamente (g L⁻¹).

- Produtividade volumétrica em etanol (g/L⁻¹.h⁻¹), calculada de acordo com a Equação 4 [9]:

$$QP = \frac{P - P_0}{t - t_0} \quad \text{Equação 4}$$

Onde: P₀ e P: concentração inicial e final de etanol, respectivamente (g L⁻¹);
t₀ e t: tempos de fermentação inicial e final, respectivamente (h⁻¹).

- Eficiência de fermentação (%), calculada de acordo com a Equação 5 [9]:

$$\varepsilon f = \frac{Y \left(\frac{p}{s} \right)}{0,511} \times 100 \quad \text{Equação 5}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os perfis de concentração de açúcares redutores e produção de etanol em função do tempo nos experimentos realizados para avaliar o efeito do uso de suplementos comerciais, concentrações de extrato de trigo e nenhum (controle) desses ingredientes, são apresentados na Figura 1.

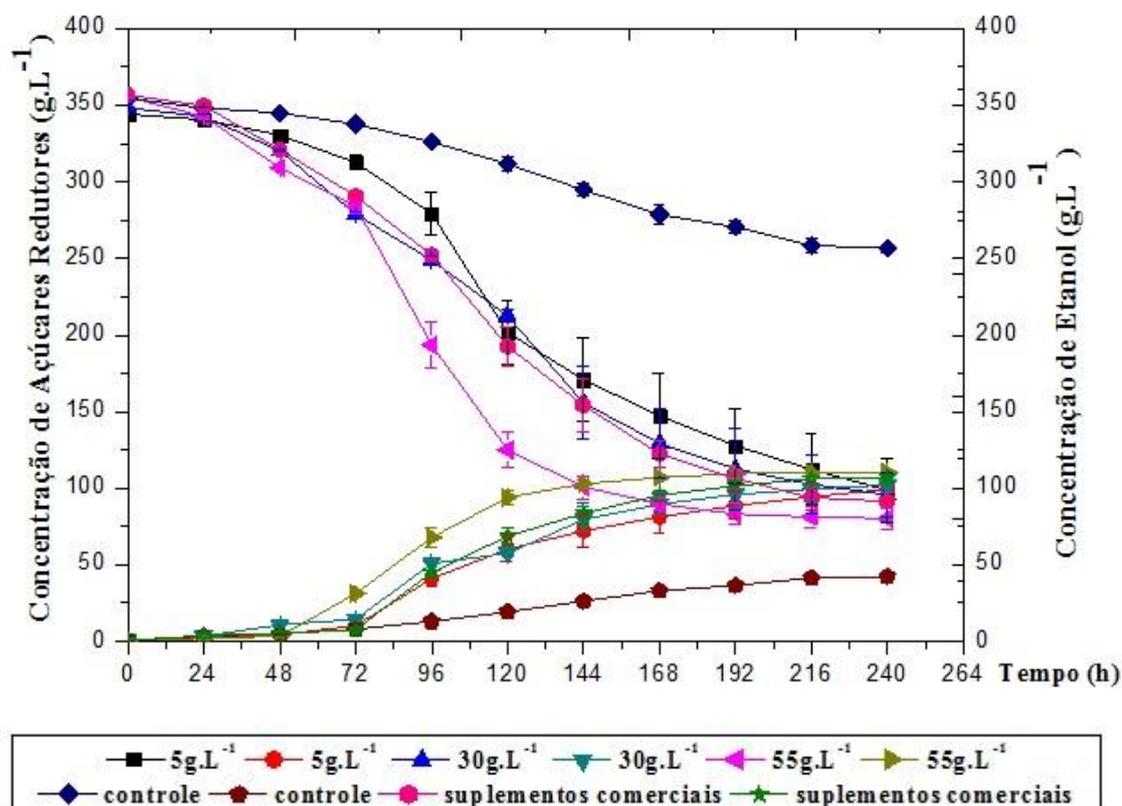


Figura 1 - Perfis de consumo de açúcares redutores (g.L^{-1}) e teor de etanol (g.L^{-1}) em função do tempo (horas) e seus respectivos desvios-padrão.

Nas primeiras 72 h de fermentação, independentemente da concentração de extrato de trigo e suplementos comerciais utilizados no mosto, ocorreu um consumo de 4,8% a 20,8% de açúcares e um aumento de 9,8% a 35% na produção de etanol por levedura. Após 120 h de fermentação, nota-se que os níveis de etanol permaneceram praticamente constantes e a diminuição de até 55% no teor de açúcares redutores continuou durante o processo de fermentação independente da concentração de extrato de trigo e suplementos comerciais utilizados no mosto, com exceção apenas do ensaio controle que teve o menor consumo (12,1%). Após 240 h de fermentação (final do processo fermentativo), os testes contendo 5 g L^{-1} , 30 g L^{-1} , 55 g L^{-1} de extrato de trigo, suplementos comerciais e controle (sem suplementação) apresentaram os maiores valores de consumo de açúcares redutores (71,32%; 72,51%; 77,40%; 74,35% e 27,67%, respectivamente) e produção de teor alcoólico ($99,41 \text{ g L}^{-1}$ e $12,75\% \text{ v v}^{-1}$; $102,06 \text{ g L}^{-1}$ e $13,08\% \text{ v v}^{-1}$; $110,25 \text{ g L}^{-1}$ e $11,13\% \text{ v v}^{-1}$; $107,08 \text{ g L}^{-1}$ e $13,72\% \text{ v v}^{-1}$; $42,35 \text{ g L}^{-1}$ e $5,43\% \text{ v v}^{-1}$) foram obtidos nos testes. Com exceção do ensaio controle, a suplementação do mosto com extrato de farelo de trigo e com suplementos comerciais influenciou positivamente os parâmetros fermentativos com valores superiores aos relatados por Ferraz [10] que avaliou o desempenho fermentativo de 6 cepas de leveduras comerciais visando a produção de hidromel e produção máxima relatada de etanol ($73,4 \text{ g L}^{-1}$ a $83,2 \text{ g L}^{-1}$) em 72 h de fermentação. No entanto, estudos relataram maiores valores de produção de etanol ($120,1 \text{ g L}^{-1}$ e $15,2\% \text{ v v}^{-1}$) após fermentação por 288 h usando aproximadamente 18% de polpa de acerola [4]. O consumo de açúcares redutores correspondendo a 80,7, 86,3 e 73,8% e a produção de etanol a 110,2

g L⁻¹ (14% v v⁻¹), 117,1 g L⁻¹ (15% v v⁻¹) e 101,5 g L⁻¹ (12,7% v v⁻¹) por *S. cerevisiae* Montrachet, *S. bayanus* Premier Blanc e *S. cerevisiae* Safbrew T-58, respectivamente, relatado durante a produção de hidromel usando mel escuro [7].

Valores superiores (88,5%, 80% e 82%, respectivamente) foram verificados para o consumo de açúcares em mosto fermentado em condições de pH 4,5, na fermentação de mosto de mel para produção de hidromel e utilizando duas linhagens de *S. cerevisiae* (Lalvin QA23 e Lalvin ICV D47) em mostos com 37% p / v de mel, fermentados a 25 ° C, por 96 h, respectivamente [11, 12 e 13]. Concentrações mais altas de etanol (118,4 g L⁻¹ e 15% v v⁻¹; 122,3 g L⁻¹ e 15,5% v v⁻¹ e 111,2 g L⁻¹ e 14,1% v v⁻¹, respectivamente) foram constatadas na fermentação por *S. cerevisiae* Safbrew T-58, *S. bayanus* Premier Blanc e *S. bayanus* Cuvée e maior consumo de açúcares redutores (90%) na fermentação por *S. bayanus* Premier Blanc [7].

Os resultados sugerem que a suplementação com extrato de trigo estimula o processo de fermentação e pode ser uma alternativa para substituir os suplementos comerciais. Quanto maior for a adição de extrato de trigo (55g L⁻¹) ao mosto do mel, maior a produção de etanol (14,13% v v⁻¹ e 110,25 g L⁻¹) e o consumo de açúcares (77,40%). Quando esses resultados são comparados ao teste controle (27,67% do consumo de açúcar e apenas 5,43% v v⁻¹ da produção de etanol), verifica-se aumento do metabolismo microbiano com a suplementação do mosto com extrato de trigo.

Os resultados referentes à concentração celular (10⁷ cel/mL) em função do tempo durante as fermentações dos experimentos realizados para avaliar o efeito do uso de suplementos comerciais, concentrações de extrato de trigo e nenhum desses ingredientes, encontram-se na Figura 2.

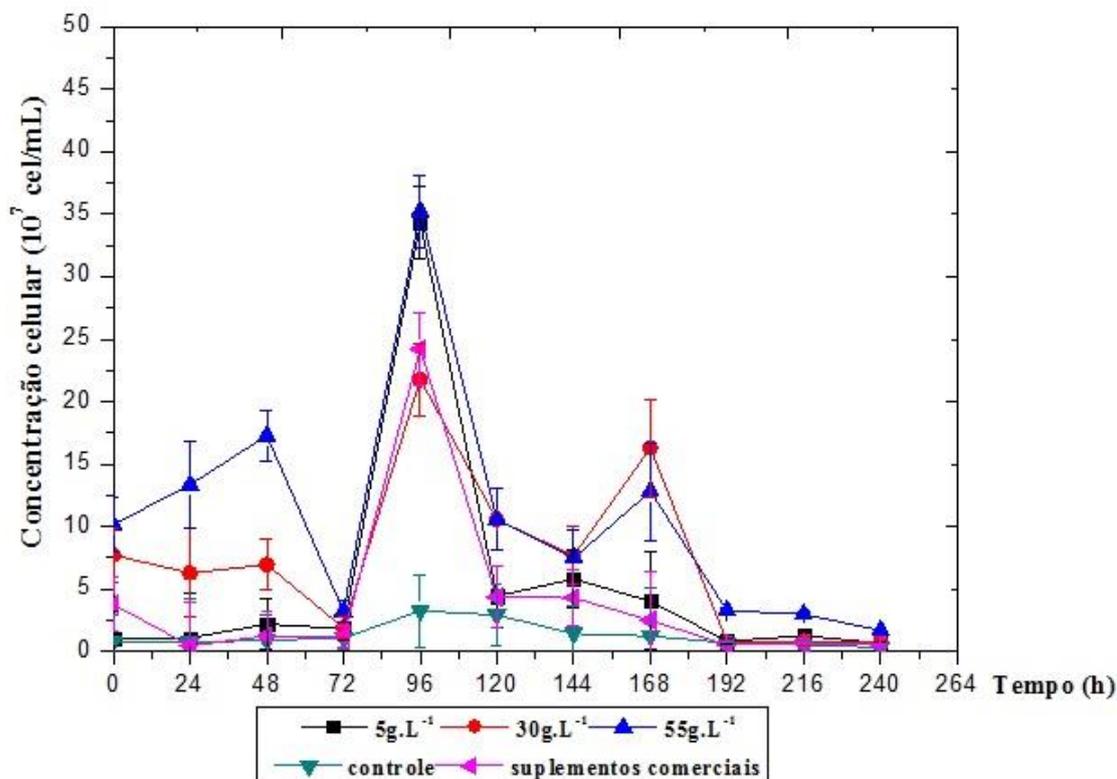


Figura 2 – Perfis de concentração celular (10⁷ cel/mL) em função do tempo (horas) e seus respectivos desvios-padrão.

Os ensaios contendo 5 e 30 g L⁻¹ de extrato de trigo, suplementos comerciais e controle apresentaram a fase *lag* ou de latência, que é a etapa de adaptação das leveduras durante as primeiras 24 h. O ensaio contendo 55 g L⁻¹ de extrato de trigo não apresentou a fase *lag* o que sugere que as leveduras podem ter se adaptado rapidamente ao meio fermentativo com altas concentrações do extrato. Outros estudos também verificaram com ensaios de leveduras *Saccharomyces Boulardii* a inexistência da fase *lag* durante o processo fermentativo [14].

A fase logarítmica ou exponencial onde ocorrem maior consumo de substrato e formação do produto e o valor máximo da concentração de células foi atingida em 96 h de fermentação nos ensaios contendo 5 e 55 g L⁻¹ de extrato de trigo, correspondendo 34,35x10⁷ cel/mL e 35,23x10⁷ cel/mL respectivamente com valores de viabilidade celular de 99,9% nos dois ensaios. Nos ensaios contendo 30g L⁻¹ de extrato de trigo, suplementos comerciais e nenhum suplemento (controle), os maiores valores de concentração celular, no mesmo tempo foram respectivamente iguais a: 21,75x10⁷ cel/mL (viabilidade celular de 98%), 24,20x10⁷ cel/mL (viabilidade celular de 99%) e 3,23x10⁷ cel/mL (viabilidade celular de 95%).

Após 192 h de fermentação, há o declínio ou lise celular em todos os ensaios. Esse declínio no crescimento celular deve-se à depleção dos nutrientes ou aos efeitos tóxicos relacionados à concentração do etanol [15].

Os maiores valores dos fatores de conversão do substrato em etanol (g g⁻¹), a produtividade volumétrica em etanol (g L⁻¹.h⁻¹) e a eficiência fermentativa (%) ao longo do tempo (h) são demonstrados na Tabela 1.

HIDROMÉIS	CONVERSÃO DE SUBSTRATO EM ETANOL (Y _{p/s} , g g ⁻¹)		PRODUTIVIDADE VOLUMÉTRICA EM ETANOL (g L ⁻¹ .h ⁻¹)		EFICIÊNCIA FERMENTATIVA IVA (%)	
	TEMPO (h)	TEMPO (h)	TEMPO (h)	TEMPO (h)	TEMPO (h)	TEMPO (h)
5 g L ⁻¹	0,436	48	0,501	120	84,48	48
30 g L ⁻¹	0,433	48	0,531	96	85,28	48
55 g L ⁻¹	0,448	48	0,783	120	87,62	48
Suplementos comerciais	0,437	48	0,580	144	85,56	72
Controle	0,432	48	0,197	168	84,55	48

Tabela 1 - Valores dos fatores de conversão do substrato em etanol (g g⁻¹), produtividade volumétrica em etanol (g L⁻¹.h⁻¹) e eficiência fermentativa (%) em função do tempo (h).

Em relação ao rendimento da conversão do substrato em produto, com exceção do hidromel contendo 55g L⁻¹ do extrato de trigo que apresentou o maior valor de rendimento (0,45 g g⁻¹), os demais hidroméis apresentaram valores iguais a 0,33 g g⁻¹. Isso significa que foram produzidos entre 33 e 45g de etanol para cada 100g de açúcares metabolizados pela levedura no processo de fermentação. Valores próximos aos obtidos em outros estudos

que relataram resultados entre 0,3 e 0,4 g g⁻¹ de conversão de substrato em etanol durante a fermentação do hidromel suplementado com fonte de proteína 5g.kg⁻¹ por células livres de *S. cerevisiae*, 30% de polpa de abacaxi e sem adição de polpa ao mosto, respectivamente [16 e 17].

A maior produtividade volumétrica em etanol (0,783 gL⁻¹.h⁻¹) foi obtida com a utilização de uma maior concentração de extrato de trigo (55 g L⁻¹) e a menor produtividade volumétrica em etanol (0,105 gL⁻¹.h⁻¹) foi obtida no meio sem suplementação, sugerindo que a suplementação do mosto de mel para a produção de hidromel com extrato de trigo pode ser uma alternativa para otimizar os processos fermentativos. Outros estudos relataram um valor superior (1,91 gL⁻¹.h⁻¹) de produtividade volumétrica em etanol durante a produção de hidromel com 10% de polpa de tamarindo após 48 h de fermentação [18] enquanto em mostos de mel fermentados por 288 h sem suplementação [19] relataram um valor de QP (0,27 gL⁻¹.h⁻¹) consideravelmente inferior ao obtido nos testes que foram suplementados neste estudo, entretanto, os valores de eficiência fermentativa foram aproximados, registrando-se o maior valor (85,56%) com a utilização de uma concentração maior (55 g L⁻¹) de extrato de trigo. Outros estudos relataram após 144 h de fermentação de hidromel suplementado com 25% de polpa de acerola [4], apresentaram menores valores de eficiência fermentativa (77,51%), valor inferior (82,2%) de eficiência fermentativa durante a produção de hidromel sem adicionar polpa ao mosto [7]. Portanto, confirma-se que a suplementação com extrato de trigo na produção de hidromel favorece o processo fermentativo.

CONCLUSÕES

O extrato de trigo possui propriedades nutricionais que favorecem seu uso como substituto aos suplementos comerciais na produção de hidromel e recomenda-se seu estudo de forma mais detalhada. É possível e viável produzir a bebida fermentada com diferentes concentrações de extrato de trigo. O maior consumo de açúcares, produção de etanol, eficiência fermentativa e crescimento celular foram obtidos mediante a suplementação no mosto de mel com maior concentração (55 g L⁻¹) de extrato de trigo.

AGRADECIMENTOS

Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES); Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia (PPGBiotec); Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS).

REFERÊNCIAS

1. Moraes, LF de; O Guia do Hidromel artesanal. Editora Livraria da Física. Edição 1A. (2018). ISBN 9788578615383. 236 p.
2. BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Decreto n ° 2314, de 04 de setembro de 1997. Regulamenta a padronização, a classificação, o registro, a observação, a produção e a fiscalização de bebidas pela Lei n ° 8.918, de 14 de

- julho de 1994. Diário Oficial [da] União. Brasília, DF: Secretaria de Vigilância Sanitária, 1997a.
- Gomes, T., Barradas, C., Dias, T., Verdial, J., Morais, JS, Ramalhosa, E., & Estevinho, LM Otimização da produção de hidromel usando metodologia de superfície de resposta. *Food and Chemical and Toxicology*, v.59, p.680-686, 2013. DOI:[10.1016 / j.fct.2013.06.034](https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.06.034)
 - Amorim, TS, Lopes, SB, Bispo, JAC, Bonafe, CFS, Carvalho, GBM, & Martínez, EA Influência da concentração de polpa de acerola na produção de hidromel por *Saccharomyces cerevisiae* AWRI 796. *LWT - Food Science and Technology*, v.97, p .561-569, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.07.009>
 - Navrátil, M., Sturdik, E., & Gemeiner, P. Produção em lote e contínua de hidromel com levedura tolerante ao etanol imobilizada com pectato. *Biotechnology Letters*, v.23, p.977-982, 2001. DOI:10.1023 / A: 1010571208324
 - Pereira, AP, Mendes-Ferreira, A., Oliveira, JM, Estevinho, LM, & Mendes-Faia, A. Fermentação de alta densidade celular de *Saccharomyces cerevisiae* para a otimização da produção de hidromel. *Food Microbiology*, v.33, p. 114-123, 2013. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.fm.2012.09.006>
 - Araújo, GS; Gutierrez, MP; Sampaio, KF; Souza, SMA de; Rodrigues, RCLB; Martinez, EA Mead Production por *Saccharomyces cerevisiae* Safbrew T-58 e *Saccharomyces bayanus* (Premier Blanc e Premier Cuvée): Efeito da concentração do extrato de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Bioquímica Aplicada e Biotecnologia*, v.191, p.212-225, 2020. DOI: 10.1007 / s12010-020-03267-0
 - Fernandes, D .; Locatelli, GO; Scartazzini, SL Avaliação de diferentes estirpes da levedura *saccharomyces cerevisiae* na produção de hidromel, utilizando méis residuais do processo de extração. *Evidência - ciência e biotecnologia*, v. 9, n. 1-2, pág. 29-42, (2009).
 - EBC - Convenção Européia de Cervejaria. Analítico. (2005). 5ª ed. Zurique: Brauerei - und Getranke - Rundschau.
 - Ferraz, F.O. Estudos dos parâmetros fermentativos, características físicas-químicas e sensoriais do hidromel. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena- SP. (2015).
 - Ilha, CE; Bertoldi, FC; Reis, VDA; Santana, E. Rendimento e Eficiência da Fermentação Alcoólica na Produção de Hidromel. (2008). *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária)*. ISSN 1981-7215. Dez.
 - Gomes, T., Dias, TG, Cadavez, VAP Influence of Sweetness and Ethanol Content on Mead Acceptability. *Jornal Polonês de Ciências da Alimentação e Nutrição*, v. 65, n. 2, pág. 137-142, 2015. DOI:10.1515 / pjfns-2015-0006

13. Pereira, AP, Dias, T., Andrade, J., Ramalhosa, E., & Estevinho, LM Mead produção: Ensaio de seleção e caracterização de cepas de *Saccharomyces cerevisiae*. *Food and Chemical Toxicology*, v.47, p.2057-2063, 2009. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.05.028>
14. Zoecklein, BW; Fugelsang, KC; Gump, BH e Nury, FS (2001), *Análisis y producción de Vino*. Zaragoza: Acribia.
15. Lima, UA, Basso, LC e Amorim, HV (2001). *Biotecnologia Industrial: Processos Fermentativos e Enzimáticos*. São Paulo: Blücher.
16. Martínez, AM; Vivas, GJ; Quicazan, MC Avaliação da fermentação alcoólica durante a produção de hidromel usando células imobilizadas em kappa-carragenina. *Chemical Engineering Transactions*, v. 49, p. 19-24, abr. 2016. DOI:<https://doi.org/10.3303/CET1649004>
17. Mascarenhas, AMO; Amorim, TS; Anunciação, AS; Albinati, FL; Martínez, EA Produção de hidromel: efeito da concentração da polpa de abacaxi. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*, v. 7, n. 2, pág. 436-440, 2017.
18. Anunciação, AS; Martins, JAB; Amorim, TS; Carvalho, GBM De; Martinez, EA Polpa de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) na produção de hidromel. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*, v.7, n. 2. 2017. Brasil.
19. Araújo, GS; Martins, HF; Souza, SMA; Martínez, EA. *Tecnologia da produção de hidromel: matérias-primas e suplementos inovadores – parte 1. Estudos científicos e tecnológicos em biotecnologia*. p. 191 – 213. Backup Books Editora. Aracaju, 2020.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-120>

Capítulo 120

PRODUÇÃO DE SOJA NA REGIÃO NORDESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, SAFRA 2020/21

Everton Luis Finoto¹; Monica Helena Martins²; Isadora de Azeredo Freitas³; Sandra Helena Unêda-Trevisoli⁴; Paulo Boller Gallo⁵; Sérgio Doná⁶; Maria Beatriz Bernardes Soares⁷

¹Pesquisador Científico da APTA Regional Centro Norte E-mail: everton.finoto@sp.gov.br, ²Bolsista de Aperfeiçoamento Técnico FAPESP/APTA Regional Centro Norte E-mail: mo-martinss@hotmail.com, ³Bolsista de Aperfeiçoamento Técnico FUNDAG/APTA Regional Centro Norte Email: isadoradeazeredo@outlook.com, Prof. Associado do Depto de Ciências da Produção Agrícola - Setor de Produção Vegetal UNESP/FCAV Jaboticabal E-mail: shu.trevisoli@unesp.br, ⁵Pesquisador Científico da APTA-IAC UPD Mococa E-mail: paulo.gallo@sp.gov.br, ⁶ Pesquisador Científico da APTA Regional Médio Paranapanema E-mail: sdon@sp.gov.br, ⁷Pesquisador Científico da APTA Regional Centro Norte E-mail: maria.soares@sp.gov.br,

RESUMO: Para a obtenção de altas produtividades de soja é fundamental a escolha das cultivares mais adaptadas a determinado local, como também, da época de semeadura adequada. Nesse trabalho objetivou-se estudar o desempenho agrônômico de diferentes cultivares de soja nos municípios de Jaboticabal, Mococa e Ribeirão Preto, na safra de 2020/21. O delineamento experimental utilizado, em cada local, foi de blocos casualizados, com 30 cultivares de soja e 3 repetições. As médias de produtividade foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As médias de produtividade de soja das cultivares avaliadas, neste experimento, variaram de 61,6 a 30,2 sc.ha⁻¹. Há cultivares comerciais que demonstram adaptabilidade à região nordeste paulista e apresentam tolerância a ocorrência de estresse hídrico, alcançando produtividades próximas à média nacional.

Palavras-chave: avaliação de cultivares; *Glycine max*; produtividade de grãos

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill), pertencente à família Fabaceae, presente em todo território brasileiro é uma das plantas mais cultivadas no mundo, possui grande importância a agricultura e economia mundial, apresentando crescimento expressivo nas últimas décadas, especialmente na produção em função da tecnologia disponível (1).

A cultura da soja merece destaque no Estado de São Paulo, pois contribuem na melhoria dos sistemas produtivos paulistas, atuando na reforma de áreas canavieiras, em sucessão de culturas, assim apresentando um fornecimento de nitrogênio para o solo por meio da fixação biológica de nitrogênio (2).

Segundo o levantamento da safra brasileira de grãos 2020/21, divulgado em maio pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), no Brasil a cultura teve uma produção de 135,409 milhões de toneladas, em 38,502 milhões de hectares de área plantada, equivalendo a uma produtividade de 3.517 kg por hectare ($58,6 \text{ sc.ha}^{-1}$) (3).

Para atingir altas produtividades na produção de soja é essencial a escolha da cultivar e época de semeadura (4). A produtividade de uma cultura é definida pela interação entre a planta, o ambiente de produção, como a intensidade de radiação solar, fotoperíodo e temperatura média do ar. Altas produtividades são obtidas quando as condições ambientais são favoráveis em todos os estádios de crescimento da soja (5).

Diante desse contexto, o presente trabalho teve por objetivos avaliar o desempenho agrônomo de cultivares de soja instalados em três locais no nordeste do Estado de São Paulo, na safra de verão 2020/21.

MATERIAL E MÉTODOS

Na safra 2020/21 os ensaios para estimativa da performance agrônoma de cultivares de soja foram realizados em Unidades do Instituto Agrônomo (IAC) da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), órgão estadual da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA) e Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/Unesp), nos seguintes municípios: Jaboticabal (FCAV/Unesp), Mococa Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento (UPD) IAC/APTA, Ribeirão Preto (Centro Cana – IAC/APTA).

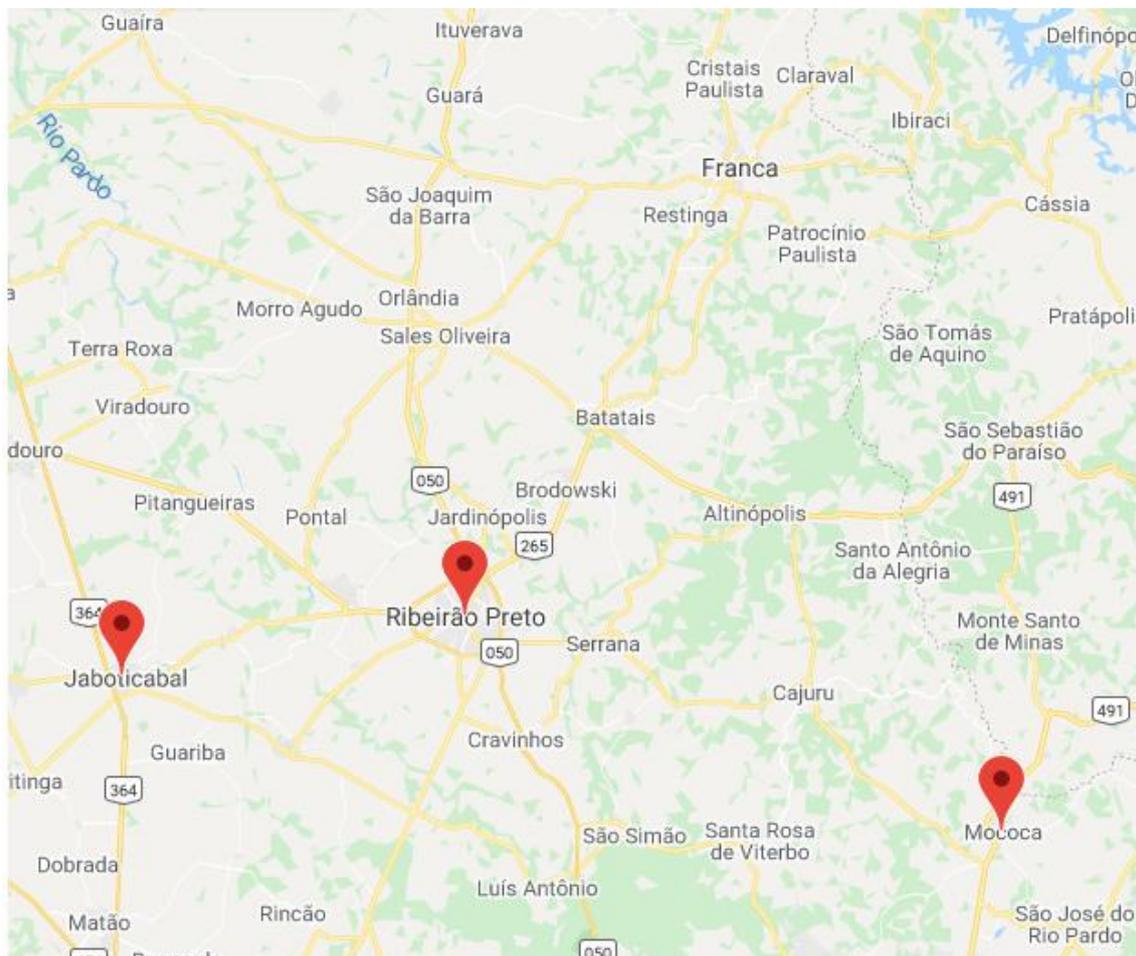


Figura 1– Localização dos ensaios de avaliação de cultivares de soja, safra 2020/21

O delineamento estatístico utilizado, em cada local, foi o de blocos casualizados (DBC) com três repetições. As parcelas do ensaio foram compostas de quatro linhas de 5,0 metros (m) de comprimento, espaçadas de 0,5 m, utilizando para as avaliações agrônômicas somente as duas linhas centrais.

A adubação e correção de solo foram efetivadas, quando preciso, por meio de resultados de análises de solo. Imediatamente antes da semeadura, as sementes foram submetidas à inoculação com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* e coinoculadas com estirpes de *Azospirillum brasilense* nas doses recomendadas do produto comercial. O controle de plantas infestantes, pragas e doenças foi realizado sob indicações técnicas recomendadas para a cultura em referente região.

Os dados meteorológicos de cada local ao longo da execução do experimento, período 01/10/2020 a 30/04/2021, obtidos por meio do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO), estão representados nas seguintes figuras:

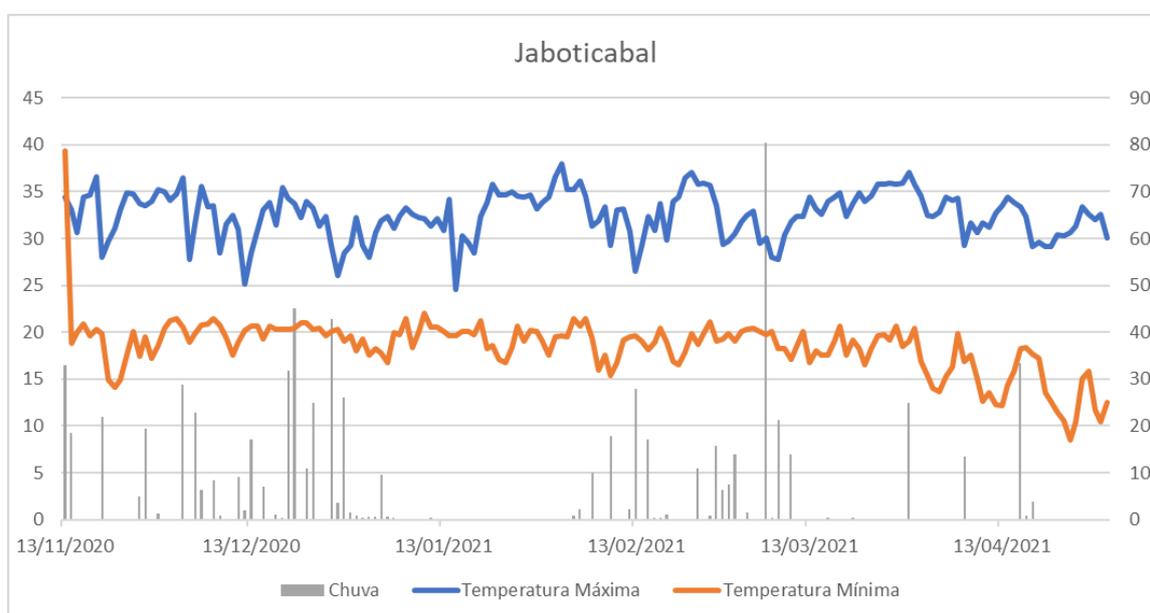


Figura 2– Demonstração de precipitação e temperatura do município de Jaboticabal-SP

Fonte: CIIAGRO

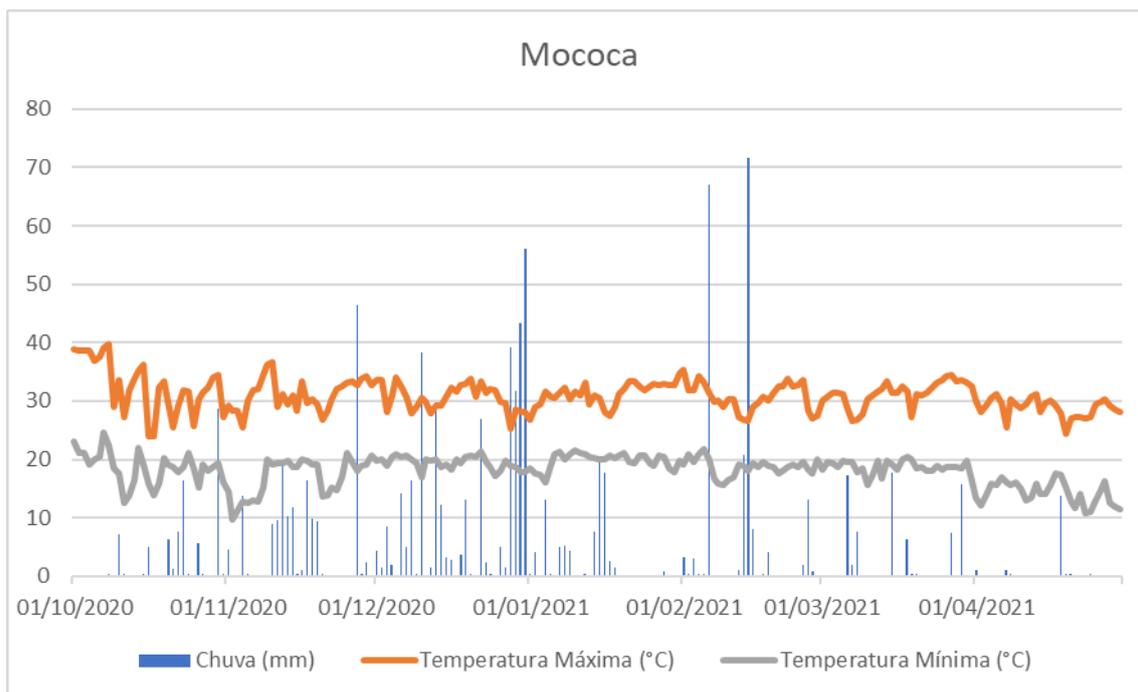


Figura 3– Demonstração de precipitação e temperatura do município de Mococa-SP
Fonte: CIIAGRO

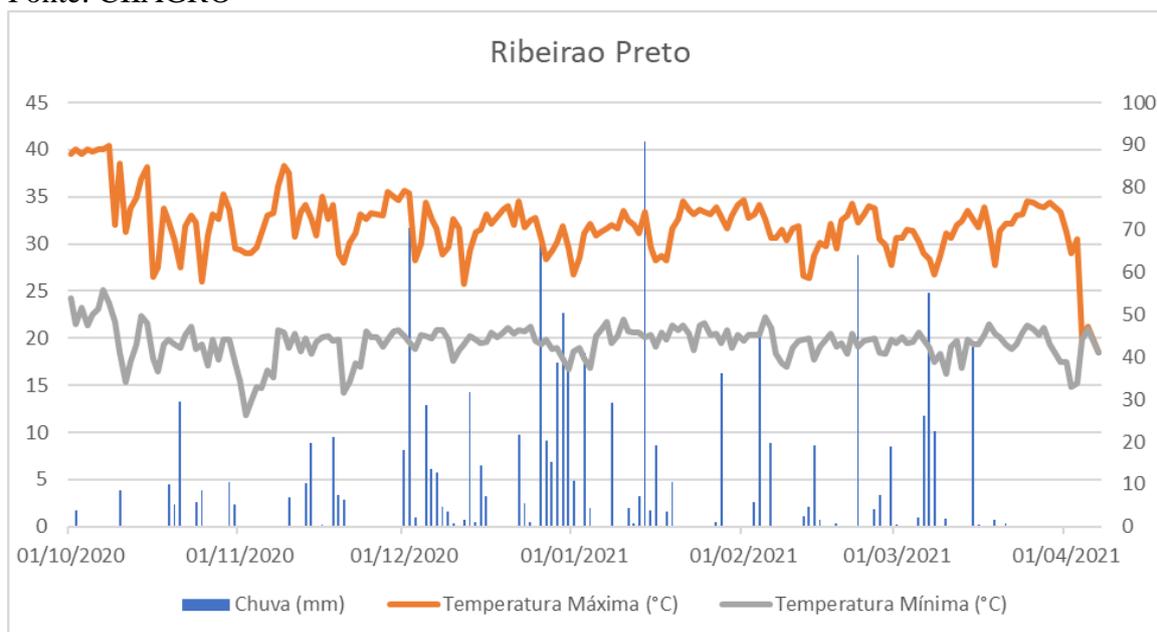


Figura 4– Demonstração de precipitação e temperatura do município de Ribeirão Preto-SP
Fonte: CIIAGRO

No Quadro 1 estão representadas as características: altitude, região edafoclimáticas e data de plantio de cada local.

Quadro 1. Caracterização dos locais onde foram instalados os experimentos, safra 2020/21

Município	Altitude	Região edafoclimática	Data de semeadura
Jaboticabal	605m	302	23/11/2020
Mococa	665m	302	17/12/2020
Ribeirão Preto	546m	302	23/11/2020

Em cada local, foram avaliadas 30 cultivares de soja, apresentados no Quadro2.

Quadro 2. Relação de cultivares avaliadas nos municípios Jaboticabal, Mococa e Ribeirão Preto

Empresa	Cultivar
BRASMAX	64 I 61 (BMX FIBRA)
BRASMAX	74 I 77 (BMX FOCO)
AGROESTE	AS 3590 IPRO
AGROESTE	AS 3680 IPRO
AGROESTE	AS 3730 IPRO
EMBRAPA	BRS 1001 IPRO
EMBRAPA	BRS 1003 IPRO
EMBRAPA	BRS 1074 IPRO
EMBRAPA	BRS 388 RR
EMBRAPA	BRS 467 IPRO
EMBRAPA	BRS 544
EMBRAPA	BRS 7380
DONMARIO Sementes	DM 68 I 68 IPRO
SEEDCORP	HO APORÉ IPRO
SEEDCORP	HO CORUMBA IPRO
SEEDCORP	HO IGUAÇU IPRO
SEEDCORP	HO MAMORE IPRO
SEEDCORP	HO MARACAI IPRO
SEEDCORP	HO PIRAPÓ IPRO
SEEDCORP	HO TERERÊ IPRO
MONSOY	M SOY 6210 IPRO
MONSOY	M SOY 5917 IPRO
MONSOY	M SOY 5947 IPRO
MONSOY	M SOY 6410 IPRO
MONSOY	M SOY 7198 IPRO
MONSOY	M SOY 7739 IPRO

NIDERA	NS 6700 IPRO
NIDERA	NS 6906 IPRO
Tropical Melhoramento & Genética	TMG 7062 IPRO
Tropical Melhoramento & Genética	TMG 7067 IPRO

Nesse trabalho foi avaliado a produtividade das cultivares, em sacas por hectare (sc.ha^{-1}), foi determinada através da colheita das duas linhas centrais de 5 metros, em cada parcela experimental. A umidade dos grãos foi determinada e os dados de produtividade foram corrigidos para 13% de umidade.

Análises de variância individuais de cada local foram devidamente efetuadas e as médias foram agrupadas pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de produtividade da cultura da soja, em Jaboticabal, Ribeirão Preto e Mococa estão demonstradas na Tabela-1.

As médias dos dados de produtividade de soja das cultivares avaliadas neste experimento variaram de 61,6 a 30,2 sc.ha^{-1} . Pode se observar que a produtividades de grãos em Jaboticabal varia de 61,60 a 38,63 sc.ha^{-1} , já em Ribeirão Preto a variação foi de 46,10 a 31,43 sc.ha^{-1} e em Mococa de 56,13 a 30,20 sc.ha^{-1} . Houve diferença significativa entre os tratamentos (cultivares), em todos os locais.

Em Jaboticabal e em Mococa a cultivar que apresentou maior produtividade foi M SOY 6210 IPRO e em Ribeirão Preto a cultivar que se destacou foi a DM 68 I 68.

Devem-se considerar as condições ideais de interação entre planta, ambiente de produção e manejo, para melhor produtividade, onde foram realizados os experimentos, (6).

Pode se notar também que as variedades BRS 1074, HO MAMORÉ, 64I61 (BMX FIBRA), obtiveram desempenho bom em produtividade, nos três locais avaliados. Assim, expressando um potencial produtivo para os três municípios.

Em Ribeirão Preto as cultivares que apresentaram menores produtividades foram: AS 3680, 74I77(BMX FOCO) e BRS 388 RR. Em Jaboticabal foi a cultivar MSOY 7198, já em Mococa foi a cultivar BRS 1001.

Constatou-se que houve ocorrência de stress hídrico no período reprodutivo das cultivares avaliadas, nos três locais, o que interferiu drasticamente na expressão do potencial de rendimento de grãos destas. A produtividade de grãos está correlacionado diretamente com o potencial genético de cada cultivar de soja e as condições edafoclimáticas do local de cultivo.

Tabela 1 – Media de produtividade (sc.ha⁻¹), obtidos de ensaio comparativo de 30 cultivares de soja, conduzido em Jaboticabal, Ribeirão Preto e Mococa. Safra 2020/21

Cultivares	Produtividade (sc.ha ⁻¹)		
	Jaboticabal	Ribeirão Preto	Mococa
64 I 61 (BMX FIBRA)	57,67a	42,77a	47,50a
74 I 77 (BMX FOCO)	61,57a	32,43c	54,40a
AS 3590 IPRO	47,17b	35,77b	54,40a
AS 3680 IPRO	55,10a	32,70c	45,06a
AS 3730 IPRO	52,23b	41,07a	41,70a
BRS 1001 IPRO	49,36b	36,47b	30,20a
BRS 1003 IPRO	47,97b	36,63b	45,43a
BRS 1074	56,53a	43,20a	49,90a
BRS 388 RR	54,40a	31,43c	45,56a
BRS 467 IPRO	47,43b	37,47b	41,86a
BRS 544	56,20a	42,13a	30,36a
BRS 7380	43,13c	38,66b	47,13a
DM 68 I 68 IPRO	50,03b	46,10a	47,13a
HO APORÉ IPRO	61,20a	43,40a	41,33a
HO CORUMBA IPRO	58,20a	41,80a	46,50a
HO IGUAÇU IPRO	54,13a	36,90b	45,03a
HO MAMORE IPRO	55,37a	44,83a	52,06a
HO MARACAI IPRO	58,20a	35,90b	50,00a
HO PIRAPÓ IPRO	56,73a	38,46b	46,16a
HO TERERÊ IPRO	52,33b	39,03b	32,80a
M SOY 6210 IPRO	61,60a	34,37c	56,13a
M SOY 5917 IPRO	48,23b	42,83a	45,36a
M SOY 5947 IPRO	49,13b	36,60b	47,30a
M SOY 6410 IPRO	51,57b	38,53b	44,36a
M SOY 7198 IPRO	38,63c	34,43c	55,66a
M SOY 7739 IPRO	52,57b	41,47a	54,83a
NS 6700 IPRO	56,73a	40,33a	43,80a
NS 6906 IPRO	55,37a	40,20a	51,20a
TMG 7062 IPRO	52,10b	38,40b	49,86a
TMG 7067 IPRO	46,73b	37,30b	53,76a
F tratamentos	27,72** < 0,0001	8,34** < 0,0001	1,84* 0,0241
F blocos	4,57* 0,0144	0,74 ^{NS} 0,4804	0,41 ^{NS} 0,6636

CV%	6,9732577	5,8254635	18,39789
-----	-----------	-----------	----------

CONCLUSÕES

Há cultivares comerciais que demonstram adaptabilidade à região nordeste paulista e apresentam tolerância a ocorrência de stress hídrico, alcançando produtividades próximas à média nacional.

É necessária a continuação dos estudos para melhor recomendação das cultivares visando atender a demanda de produtores para melhor produção de sacas por há.

AGRADECIMENTOS

Às empresas apoiadoras do projeto, aos funcionários e bolsistas envolvidos na condução dos experimentos.

REFERÊNCIAS

1. M. H.; LAZZAROTTO, J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro [recurso eletrônico] Londrina: Embrapa Soja, 2014. 70p
2. BÁRBARO-TORNELI, I. M., & FINOTO, E. (2018). Avaliação de cultivares de soja no estado de São Paulo em resposta à aplicação de inoculantes no sulco de semeadura. *Nucleus*, 1, 55-62.
3. CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Central de Informações Agropecuárias. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb>. Acesso em: 13 agosto 2021.
4. ÁVILA, M. R. et al. Sowing seasons and quality of soybean seeds. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 60, n. 2, p. 245-252, 2003.
5. RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; THOMPSON, H.E.; BENSON, G. O. How a soybean plant develops. Ames: Iowa State University of Science and Thechnology, Cooperative Extension Service, 1994. 20p.
6. MAUAD, M. et al. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. *Agrarian*, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-121>

Capítulo 121

PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE CERVEJAS ARTESANAIS COM ADIÇÃO DE FRAMBOESA VERMELHA (*Rubus idaeus* L.)

**Aline Finatto Alves¹, Márcia Liliane Rippel Silveira², Suelem Lima da Silva³,
Vanessa Pires da Rosa⁴, Andréia Cirolini⁵**

¹Tecnóloga em Alimentos – UFSM. E-mail: aline_finatto@yahoo.com.br

²Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos – DTA/CCR - UFSM. E-mail:
marciarippel@gmail.com

³Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos – DTA/CCR – UFSM. E-mail:
suelemls@gmail.com

⁴Docente Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. E-mail: vanessa.rosa@ufsm.br

⁵Docente Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. E-mail:
andreiacirolini@gmail.com

RESUMO: A cerveja artesanal é um produto de excelente qualidade e de alto valor de mercado, possuindo aromas e sabores diferentes, voltado a um mercado consumidor que busca produtos diferenciados. A adição de novos ingredientes para a obtenção de cervejas pode contribuir com o desenvolvimento do setor, atraindo mais consumidores. A framboesa é um fruto de excelente qualidade nutricional e traz vários benefícios a saúde. Um dos problemas que pode ocorrer na produção de cerveja artesanal é a deterioração por microrganismos indesejáveis, alterando suas características organolépticas e diminuindo sua qualidade. Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo elaborar e avaliar as características microbiológicas de diferentes formulações de cervejas com adição framboesa vermelha (*Rubus idaeus* L.). Foram elaboradas quatro formulações, sendo um controle, e três com adição de framboesa, nas concentrações de 10, 15 e 20%. Foram realizadas determinação de coliformes totais e termotolerantes, contagem de microrganismos aeróbios mesófilos e psicotróficos e contagem de bolores e leveduras. Os valores encontrados nas contagens de mesófilos e bolores e leveduras encontram-se acima dos valores máximos permitidos pela Legislação, sendo assim conclui-se os produtos elaborados estão impróprios para o consumo e comercialização. Acredita-se que a contaminação microbiana na produção de cerveja pode ocorrer em vários pontos durante o processo de elaboração da bebida.

Palavras-chave: análise microbiológica; cerveja; controle de qualidade; framboesa vermelha; frutas vermelhas

INTRODUÇÃO

De acordo com a legislação brasileira, Decreto n.º. 6.871 de 4 de junho de 2009, cerveja é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte

de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo. O malte de cevada usado na elaboração da cerveja e o lúpulo podem ser substituídos por seus respectivos extratos, bem como parte do malte de cevada poderá ser substituído por cereais malteados ou não, assim como amidos e açúcares de origem vegetal (1).

Nos últimos anos, houve um aumento significativo no consumo de cerveja no Brasil, sendo que 63,4% das residências brasileiras apresentam regularmente a bebida (2). Em 2018, o número de cervejarias brasileiras registradas cresceu 3%, ou seja, 210 fábricas novas foram registradas, totalizando 889 cervejarias (2). Estima-se que o setor gera cerca de 2,2 milhões de empregos e sua receita corresponde a 1,6 % do Produto Interno Bruto (PIB), contribuindo com R\$ 23 bilhões em impostos ao ano (2).

A cerveja artesanal é um produto de excelente qualidade e de alto valor de mercado, possuindo aromas e sabores diferentes, voltado a um mercado consumidor que busca produtos diferenciados e prioriza um produto de qualidade sensorial diferenciada, ao contrário das cervejas consideradas convencionais, de produção industrial, que buscam um produto de qualidade, mas que seja produzido em grande quantidade e com custos reduzidos (3).

Os frutos e outros produtos adicionais compõem a finalização do processo de algumas cervejas tradicionalmente artesanais, os quais cada empresa cervejeira adiciona durante o processo, ou de mosturação, ou fermentação ou mesmo na maturação frutas em suas diferentes formas (pedaços, sucos concentrados ou cremes), dando um aroma e sabor diferenciados (4).

A framboesa faz parte de um grupo pequeno de frutos denominados de frutos vermelhos juntamente com mirtilos, amoras, morangos, entre outros (5). 20% do seu peso total é composto por fibras e é uma fonte de Vitamina C e outras vitaminas, nomeadamente o ácido fólico, a vitamina B1, B2 e também alguns minerais (magnésio, cobre e ferro) (6). Este grupo de frutos é bastante reconhecido pela sua qualidade nutricional e os benefícios para a saúde. Muitos estudos têm demonstrado que eles possuem altos teores de açúcares, são ricos em compostos fenólicos e ácidos orgânicos (ácido málico, ácido cítrico, ácido succínico) que determinam sua doçura e acidez. O tipo e a quantidade individual de cada composto vão refletir na qualidade da fruta (7).

Assim, a exploração de novos ingredientes para a obtenção de formulações de cervejas especiais, com atributos nutricionais e sensoriais variados, pode contribuir com o desenvolvimento do setor, atraindo cada vez mais consumidores que procuram por produtos inovadores e diferenciados.

Para se obter a cerveja final de qualidade, deve-se submetê-la a tratamentos, como a filtração e pasteurização, desta forma, o produto acabado estará livre de resíduos de leveduras, bactérias e coliformes que possam ter contaminado durante o envase. Este processo é de extrema importância, visto que esses microrganismos são prejudiciais tanto para as características organolépticas do produto como também à saúde do consumidor, por apresentar toxinas prejudiciais ao organismo (8).

Um dos problemas que pode ocorrer na produção de cerveja artesanal é a deterioração por microrganismos indesejáveis, alterando suas características organolépticas, diminuindo sua qualidade sendo o principal foco de atenção na maioria das cervejarias em todo o mundo.

Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo elaborar e avaliar as características microbiológicas de cervejas com adição de diferentes concentrações de framboesa vermelha (*Rubus idaeus* L.).

MATERIAL E MÉTODOS

Matéria prima para elaboração da cerveja

Para o processamento da cerveja artesanal foram utilizados malte do tipo Château Pale Ale (200 g L⁻¹ de água destilada) de origem belga, lúpulo de amargor variedade Hallertau Magnum (1,5 g L⁻¹ de mosto) com teor de α -ácidos de 12,20%, lúpulo de aroma Saaz (0,20 g L⁻¹ de mosto) com teor de α -ácidos de 2,74%, oriundos da Alemanha e da República Tcheca, respectivamente, ambos na forma de pellet, e levedura *Saccharomyces cerevisiae* (0,5 g L⁻¹ de mosto) de alta fermentação (Fermentis Safale US-05).

Frutos maduros de framboesa vermelha (*Rubus idaeus* L.), cultivar Autumn Bliss, foram adquiridos de uma fazenda comercial no município de Vacaria-RS (latitude: 29°32'30" S, longitude: 50°54'51" W e altitude: 962 metros). Os frutos inteiros, colhidos manualmente, foram higienizados e armazenados congelados (-20 °C) até o momento da sua utilização.

Elaboração da cerveja

Os experimentos foram realizados no laboratório de operações unitárias do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Foram elaboradas quatro formulações, sendo uma controle com mosto tradicional da cerveja tipo Pale Ale (sem adição de framboesa) e três formulações com adição de framboesa no processo de maturação da cerveja, nas concentrações de 10% - F10 (adição de 100 g de fruta para cada 1L⁻¹ de mosto), 15% - F15 (adição de 150 g de fruta para cada 1L⁻¹ de mosto) e 20% - F20 (adição de 200 g de fruta para cada 1 L⁻¹ de mosto).

Para a elaboração da cerveja, o malte foi moído utilizando um moinho de discos manual e adicionado em água a temperatura inicial da rampa (tempo e temperatura adequada para que as enzimas iniciem o processo de quebra dos açúcares fermentescíveis). Foram utilizadas quatro rampas de temperatura durante a mosturação: 55 °C por 30 min, 65 °C por 40 min, 72 °C por 15 min e 78 °C por 15 min. Na Figura 1 é apresentado a rampa de brasagem (variação da temperatura em função do tempo utilizados no processo de mosturação).

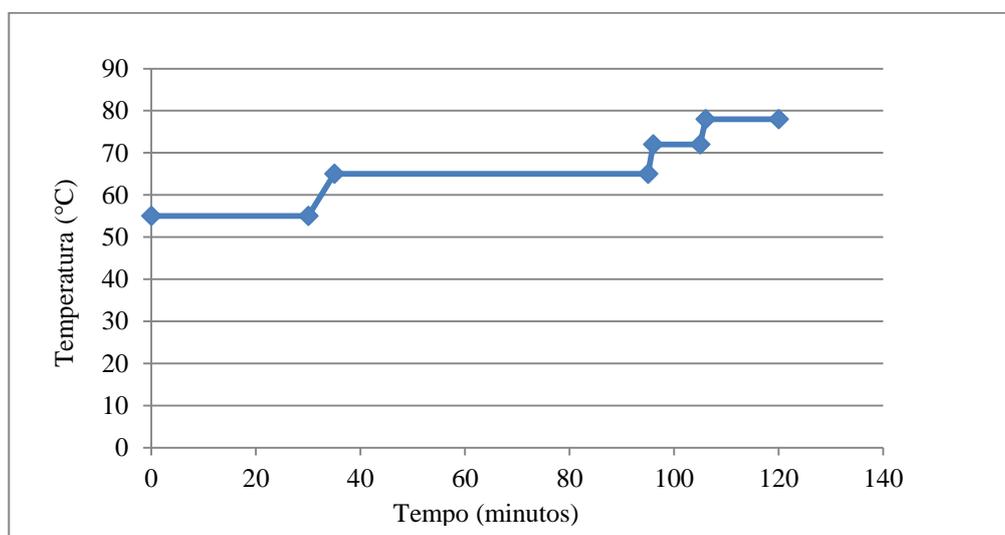


Figura 1 – Programação de tempo e temperatura no processo de mosturação da cerveja (rampa de brasagem)

Fonte: autora

Após o tempo de mostura, o mosto foi clarificado (separação do bagaço do líquido). Quando límpido, o mosto foi submetido ao processo de fervura durante 60 min, o lúpulo de amargor foi adicionado no início da fervura e o lúpulo de aroma 35 min antes do término da fervura. Ao final da fervura o mosto foi resfriado a temperatura de 20 ± 2 °C. Após este processo, inoculou-se a levedura ao mosto, iniciando o processo de fermentação (20 ± 2 °C).

Para a fermentação o mosto foi acondicionado em frascos de 5 litros. Após o término da fermentação, verificado através da estabilidade dos sólidos solúveis totais (°Brix) monitorado diariamente, realizou-se a trasfega, onde o resíduo de levedura foi separado do mosto, e a maturação foi iniciada. Nesta etapa, a framboesa previamente descongelada foi adicionada aos mostos dos tratamentos experimentais. Após doze dias à 4 °C concluiu-se a maturação do mosto, sendo este transferido para outro recipiente (trasfega). Por fim, as cervejas foram carbonatadas com 6 g de sacarose L⁻¹ e engarrafadas em garrafas de vidro âmbar de 300 mL, permanecendo armazenadas à temperatura de 22 °C por 30 dias.

Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas nas formulações da cerveja foram realizadas logo após o engarrafamento, considerado dia 1, e após 30 dias de envase e armazenamento. Todas as análises foram realizadas com as amostras descarbonatadas em temperatura ambiente e em triplicata.

Para comprovação sanitária das bebidas produzidas realizou-se análises microbiológicas de qualidade de acordo com a Instrução Normativa 62 do MAPA (9). Foram realizadas as seguintes análises microbiológicas: coliformes totais e termotolerantes, contagem de microrganismos aeróbios mesófilos e psicotróficos e contagem de bolores e leveduras.

Preparo das Amostras

A preparação das amostras para análise foi realizada através da retirada analítica de porções representativas de todo o conteúdo da amostra (25 mL), retiradas assepticamente e transferidas para um frasco estéril contendo 225 mL de solução salina peptonada 0,1% e homogeneizadas em Stomacher® por sessenta segundos. A partir desta diluição inicial (10^{-1}), foi preparada uma série de diluições decimais (10).

Contagem padrão de microrganismos aeróbios mesófilos e psicotróficos

Para a determinação de microrganismos aeróbios mesófilos e psicotróficos, foi utilizado o meio de cultura Ágar Padrão para Contagem (PCA, Himedia®) e o método utilizado foi o de semeadura em profundidade (10). Foram selecionadas três diluições seriadas. A partir destas, com 1 mL de cada diluição, foi realizada a semeadura em triplicata. As placas foram incubadas em estufa a 37 °C por um período de 48 horas para contagem de aeróbios mesófilos e a 7°C por 10 dias para contagem de psicotróficos. Selecionaram-se as placas que apresentavam entre 25 a 250 colônias e a contagem foi

realizada com auxílio de um contador de colônias. Os resultados foram expressos em Unidade Formadoras de Colônia por grama (UFC/ml) (10).

Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e coliformes termotolerantes

Para a contagem de coliformes totais e coliformes termotolerantes, utilizou-se a técnica do Número Mais Provável (NMP), empregando séries de três tubos com tubo de Durham invertido. Foram realizadas diluições seriadas em solução salina peptonada 0,1% (BRASIL, 2003). No teste presuntivo, alíquotas de 1 mL das diluições apropriadas foram semeadas em Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) e incubadas a 35 °C por 48 horas. Os tubos positivos, com produção de gás e turvação, foram inoculados em tubos contendo Caldo Verde Brilhante (Caldo VB) e incubados a 37 °C por 48 horas, para confirmação de Coliformes Totais. Para o teste confirmativo de Coliformes Termotolerantes, alíquotas de cultura dos tubos positivos em Caldo VB foram transferidas com auxílio de alça de níquel cromo para tubos contendo Caldo *Escherichia coli* (Caldo EC), as quais foram incubadas a 45 °C por 48 horas. Os resultados foram analisados de acordo com as diluições e a quantidade de amostras positivas dos testes confirmativos, orientando-se pelo uso da tabela de NMP (10).

Contagem de bolores e leveduras

Para contagem padrão dos bolores e leveduras, 1,0 mL das diluições foi plaqueado em profundidade, utilizando o meio Ágar Batata Dextrose (BDA) acidificado com ácido tartárico 10% até pH 3,5. A incubação se deu em estufa bacteriológica a 25 °C durante 5 dias. Após esse período, as placas foram contadas para determinar o número de unidades formadoras de colônia (UFC/mL) (10).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 podem-se observar os resultados obtidos na análise microbiológica das diferentes formulações de cervejas artesanais de framboesa vermelha. Os resultados evidenciaram a presença de bactérias mesófilas acima do limite máximo (< 3000 UFC/mL) preconizado pela Legislação da ANVISA (12), através da Consulta Pública, CP n° 69 de 13 de junho de 2010. A contagem de bolores e leveduras também foi elevada na maioria das amostras, com exceção da amostra controle testada após o envase (dia 1).

Tabela 1 – Parâmetros microbiológicos analisados nas formulações das cervejas artesanais experimentais com adição de framboesa vermelha, após o engarrafamento (dia 1) e após 30 dias de envase e armazenamento.

Formulações com adição de framboesa (%)	Parâmetros Microbiológicos				
	Microrganismos Mesófilos (UFC/mL)*	Microrganismos Psicotróficos (UFC/mL)*	Bolores e leveduras (UFC/mL)*	Coliformes totais e termotolerantes (NMP/mL)**	
Controle	4,15x10 ⁴	< 10	3x10 ¹	< 3	
Dia 1	F10	1,09x10 ⁴	< 10	5,6x10 ³	< 3
	F15	8,1x10 ³	< 10	1,26x10 ³	< 3
	F20	5,5x10 ³	< 10	4,2x10 ²	< 3
	Controle	2,32x10 ⁴	< 10	1,19x10 ⁴	< 3

Dia 30	F10	$8,4 \times 10^3$	< 10	$2,6 \times 10^3$	< 3
	F15	$4,1 \times 10^3$	< 10	$2,3 \times 10^3$	< 3
	F20	$1,44 \times 10^4$	< 10	$2,7 \times 10^3$	< 3

*Unidades Formadoras de Colônia por mL. **NMP: Número mais provável de microrganismo por mL. Formulações: Controle-sem adição de framboesa; F10-adição de 10% de framboesa; F15-adição de 15% de framboesa; F20-adição de 20% de framboesa.

Fonte: autora

Segundo a Legislação da ANVISA, através da Consulta Pública, CP nº 69 de 13 de junho de 2010, o limite máximo para a contagem de bactérias mesófilas para a cerveja é de < 100 UFC/mL. Os valores encontrados para as formulações de cervejas artesanais fabricadas ao longo deste trabalho encontram-se acima dos valores máximos permitidos pela Legislação, configurando-se como impróprias para o consumo e para a comercialização. Para obter cervejas artesanais livres de resíduos de bactérias mesófilas e de bolores e leveduras, é necessário submetê-las ao processo de filtração e pasteurização rigoroso, pois no decurso de envase da cerveja artesanal é comum ocorrer contaminação com microrganismos (8).

Para a contagem de coliformes totais e termotolerantes e microrganismos aeróbios psicotróficos, todas as cervejas analisadas não apresentaram resultados positivos, permanecendo dentro dos padrões da ANVISA (11).

Embora as quatro amostras de cervejas tenham ficado acima do limite, os microrganismos mesófilos aeróbios nem sempre são patogênicos e, portanto, não produzem toxinas que podem ser prejudiciais à saúde dos consumidores. Além disso, é comum a alta contagem de microrganismos em cervejas artesanais, uma vez que as mesmas, em geral não são submetidas ao processo de pasteurização rigoroso justificando-se assim, a presença de bactérias mesófilas nas cervejas artesanais produzidas (8).

De acordo com Freire et al., (11), provavelmente esse resultado está relacionado ao tipo de produção, onde no método industrial as chances de contaminação na matéria-prima e durante o bioprocessamento são menores devido o sistema ser fechado e contínuo. No processo de fabricação de cerveja artesanal, como parte do processo é descontínuo, as chances de contaminação são maiores. Cuidados higiênicos e sanitários durante todo o processo de fabricação de cervejas artesanais, especialmente nas fases que envolvem o manuseio e a adição de frutas, são necessários para evitar possíveis contaminações na bebida final.

Naturalmente as frutas possuem microrganismos, sendo assim, devemos considerar que a adição da framboesa in natura, mesmo passando por higienização, pode ter contribuído para o desenvolvimento de contaminação na cerveja. Além de considerar que a fruta foi adicionada em uma etapa fria do processo (maturação), onde não foi submetida a tratamento térmico, como também não havia mais atividade de fermentação onde poderia ocorrer uma competição microbiológica e as leveduras cervejeiras destruiriam os microrganismos contaminantes.

Apesar das características da cerveja não facilitarem o desenvolvimento de microrganismos, devido a fatores como pH, alterações de temperatura e baixa concentração de oxigênio, podem ocorrer contaminações que alteram o produto produzindo turbidez, viscosidade sabores indesejados e *off-flavours* (8).

CONCLUSÕES

Conclui-se que as contagens de aeróbios mesófilos e bolores e leveduras encontram-se acima dos valores permitidos pela legislação, configurando-se como impróprias para o consumo e comercialização. Assim, acredita-se que a contaminação microbiana na produção de cerveja pode ocorrer em vários pontos durante o processo de elaboração da bebida, desde a escolha da matéria prima até o envase. Sendo importante o controle de todos os insumos utilizados, uma vez que a contaminação microbiana afeta a qualidade sensorial do produto ocasionando prejuízos monetários e comerciais para o produtor.

REFERÊNCIAS

1. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto 6.871 de 4 de julho de 2009. [Acesso em: 23 de julho de 2021] Disponível em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/decreto-no-6-871-de-4-de-junho-de-2009.pdf/view>
2. Fischer G. Consumo de cerveja cresce no Brasil. [acesso 23 de julho de 2021] Disponível em: <https://www.kantarworldpanel.com/br/Releases/Consumo-de-cerveja-cresce-no-Brasil-categoria-ganha-mais-de-500-mil-lares-no-1timo-ano>
3. Pinto LÍF. Acerola (*Malpighia emarginata* DC) e Abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) como adjunto no processamento de cerveja: caracterização e aceitabilidade. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.
4. Melo J.S, Soares FMP. Produção de cerveja caseira com adição de *Syzygium malaccensis* fruta típica da região Amazônica no município de Coari-Amazonas. Revista de Biotecnologia & Ciência, 201; 8:1-14 .
5. Souza VR. Compostos bioativos e o processamento de pequenas frutas vermelhas cultivadas em clima subtropical. 2013. 196 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.
6. World Healthiest's foods. [acesso em 25 de julho de 2021) . Disponível em <http://www.whfoods.com>
7. Milivojevic J, Maksimovic V, Nikolic M, Bogdanovic J, Maletic R, Milatovic D. Chemical and antioxidant properties of cultivated and wild *Fragaria* and *Rubus* berries. Journal of Food Quality. 2011; 34:1-9.
8. Carneiro DD. Bacterias e Micotoxinas na produção de cerveja medida de controle. 2008. [acesso em 23 de julho de 2021] Disponível em <https://www.docsity.com/pt/bacterias-e-micotoxinas-na-producao-de-cerveja-medidas-preventivas-de-controle/4731114/>
9. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução normativa nº. 62, de 26 de agosto de 2003.

Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. Brasília, 2003.

10. Doves FP, Ito K. (ed.). Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4 ed. Washington: American Public Health Association (APHA), 2001. 676 p
11. Freire KRL, Cavalcanti TG, Oliveira GF, Santos AO, Paulino FO. Aspectos sensoriais de cerveja artesanal produzida com extrato de cajá (*Spondias mombin* L.). XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. FAURGS. GRAMADO/RS, 2016.
12. Anvisa, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2010. Consulta Pública (CP) nº 69, 13 junho de 2010. [Acesso em 25 de julho de 2021]. Disponível em: <https://consultas.anvisa.gov.br>

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-122>

Capítulo 122

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE *COOKIES* COM FARINHA DA AMÊNDOA DE CHICHÁ.

Ezequiel Victor Nogueira de Souza¹; Silvania Lopes da Silva²; Edinilda de Souza Moreira³; Jéssica Souza Coqueiro⁴; Luciano Bertollo Rusciolelli⁵; Lucas Britto Landim⁶

¹Egresso do Curso de Tecnologia em Agroindústria - IF Baiano – *Campus* Guanambi; Email: ezequielvictorns@gmail.com;

²Mestranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos- PPGEAL – UESB; E-mail: silvanialopes157@gmail.com;

³Mestranda do Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos-PPGCTA – UFG; E-mail: moreira_edinilda@discente.ufg.br;

⁴Mestranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos- PPGEAL – UESB; E-mail: je.coqueiro98@gmail.com;

⁵Docente do Departamento de Engenharia de Alimentos - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - *Campus* Uruçuca. E-mail: luciano.bertollo@ifbaiano.edu.br.

⁶Docente do Departamento do Curso Superior de Tecnologia em Agroindústria - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - *Campus* Guanambi. E-mail: lucas.landim@ifbaiano.edu.br;

RESUMO: Amêndoa chichá (*Sterculia striata* A. St. Hil e Naudin), conhecida comumente como chichá-do-cerrado e amendoim-do-campo, é uma espécie nativa do Brasil, encontrada nas regiões norte, nordeste, centro-oeste e sudeste. Tendo em vista o potencial da amêndoa de chichá e a escassez de informações que permitam o aproveitamento adequado dessa amêndoa na dieta humana, objetivou-se neste estudo verificar a viabilidade da farinha de chichá em biscoitos tipo *cookies*, realizando estudos da avaliação química. O biscoito com 100% de farinha de trigo foi considerado a amostra controle. A farinha de chichá foi adicionada nos níveis de 10% e 15% em substituição a farinha de trigo, além disso foram adicionados margarina, ovos e açúcar refinado à mistura, nas mesmas proporções em todas as amostras. A análise da caracterização química dos biscoitos consistiu-se na quantificação (%) de umidade, cinzas, proteínas, lipídios e carboidratos. Nos resultados obtidos pode-se observar diferenças significativas ($p < 0,05$) para os valores de umidade, cinzas e proteínas. Observou-se que quanto maior a adição da farinha de chichá menor é a umidade e maior é o teor de cinzas e de proteínas dos *cookies*. Os resultados obtidos permitem concluir que a incorporação de 10% e 15% da farinha de chichá em substituição parcial à farinha de trigo, fornece biscoitos com características químicas semelhantes ao biscoito padrão, além disso contribui para aumentar os teores de cinzas e proteínas do produto final. Isso demonstra o potencial do chichá no desenvolvimento de novos produtos alimentícios como alternativa nutricional, de aproveitamento e valorização de frutos regionais.

Palavras-chave: biscoito; produto regional; *sterculia striata* st. hill et naud

INTRODUÇÃO

Conhecido como um dos biomas com maior biodiversidade do mundo e como Savana Brasileira, o Cerrado Brasileiro corresponde a uma área aproximada de 2,0 milhões de km², representando em torno de 23% do território nacional. Esta área abrange o sul do Mato Grosso, o norte do Piauí, o oeste da Bahia, o sul do Maranhão, os Estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rondônia e São Paulo, e o Distrito Federal⁽¹⁾.

Muitas espécies nativas pertencentes a esse bioma fornecem frutos com características sensoriais intrínsecas e com alta qualidade nutricional, o que os tornam atraentes para serem explorados, pesquisados e comercializados^(2,3). Dentre estes frutos estão as castanhas, que fazem parte da dieta humana desde tempos pré-históricos⁽⁴⁾, e tem sido recomendada pela Food and Drug Administration devido a presença de ácidos graxos essenciais, proteínas, fibras, vitaminas e minerais⁽⁵⁾, além de compostos bioativos como fitosteróis, tocoferóis e compostos fenólicos^(6,7).

A castanha do Brasil e a castanha de caju estão entre as mais conhecidas e produzidas em larga escala, tanto para consumo interno quanto para exportação. Entretanto, existem ainda aquelas menos exploradas e consumidas somente em algumas regiões, como é o caso da amêndoa de chichá⁽⁸⁾. Amêndoa chichá (*Sterculia striata* A. St. Hil e Naudin), conhecida comumente como chichá-do-cerrado e amendoim-do-campo, é uma espécie nativa do Brasil, encontrada nas regiões norte, nordeste, centro-oeste e sudeste⁽⁹⁾. Essa amêndoa possui altos teores de lipídios, carboidratos, proteínas, fibras alimentares, cálcio (Ca), zinco (Zn) e ferro (Fe), sendo fonte de nutrientes disponíveis no mercado nacional e internacional^(10,11).

Segunda Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas, Pães e Bolos Industrializados, o consumo de biscoitos no Brasil no ano de 2019 foi 7,021 Kg por habitante⁽¹²⁾. Nesse sentido, farinhas oriundas de diferentes grãos, sementes, cascas e hortaliças vem sendo bastante utilizadas em produtos de panificação, em razão dos seus benefícios à saúde, que além das fibras alimentares, os produtos elaborados com estas farinhas podem fornecer ainda vitaminas, proteínas, minerais e carboidratos⁽¹³⁾. Além disso, os biscoitos são amplamente consumidos devido as suas vantagens e baixo custo⁽¹⁴⁾.

Tendo em vista o potencial da amêndoa de chichá e a escassez de informações que permitam o aproveitamento adequado dessa amêndoa na dieta humana, objetivou-se neste estudo, avaliar o aproveitamento da amêndoa de chichá na forma de farinha, verificando-se sua viabilidade na substituição parcial da farinha de trigo em biscoitos tipo *cookies*, realizando estudos da avaliação química do novo produto.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção da Matéria-prima

As sementes de chichá (*Sterculia striata* St. Hill et Naud) foram colhidas maduras de plantas localizadas no município de Carinhanha-BA, em janeiro de 2020, em seguida as sementes foram extraídas manualmente dos frutos, selecionadas conforme a integridade da casca e polpa, acondicionadas em sacos plásticos e mantidas em temperatura ambiente.

Obtenção da Farinha

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Bromatologia Vegetal do Instituto Federal Baiano (IF Baiano), localizado no município de Guanambi-BA. Para a obtenção da farinha, as sementes de chichá foram processadas de acordo com fluxograma apresentado na Figura 01.

Lavagem e sanitização



Descascamento



Torrefação



Trituração das amêndoas



Acondicionamento

Figura 19- Fluxograma de obtenção da farinha de chichá para utilização em biscoitos cookies.

Fonte: Autores, 2021.

Inicialmente, as sementes foram lavadas em água corrente para remoção dos resíduos superficiais e então imersas em solução aquosa de bissulfito de sódio (0,2% Na₂S₂O₅), para evitar o escurecimento enzimático. Logo após, foram descascadas manualmente e passadas por torrefação em estufa (Nova Ética, modelo 440-D, Vargem Grande do Sul, Brasil) na temperatura de 205 °C por 11 minutos¹⁰. Posteriormente foi feita a trituração da amêndoa torrada em moinho de facas (Marca Didática, modelo Willye, Guarulhos, Brasil) para obtenção da farinha. A farinha obtida foi então armazenada em sacos de polietileno à temperatura de -10 °C para posterior utilização na produção de biscoitos do tipo *cookies*.

Elaboração dos Biscoitos

Três formulações de biscoitos *cookies* foram preparadas de acordo com o método apresentado por Ferreira et al.⁽¹⁵⁾, com algumas adaptações determinadas a partir de testes preliminares (Tabela 1).

Tabela 19 – Formulação utilizada para elaboração dos *cookies*.

Ingredientes	Formulação		
	Padrão	Tipo I	Tipo II
Farinha de trigo (g)	200	180	170
Farinha de chichá (g)	0	20	30
Açúcar refinado (g)	50	50	50
Margarina (g)	15	15	15
Ovos <i>in natura</i>	80	80	80
Fermento Químico (g)	2,6	2,6	2,6

Sal (g) 2,6 2,6 2,6

Fonte: Adaptado de Ferreira et al.⁽¹⁵⁾ (2020).

O biscoito com 100% da farinha de trigo foi considerado o controle (padrão). A farinha de chichá foi adicionada aos níveis de 10% (Biscoito tipo I) e 15% (Biscoito tipo II) em substituição a farinha de trigo, nos quais iremos descrever no decorrer do texto apenas como Tipo I e Tipo II, respectivamente. Além disso, foi adicionado na mistura margarina, ovos e açúcar refinado nas mesmas proporções.

Os biscoitos com diferentes formulações foram preparados, pesando-se todos os ingredientes secos, misturando-se e adicionando água em quantidade suficiente para se obter consistência adequada, realizando simultaneamente uma homogeneização manual por aproximadamente 3 minutos. Os biscoitos foram então moldados manualmente em tamanho correspondente a 20 g, pesados e em seguida, dispostos em assadeiras cobertas com papel manteiga e levados ao forno elétrico doméstico (Marca Philco, modelo PFE38P, Joinville, Brasil), à temperatura de 180 °C por 20 minutos. Após assados e resfriados em temperatura ambiente, os biscoitos foram acondicionados em sacos de polietileno para posteriores análises químicas.

Caracterização Química

A análise da caracterização química dos biscoitos *cookies* foi realizada no laboratório de Bromatologia Vegetal do Instituto Federal Baiano - *Campus* Guanambi, em triplicata com 2 (duas) repetições. As análises realizadas foram: umidade (%); teor de cinzas (%); proteínas (%); lipídios (%); fibra alimentar (%); carboidratos (%) e valor energético (Kcal/100g), de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz⁽¹⁶⁾.

Delineamento Experimental

Os dados obtidos foram analisados seguindo o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) utilizando-se como tratamentos 3 (três) formulações, identificadas como Padrão, Tipo I e Tipo II, realizando duas repetições, em triplicata. Os resultados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), através do Software R e teste de Tukey, quando necessário, adotando 5% de significância para comprovação dos mesmos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na caracterização química (composição centesimal) dos *cookies* elaborados estão apresentados na Tabela 2, em que se pode observar diferenças significativas ($p < 0,05$) para os valores de umidade, cinzas e proteínas.

Tabela 20 - Composição média centesimal dos *cookies* com chichá e controle.

Parâmetro	Padrão	Tipo I (10%)	Tipo II (15%)
Umidade (%)	10,35 ^a	9,15 ^b	7,95 ^c
Cinzas (%)	1,17 ^a	1,36 ^b	1,41 ^c
Proteínas (%)	3,28 ^a	5,11 ^b	5,48 ^c
Lipídios (%)	17,46 ^a	19,92 ^a	19,32 ^a
Fibras (%)	1,61 ^a	1,48 ^a	2,03 ^a

Carboidratos (%)	69,12 ^a	62,97 ^a	63,81 ^a
Valor energético (Kcal/100g)	419,90 ^a	451,64 ^a	451,09 ^a

*Médias com letras iguais na mesma linha indicam não haver diferença significativa entre os resultados ($p \leq 0,05$), pelo teste de Tukey.

Fonte: Autores, 2021.

Os valores de umidade encontrados nos biscoitos variaram de 7,95% a 10,35%, estando de acordo com a Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005 da ANVISA, que preconiza que a umidade de biscoitos e bolachas deve ser de no máximo 14% p/p⁽¹⁷⁾. Observou-se que quanto maior a adição da farinha de chichá menor é a umidade dos *cookies*, fato esse, possivelmente, relacionado com a capacidade de retenção de água da farinha de chichá. De acordo com Almeida⁽¹⁸⁾, o parâmetro umidade pode ser considerado de grande relevância, visto que o teor de água é o principal fator para a proliferação de microrganismos. A partir do teor de umidade, é possível verificar que os biscoitos avaliados neste trabalho são de baixa perecibilidade, favorecendo a qualidade e a vida útil do produto.

Quanto ao teor de cinzas das formulações analisadas, observou-se uma variação entre 1,17% e 1,41%, estando de acordo com o estabelecido pela legislação brasileira que limita em até 3%⁽¹⁷⁾. A incorporação da farinha de chichá nas formulações tipo I e tipo II promoveu o aumento das cinzas quando comparado ao biscoito padrão, se assemelhando com um estudo feito por Campos et al⁽¹⁹⁾, ao elaborarem *cookies* funcionais elaborados de farinha de amêndoa de chichá e graviola, constataram uma variação entre 1,74% e 1,49% no teor de cinzas. Portanto, os biscoitos Tipo I e Tipo II obtiveram uma contribuição significativa de minerais da farinha de chichá.

Em relação ao teor de proteínas, constatou-se que com a substituição da farinha de trigo pela farinha de chichá houve um aumento significativo da quantidade de proteínas dos *cookies*, com valores variando de 3,26% a 5,48%, semelhante ao encontrado por Júnior et al⁽²⁰⁾, que ao produzirem biscoitos tipo *cookie* na presença da farinha de amêndoa de baru, verificaram o teor médio de proteínas de 5,82%. Conforme Silva e Fernandes⁽¹⁰⁾, as amêndoas de chichá cruas e torradas têm alto teor de proteína, pois apresentam mais de 20% da ingestão diária recomendada (IDR) por 100 g em todos os segmentos: adultos, crianças, lactentes, gestantes e lactantes.

Segundo a RDC nº 54 de 12 de novembro de 2012 da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) um alimento é considerado fonte de proteína quando apresenta 6 g de proteínas por porção⁽²¹⁾. Os biscoitos não apresentaram teores suficientes para serem considerados fonte de proteína conforme a legislação determina, uma vez que a portaria RDC nº 359 define que a porção deste tipo de alimento equivale a 30 g e os biscoitos deste estudo apresentaram teores de proteína que variaram 0,97 g. a 1,64 g por porção⁽²²⁾.

A amêndoa de chichá torrada, de acordo Silva e Fernandes⁽¹⁰⁾, possui 26,15% de lipídios. Entretanto, as proporções de 10% e 15% de farinha de chichá em substituição da farinha de trigo não foram suficientes para aumentar, significativamente, o teor lipídico dos biscoitos *cookies*, apresentando valor médio de 18,90%, sendo este maior ao valor encontrado (13,55%) por Campos et al.⁽¹⁹⁾, ao analisar biscoitos funcionais elaborados de farinha de amêndoa de chichá, com proporções de 15 a 35% e de farinha de graviola com 5 e 25%.

O resultado do presente estudo é semelhante ao trabalho de Clerici et. al.⁽²³⁾, que na utilização de 10% de farinha desengordurada de gergelim em *cookies*, o teor de lipídios não aumentou significativamente em relação ao biscoito padrão.

O fato do teor de lipídeos não apresentar diferença significativa neste trabalho, sugere que essa resposta pode ser em razão da maior contribuição de lipídios ser proveniente da margarina, que se manteve em concentrações fixas, e também da baixa substituição da farinha de trigo pela farinha de chichá (10% e 15%).

Esse resultado é desejável, pois os lipídios podem sofrer oxidação e alterar os atributos sensoriais, ocasionando perdas de valor nutricional e comercial dos biscoitos, além de aumentar o valor calórico do produto²⁴. É notório na literatura científica que a amêndoa de chichá é fonte de ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados, sendo muitos considerados ácidos graxos essenciais^(10,25).

Para os teores de fibras, verificou-se que não houve diferença significativa entre os biscoitos tipo *cookie*. Portanto, a porcentagem de 10% e 15% de substituição da farinha de trigo por farinha de chichá foi insuficiente para aumentar a quantidade de fibras dos *cookies*, obtendo-se um valor médio de 1,70%. De acordo com os resultados obtidos, nenhuma das formulações de biscoitos desenvolvidas neste trabalho apresentou teor de fibras maior do que 2,5 g de fibras por porção (considerando a porção de biscoito de 30 g), logo não se pode classificá-las como um alimento fonte de fibras, conforme a RDC N° 54, de 12 de novembro de 2012⁽²¹⁾.

O teor de carboidratos dos biscoitos também não apresentou diferença significativa entre as formulações, com um teor médio de 65,30%. Soronja-Simovicet al.⁽²⁶⁾, também não observaram o aumento no teor de carboidratos quando estudaram uma formulação de *cookies* com adição de farinha de castanha, onde encontraram 57,16%. Já Melo et al.⁽²⁷⁾ obtiveram um valor inferior de carboidratos (48,9%), analisando *cookies* suplementados com farinha de castanha de caju com adoçante.

Os biscoitos *cookies*, de acordo com a composição química, revelam ser boa fonte de energia. *Cookies* possuem alto valor calórico em função da quantidade de carboidratos e gorduras⁽²⁸⁾.

Com relação ao valor energético, constatou-se que não houve diferença significativa entre os biscoitos, apresentando-se o valor médio de 440,9 Kcal/100 g, menor que o encontrado por Santos et al⁽²⁹⁾, que foi de 487,82 Kcal/100 g, ao analisar biscoitos com adição de farinha de buriti com aveia.

CONCLUSÕES

O estudo possibilitou uma nova forma de utilização das amêndoas de chichá, através da elaboração de um biscoito que pode ser utilizado como uma opção alimentar. Ademais, o experimento contribuiu com informações para a literatura científica, tendo em vista a disponibilidade de poucos estudos relacionados a amêndoa estudada.

Os resultados obtidos permitem concluir que a incorporação de 10% e 15% da farinha de chichá em substituição parcial à farinha de trigo integral, forneceu biscoitos com características químicas semelhantes ao biscoito padrão. Além disso, contribuiu para aumentar os teores de cinzas e proteínas do produto final, o que permite afirmar que é possível substituir a farinha integral por farinha das amêndoas de chichá em biscoitos *cookies*. Isso demonstra o potencial do chichá no desenvolvimento de novos produtos alimentícios como alternativa nutricional, de aproveitamento e valorização de frutos regionais.

Estudos futuros devem ser realizados, explorando a viabilidade tecnológica e sensorial dessa amêndoa como ingrediente em outros produtos, como também no desenvolvimento de formulações de biscoitos *cookies* com alto teor de farinha de chichá.

REFERÊNCIAS

1. Soares L V, Melo R, Oliveira W S, Souza P M, Schmiele M. Brazilian Cerrado fruits and their potential use in bakery products. *Bread: Consumption, cultural significance and health effects*. 2017; 125-160.
2. Angella FCO. Avaliação da atividade antioxidante em extratos de frutas típicas do cerrado brasileiro. [dissertação] São Paulo: Instituto de Química de São Carlos, USP; 2014.
3. Morzelle M C, Bachiega P, Souza E C D, Boas V, Barros E V, Lamounier M L. Caracterização química e física de frutos de curriola, gabioba e murici provenientes do cerrado brasileiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2015; 37: 96-103.
4. Salas-Salvadó J, Casas-Agustench P, Salas-Huetos A. Cultural and historical aspects of Mediterranean nuts with emphasis on their attributed healthy and nutritional properties. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*. 2011; 1-6.
5. Russo P, Siani A. The role of nuts in the optimal diet: Time for a critical appraisal? *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*. 2012; 1019-1023.
6. Bolling B W, Chen C Y, McKay D L, Blumberg J B. Tree nut phytochemicals: composition, antioxidant capacity, bioactivity, impact factors. A systematic review of almonds, Brazils, cashews, hazelnuts, macadamias, pecans, pine nuts, pistachios and walnuts. *Nutrition Research Reviews*. 2011; 244-275.
7. Chang S K, Alasalvar C, Bolling B W, Shahidi F. Nuts and their co-products: The impact of processing (roasting) on phenolics, bioavailability, and health benefits—A comprehensive review. *Journal of functional foods*. 2016; 88-122.
8. Chaves M H, Barbosa A S, Moita Neto J M, Aued-Pimentel S, Lago J H G. Caracterização química do óleo da amêndoa de *Sterculia striata* St. Hil. et Naud. *Química Nova*. 2004; 404-408.
9. Flora do Brasil (2017). *Sterculia*. In: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Flora do Brasil 2020 em construção. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Retrieved from <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB85042>.
10. Silva A G M, Fernandes K F. Composição química e antinutrientes presentes nas amêndoas cruas e torradas de chichá (*Sterculia striata* A. St. Hill & Naudin). *Revista de Nutrição*. 2011; 305-314.
11. Fráguas R M, Simão A A, Lima R A Z, Rocha D A, Quiroz E R, Braga M A, Cezar P H S, Correa A D, Abreu C M P. Chemical constituents of chichá (*Sterculia striata* St. Hil et Naud.) seeds. *African Journal of Agricultural Research*. 2015; 965-969

12. Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados - ABIMAPI. (2020). Retrieved from: <https://www.abimapi.com.br/estatisticas-biscoitos.php>.
13. Deodato JNV. Produção e avaliação microbiológica, físico-química e toxicológica de farinha de *depilosocereus chrysostelea* sua utilização como aditivo na formulação de broa preta. [dissertação] Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande; 2015.
14. Köten M. Influence of roasted and unroasted terebinth (*Pistacia terebinthus*) on the functional, chemical and textural properties of wire-cut cookies. *Food Science and Technology*. 2021; 245-253.
15. Ferreira T B, Alberto M A A, Munhoz C L. Qualidade de biscoitos tipo cookie adicionados de farinha de espinafre (*Tetragonia tetragonoides*). *Journal of Biotechnology and Biodiversity*. 2020; 284-289.
16. Instituto Adolf Lutz – IAL. Normas Analíticas do Instituto Adolf Lutz, Métodos físicos e químicos para análise de alimentos. São Paulo; 2008.
17. Brasil. Resolução RDC, nº 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. *Diário Oficial da União*. 22 set 2005.
18. Almeida IS. Avaliação bromatológica da farinha de sementes de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) como possível substituinte da aveia para elaboração de barras de cereais. [monografia] Governador Mangabeira: Faculdade Maria Milza; 2016.
19. Campos C D M F, Soares A K D O, Abreu B B D, Morgano M A, Moreira-Araújo R S D R. Development of functional cookies with Cerrado fruits and residues: sensory analysis, nutrients, and bioactive compounds. *Food Science and Technology*, 2021; 1-7.
20. Júnior M S S, Caliarri M, Torres M C L, Vera R, Souza Teixeira J, Alves L C. Qualidade de biscoitos formulados com diferentes teores de farinha de amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.). *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 2007; 51-56.
21. Brasil. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre informação nutricional complementar. *Diário Oficial da União*. 12 de nov 2012.
22. Brasil. Resolução RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003. A Diretoria Colegiada da ANVISA/MS aprova o regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional. *Diário Oficial da União*. 23 de dez 2003.

23. Clerici M T P S, Oliveira M E D, Nabeshima E H. Qualidade física, química e sensorial de biscoito tipo cookies elaborados com a substituição parcial de farinha de trigo por farinha desengordurada de gergelim. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2013; 139-146.
24. Rigo M, Bezerra J R M V, Rodrigues D D, Teixeira A M. Avaliação físico-química e sensorial de biscoito tipo cookie adicionados de farinha de bagaço de malte como fonte de fibra. *Ambiência-Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais*. 2017; 47-57.
25. UNICAMP. Universidade Estadual de Campinas. Tabela brasileira de composição centesimal. Campinas: Unicamp; 2006.
26. Šoronja-Simović D, Pajin B, Šubarić D, Dokić L, Šereš Z, Nikolić I. Quality, sensory and nutritional characteristics of cookies fortified with chestnut flour. *Journal of food processing and preservation*. 2017; 1-9.
27. Melo, A. B. P., Oliveira, E. N. A., Feitosa, B. F., Feitosa, R. M., & Oliveira, S. N. Elaboração e caracterização de biscoitos adicionados de farinha de castanha de caju com diferentes adoçantes. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*. 2017; 45-150.
28. Wang L, Li S, Gao, Q. Effect of Resistant Starch as Dietary Fiber Substitute on Cookies Quality Evaluation. *Food Science and Technology*. 2014; 263-272.
29. Santos C D, Ribeiro R C, Silva E D, Silva N, Silva B D, Silva G D, Barros B C V. Elaboração de biscoito de farinha de buriti (*Mauritia flexuosa* L. f) com e sem adição de aveia (*Avena sativa* L.). *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*. 2011; 262-273.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-123>

Capítulo 123

QUALIDADE DE POLPAS MISTAS A BASE DE FRUTAS, HORTALIÇAS E INGREDIENTES FUNCIONAIS

Sara Morgana Felix de Sousa¹; Adriana Ferreira dos Santos²; Júlia Medeiros Bezerra³; Rosenildo dos Santos Silva⁴; Alison dos Santos Oliveira⁵; Maria Eduarda Paz de Lima⁶; Jaqueline de Sousa Gomes⁷

¹Engenheira de Alimentos – CCTA - UFCG; E-mail: saramfs@hotmail.com, ²Docente da Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos – CCTA – UFCG. E-mail: adrefesantos@yahoo.com, ³Doutoranda em Engenharia de Processos – CCT – UFCG. E-mail: juliamedeiros1709@hotmail.com, ⁴Mestrando em Engenharia Agrícola – CTRN – UFCG. E-mail: rosenildo.sb@gmail.com, ⁵Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – CCTA – UFCG. E-mail: alisonpb20@gmail.com, ⁶Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – CCTA – UFCG. E-mail: dudiespqs@gmail.com, ⁷Mestra em Sistemas Agroindustriais – CCTA – UFCG. E-mail: jaquelinesousa_pb@hotmail.com

RESUMO: A transformação das frutas frescas em polpas é impulsionada devido à alta perecibilidade das matérias-primas e é responsável por agregar valor econômico aos frutos, diminuindo desperdícios e perdas, aumentando a vida útil com consequente manutenção da qualidade. Com isso, o objetivo do presente trabalho foi a elaboração e avaliação da qualidade de formulações de polpas mistas a base de frutas, hortaliças e ingredientes funcionais durante 30 dias de armazenamento sob congelamento. As frutas e hortaliças utilizadas foram processadas, e juntamente com os ingredientes funcionais foram quantificadas e homogeneizadas para a obtenção das polpas mistas, resultando em 4 formulações de colorações amarela e verde. As polpas mistas foram acondicionadas em sacos zip com fechamento hermético e realizadas as análises dos parâmetros físicos, características físico-químicas e compostos bioativos em um período de 30 dias. O experimento foi instalado em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 3, com 4 repetições. Conforme os resultados, as polpas mistas apresentaram valores semelhantes aos das polpas simples de maracujá, melão e abacaxi quanto as características físico-químicas, não havendo perdas bruscas durante o período de armazenamento. Em contrapartida, houve uma diminuição acentuada dos valores de ácido ascórbico para todas as formulações avaliadas. Ainda assim, pode-se dizer que as polpas mistas a base de frutas tropicais com hortaliças e ingredientes funcionais apresentaram um bom potencial para elaboração de bebidas mistas, permitindo obter um produto com características nutricionais e funcionais significativas.

Palavras-chave: *blends*; conservação; ingredientes funcionais

INTRODUÇÃO

Devido à busca por uma alimentação mais saudável, o consumidor tem se tornado mais exigente com relação à composição nutricional dos produtos, crescendo o interesse

por elementos biologicamente ativos, que proporcionam benefícios adicionais à saúde como os carotenoides, antocianinas, vitaminas e minerais, encontrados em abundância nas frutas (1).

Pensando nisso, a transformação das frutas frescas em polpas é impulsionada devido à alta perecibilidade das matérias-primas e é responsável por agregar valor econômico aos frutos, diminuindo desperdícios e perdas, aumentando a vida útil com consequente manutenção da qualidade (2). Outra tecnologia ligada a transformação das frutas são as polpas mistas, que apresentam uma série de vantagens, tais como melhoria das características nutricionais do produto final pela complementação de nutrientes fornecidos por diferentes frutas, bem como desenvolvimento de novos sabores, que por meio dessa combinação, podem ser desenvolvidos inúmeros produtos com características escolhidas conforme o perfil do consumidor a ser atingido (3, 4).

A composição química de cada fruta utilizada se soma e afeta as características finais dos produtos obtidos nesse contexto, sendo fundamental a avaliação da qualidade dessas polpas durante o período de vida de prateleira. A avaliação das características físico-químicas, presença de constituintes bioativos e respectivas perdas ao longo da estocagem podem ser relacionadas à estabilidade nutricional de bebidas obtidas a partir delas (5).

Para manter a estabilidade durante o armazenamento, utilizam-se métodos de conservação, como o congelamento. O congelamento retarda, mas não para as reações físico-químicas e bioquímicas que levam a deterioração dos alimentos. Em geral, nas condições usuais de congelamento (-18 °C), a atividade microbiana é praticamente impedida, tendo em vista que a maioria dos microrganismos não se desenvolve em temperaturas inferiores a -10 °C. O processo, portanto, é considerado um dos mais indicados para a preservação das propriedades químicas, nutricionais e sensoriais dos alimentos. (6, 5).

Diante do contexto exposto, o objetivo do presente trabalho foi elaborar e avaliar a qualidade de formulações de polpas mistas a base de frutas, hortaliças e ingredientes funcionais durante o armazenamento congelado, sabendo que a partir desses resultados pode-se contribuir para a fixação dos PIQ's (Padrões de Indenidade e Qualidade) de polpas mistas, tendo em vista que as polpas mistas não possuem PIQ's fixados.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos (UATA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em Pombal-PB no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal (LTPOV).

As frutas (abacaxi, maracujá e melão), hortaliças (cenoura e couve-folha) e ingredientes funcionais (gengibre em pó e spirulina em pó) utilizados na elaboração das polpas mistas, foram adquiridos em comércio local nos municípios de Pombal - PB e Campina Grande – PB. Após a aquisição, os vegetais foram acondicionados em caixas isotérmicas e transportados para o Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal, sendo então submetidos às etapas de processamento para obtenção das polpas.

As frutas e hortaliças foram submetidas a uma pré-seleção, descartando aquelas que apresentassem injúrias e estádios de maturação inadequados, sendo em seguida lavadas em água corrente para remoção de sujidades, logo após sanitizadas por imersão em solução de hipoclorito de sódio (100 ppm por 15 minutos) e novamente lavadas em água corrente para retirada do excesso de cloro. Após higienização foram então descascadas, despulpadas e

processadas, obtendo as polpas de cada fruta e hortaliça individualmente. Em liquidificador domésticos as polpas foram quantificadas e homogeneizadas, com os ingredientes funcionais para a composição das formulações das polpas mistas, nas proporções estimadas conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Formulações das polpas mistas a base de frutas, hortaliças e ingredientes funcionais.

FORMULAÇÕES	CONCENTRAÇÕES
	Amarelas
F1	Abacaxi (70%) + Maracujá (23%) + Cenoura (5%) + Gengibre em pó (2%)
F2	Abacaxi (70%) + Maracujá (19%) + Cenoura (10%) + Gengibre em pó (1%)
	Verdes
F3	Abacaxi (70%) + Melão (22%) + Couve-folha (6%) + Spirulina (2%)
F4	Abacaxi (70%) + Melão (6%) + Couve-folha (10%) + Spirulina (1%)

As polpas mistas foram acondicionadas em sacos zip com fechamento hermético, contendo aproximadamente 500 gramas, sendo armazenadas em freezer para o congelamento em temperatura aproximada de -18 °C para posteriores análises. As análises foram realizadas em um período de 30 dias, com intervalos de 15 dias, com o período de avaliação representado pelo primeiro dia (+1) após o processamento.

Foram avaliados parâmetros físicos de cor aparente (C^* , L e h°); físico-químicos de acidez titulável, sólidos solúveis e pH (7), açúcares solúveis totais ($\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) (8); e compostos bioativos como ácido ascórbico ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$), determinado pelo método de Tillmans (9), clorofila e carotenoides totais (10) e flavonoides (11).

O experimento foi instalado em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 (formulações) x 3 (períodos de armazenamento sob congelamento), com 4 repetições de polpas de 500 grs. Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando detectado significância para o teste F, comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As polpas mistas estudadas no presente trabalho não possuem legislação específica quanto aos Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ's), fixadas pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento (MAPA), já que as mesmas fazem parte de uma Combinação de Inovação. Na Instrução Normativa n.º 01, de 7 de janeiro de 2000 são encontrados valores estabelecidos apenas para polpas simples, de uma única fruta, como a polpa de maracujá, a polpa de abacaxi, entre outras. Os PIQ's fixados para as polpas de maracujá e de melão foram utilizados como parâmetros de comparação nas discussões dos resultados obtidos. Assim, este estudo pode contribuir para uma fixação dos PQI's das polpas mistas elaboradas.

Os resultados da avaliação de cor (C^* , L e H°) apresentaram-se estatisticamente diferentes nas formulações e períodos analisados (Tabela 2). Considerando que a legislação

regulamenta apenas os aspectos visuais da cor da polpa da fruta, as amostras avaliadas mostraram-se de acordo com o estabelecido para polpas simples em função da cor.

Tabela 2. Valores médios dos parâmetros de coloração – índice de croma (*C), luminosidade (L) e ângulo Hue (h*) em polpas mistas armazenadas sob congelamento por 30 dias.

Parâmetros	Formulações	Período (dias)		
		+1	+15	+30
Índice de Croma (C*)	F1	24,90 ± 0,01a A	24,30 ± 0,08a A	23,30 ± 0,00aB
	F2	21,40 ± 0,03b C	23,23 ± 0,06b A	22,06 ± 0,04b B
	F3	17,20 ± 0,00c A	16,83 ± 0,17c B	17,36 ± 0,02c A
	F4	17,50 ± 0,03c A	17,70 ± 0,08c A	17,13 ± 0,12c A
Luminosidade (L)	F1	31,60 ± 0,21a A	31,60 ± 0,20a A	30,80 ± 0,01a A
	F2	30,00 ± 0,29b B	32,00 ± 0,00a A	30,66 ± 0,00a B
	F3	26,60 ± 0,01c B	27,03 ± 0,02b A	26,66 ± 0,03c B
	F4	26,80 ± 0,04c B	26,90 ± 0,07b B	27,50 ± 0,01b A
Ângulo Hue (H*)	F1	76,90 ± 0,007c B	77,30 ± 0,01b A	76,93 ± 0,10c B
	F2	76,10 ± 0,03d A	75,66 ± 0,09c A	75,76 ± 0,02d A
	F3	80,80 ± 0,04b B	81,46 ± 0,04a A	80,03 ± 0,09b B
	F4	82,40 ± 0,01a A	81,96 ± 0,08a B	81,06 ± 0,03a B

Médias seguidas por letras iguais minúsculas na mesma coluna e maiúsculas nas linhas não diferem significativamente entre si ao nível de 95% de confiança ($P \leq 0,05$). Onde: F1 e F2: polpas amarelas; F3 e F4 polpas verdes. Houve interação significativa a 1% ($P \leq 0,01$).

Houve diferenças estatisticamente significativas entre os valores de saturação da cor croma (C*) ao nível de 1% de probabilidade nas polpas mistas analisadas entre as formulações e períodos de tratamentos, com exceção da formulação F4, que não apresentou diferença significativa durante o período de armazenamento. As formulações F1 e F2 apresentaram os maiores valores de croma, demonstrando tons mais amarelados.

Os valores médios de luminosidade (L) também apresentaram diferenças significativas, entretanto para a formulação F1 não houve diferença entre os períodos de avaliação +1 e +15 dias. As formulações F1 e F2 não apresentaram diferenças significativas entre si durante todo o período de avaliação, e as formulações F3 e F4 também não diferiram entre si. Zielinski et al. (12), a partir de resultados obtidos em estudo com diversos sabores de polpas de frutas congeladas, sugerem que há um decréscimo na luminosidade e no ângulo-hue em relação a uma maior atividade antioxidante em polpas de fruta.

Nos resultados observados para a característica ângulo-hue (h°), apenas a formulação F2 não apresentou diferença significativa durante o período de armazenamento. Nota-se que os valores obtidos para as formulações F3 e F4 estão acima de 80° , valores esses mais próximos do amarelo (90° - cores amareladas / 0° - cores avermelhadas). A tendência ao declínio, observada aos 30 dias de armazenamento para algumas formulações, é um indicador de escurecimento das polpas de frutas (Tabela 2).

O método de conservação das polpas e o período de armazenamento são fatores importantes a serem considerados. Alhamdan et al. (13) estudaram a influência dos métodos de congelamento (convencional e criogênico) sobre a cor de tâmaras e verificaram que método de congelamento por criogenia apresentou maior conservação dos aspectos de

cor do que o método convencional de congelamento. A característica de cor, apesar de não ter influência direta nas condições sanitárias do produto, pode ser um fator que implique sua rejeição pelo mercado consumidor. Segundo Damiani et al. (14), a cor pode sofrer alterações de acordo com o tempo de estocagem das polpas, os autores relataram que todas as propriedades da cor observadas durante um ano de estocagem de polpas de araçá congeladas apresentaram um aumento mais intenso da cor.

Com relação as características físico-químicas, podemos observar na Tabela 3, diferenças significativas dos valores de pH para as formulações de polpas amarelas (F1 e F2) durante todo o período de armazenamento, enquanto as polpas de coloração verde (F3 e F4) não apresentaram diferença significativa, diferindo entre si pelas concentrações de polpas e extratos das frutas e hortaliças usadas em cada uma das formulações. Observando-se que os valores de pH foram maiores nas formulações F3 e F4, em decorrência dos teores e das misturas de polpas, hortaliças e ingredientes funcionais adicionados, dando ênfase ao melão.

Tabela 3. Valores médios dos teores de pH, acidez titulável (g/100g), sólidos solúveis (°Brix), SS/AT e açúcares solúveis totais (g/100g) em polpas mistas armazenadas sob congelamento por 30 dias.

Parâmetros	Formulações	Período (dias)		
		+1	+15	+30
pH	F1	3,62 ± 0,04d B	3,54 ± 0,04d B	3,70 ± 0,02d A
	F2	3,85 ± 0,01c A	3,69 ± 0,02c B	3,81 ± 0,01c A
	F3	4,99 ± 0,02a A	4,89 ± 0,01a A	4,90 ± 0,01a A
	F4	4,39 ± 0,04b A	4,29 ± 0,00b A	4,33 ± 0,02b A
Acidez Titulável (g.100g ⁻¹)	F1	1,36 ± 0,08a B	1,76 ± 0,16a A	1,70 ± 0,08a A
	F2	0,94 ± 0,03b C	1,20 ± 0,05b B	1,36 ± 0,03b A
	F3	0,44 ± 0,06c C	0,50 ± 0,06c B	0,74 ± 0,12c A
	F4	0,60 ± 0,00c B	0,66 ± 0,09c B	0,78 ± 0,18c A
Sólidos Solúveis (°Brix)	F1	12,80 ± 0,79a B	16,70 ± 0,00a A	16,00 ± 0,10a A
	F2	9,36 ± 2,55b B	15,73 ± 0,15a A	15,00 ± 0,10a A
	F3	11,06 ± 0,11ab B	15,46 ± 0,11a A	15,40 ± 0,26a A
	F4	11,93 ± 0,41a B	16,46 ± 0,11a A	15,40 ± 0,17a A
Açúcares Solúveis Totais (g.100g ⁻¹)	F1	8,73 ± 0,26a C	10,61 ± 0,72b B	12,01 ± 1,67b A
	F2	8,23 ± 0,11a A	7,74 ± 0,81c B	8,00 ± 0,35c A
	F3	7,76 ± 0,05a C	10,08 ± 0,69bc B	12,49 ± 1,30b A
	F4	8,52 ± 0,24a C	14,10 ± 0,75a B	19,56 ± 1,44a A

Médias seguidas por letras iguais minúsculas na mesma coluna e maiúsculas nas linhas não diferem significativamente entre si ao nível de 95% de confiança ($P \leq 0,05$). Onde: F1 e F2: polpas amarelas; F3 e F4 polpas verdes. Houve interação significativa a 1% ($P \leq 0,01$).

A Instrução Normativa n.º 01 de 7 de janeiro de 2000 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA (15), estabelece o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Maracujá, que define como teor mínimo de pH de 2,7, estando então de acordo com os resultados obtidos neste trabalho para as duas formulações de polpas amarelas (F1 e F2). Enquanto que, para a polpa de melão estabelece um teor mínimo de pH de 4,5, estando a formulação F3 dentro do

estabelecido, já na formulação F4 foram observados valores inferiores, sendo essa variação de pH entre as formulações F3 e F4 devido as diferentes concentrações de polpa de melão utilizada na elaboração das polpas.

De acordo com o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Maracujá, o teor mínimo de Acidez Titulável é de 2,5g/100g, enquanto para a polpa de melão é de 0,14 g/100g. Com isso, observa-se que para as formulações F1 e F2 a acidez foi inferior ao prescrito pelo regulamento, enquanto as formulações F3 e F4 apresentaram resultados superiores. Os valores para Acidez Titulável (AT) apresentaram tendência a aumento no decorrer do período de armazenamento, principalmente entre os dias +1 aos +15 dias, ao contrário de Carvalho et al. (5), que observaram redução da Acidez Titulável com o aumento do período de armazenamento para polpas de frutas mistas.

Ainda na Tabela 3, observou-se um acúmulo de Sólidos Solúveis (SS) nos períodos de avaliação (de +1 aos +30 dias), havendo diferença significativa nas formulações durante os períodos de armazenamento, entretanto não foi observado efeito significativo entre as formulações apenas nos períodos +15 e +30. A legislação brasileira (15) fixa o valor de 11% como valor mínimo para polpa simples de maracujá, e o mesmo valor para o suco natural de abacaxi. As formulações F1, F3 e F4 apresentaram as maiores concentrações de SS devido à contribuição do abacaxi, maracujá e melão na composição dessas polpas mistas. O teor de SS para a polpa F1 é maior, provavelmente, por ter na sua composição dois frutos com alto teor de SS, sendo eles o abacaxi e maior concentração de maracujá. Torres et al. (16) avaliando a qualidade de polpas de abacaxi congeladas encontraram valores médios para o teor de sólidos solúveis de 13,00 % e 9 % para duas marcas de polpas avaliadas. O baixo teor de sólidos solúveis identificados na polpa F2 no primeiro dia de armazenamento pode ser justificado pela diminuição na concentração dos demais ingredientes quando comparados ao da F1.

Observou-se acréscimo no conteúdo de Açúcares Solúveis Totais (AST) em todas as formulações de polpas, durante o período de avaliação, com exceção da polpa F2, não havendo diferença significativa entre as formulações apenas no período +1. As polpas F1, F3 e F4 apresentaram faixa de valores superior aos 30 dias de análises, tais valores permaneceram dentro do esperado se comparadas com as polpas simples, onde a legislação brasileira vigente (15) fixa um teor máximo de 15 g/100g de açúcares totais para polpas de abacaxi, 18 e 12 g.100g⁻¹ para maracujá e melão, respectivamente.

De acordo com a Tabela 4 observa-se que o conteúdo de ácido ascórbico diferiu entre as formulações, não havendo diferença significativa apenas entre as formulações F1 e F2, no período +1 e +15, e as formulações F2 e F3 no período +30, com tendência a diminuição expressiva dos valores ao longo do período de armazenamento para todas as formulações. Cunha et al. (17) mencionam que, as polpas quando sofrem adição de acidulantes por parte da indústria, podem resultar no aumento da estabilidade do ácido ascórbico ao longo do período de armazenamento. Tendo ainda a adição de antioxidantes como uma outra possível solução que pode evitar a degradação do ácido ascórbico ou mesmo reverter sua oxidação, aumentando assim sua estabilidade.

Tabela 4. Valores médios dos teores de ácido ascórbico (mg/100g), clorofilas totais (mg.100g⁻¹), carotenoides totais (mg.100g⁻¹) e flavonoides (mg.100g⁻¹) em polpas mistas armazenadas sob congelamento por 30 dias.

Parâmetros	Formulações	Período (dias)		
		+1	+15	+30

Ácido ascórbico (mg/100g)	F1	35,93 ± 1,28a B	38,35 ± 1,16a A	20,16 ± 1,98a C
	F2	37,50 ± 1,28a A	37,40 ± 3,73a A	13,44 ± 0,3b B
	F3	34,37 ± 4,60b A	26,04 ± 1,77b B	12,90 ± 0,66b C
	F4	20,83 ± 1,95c A	18,93 ± 2,92c B	8,60 ± 0,76c C
Clorofilas totais (mg.100g ⁻¹)	F1	0,32 ± 0,14c B	0,40 ± 0,23c A	0,12 ± 0,02c C
	F2	0,02 ± 0,00c A	0,04 ± 0,01c A	0,06 ± 0,01c A
	F3	7,34 ± 0,54a A	7,47 ± 0,37a A	7,15 ± 0,36a A
	F4	3,03 ± 0,02b A	1,68 ± 0,02b B	1,69 ± 0,10b B
Carotenoides totais (mg.100g ⁻¹)	F1	1,30 ± 0,54a B	1,58 ± 0,06a A	0,89 ± 0,03a C
	F2	1,25 ± 0,14a A	1,13 ± 0,18ab A	0,48 ± 0,017a B
	F3	0,59 ± 0,00ab A	0,58 ± 0,01b A	0,69 ± 0,01a B
	F4	1,22 ± 0,02a A	0,85 ± 0,02b B	0,84 ± 0,06a B
Flavonoides (mg.100g ⁻¹)	F1	5,44 ± 0,58b C	12,75 ± 0,63b A	8,62 ± 0,86c b
	F2	2,08 ± 0,47d C	3,40 ± 0,09c B	14,03 ± 4,17b A
	F3	2,80 ± 0,76c C	15,23 ± 0,24a B	17,85 ± 1,87a A
	F4	7,58 ± 0,75a C	10,13 ± 0,02b A	8,51 ± 0,25c B

Médias seguidas por letras iguais minúsculas na mesma coluna e maiúsculas nas linhas não diferem significativamente entre si ao nível de 95% de confiança ($P \leq 0,05$). Onde: F1 e F2: polpas amarelas; F3 e F4 polpas verdes. Houve interação significativa a 1% ($P \leq 0,01$).

Os teores de clorofila não apresentaram diferenças significativas apenas entre as formulações F1 e F2, tendo 0,32 e 0,02 mg.100g⁻¹, respectivamente. Enquanto as formulações F2 e F3 não apresentaram diferenças significativas durante os períodos de avaliação (+1, +15 e +30) (Tabela 4). Como já era esperado, as maiores concentrações de clorofila foram encontradas nas formulações F3 e F4 devido à presença em sua composição da couve folha e da spirulina, um tipo de alga, que contém clorofila c, com coloração verde muito intensa. Para os teores de carotenoides foi detectado efeito significativo, entretanto as formulações F1 e F2 não apresentaram diferença entre si no período de armazenamento +1, e todas as formulações não apresentaram diferença significativa no período de armazenamento +30, com maior concentração para a formulação F1.

Santos et al. (18), avaliando bebidas mistas a base de frutas tropicais, hortaliças e farinhas comerciais obtiveram uma média de 4,62 mg.100g⁻¹ de clorofila nas formulações com maiores concentrações de polpas de abacaxi e melão, valor este aproximado aos obtidos no presente estudo. Carvalho et al., (5) analisando a estabilidade de polpas de frutas mistas congeladas observou perdas nos teores de carotenoides sob congelamento, assim como no presente estudo para algumas das formulações.

Quanto aos teores de flavonoides, ainda na Tabela 4, é observado que não houve efeito significativo para a interação entre as formulações e também nos períodos de avaliações. As formulações F1 e F4 foram as que apresentaram as maiores concentrações no período +1 com perdas ao longo dos dias (período +30). Para a formulação amarela F1, a cenoura pode ter contribuído no maior teor encontrado, tento em vista que este alimento detém teores elevados de flavonoides assim como para a formulação verde F4 o resultado pode ter sido influência da couve folha, que de acordo com Azevedo et al. (19) possui alto teor de flavonoides.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados, podemos observar que as polpas mistas analisadas apresentaram valores semelhantes aos das polpas simples de maracujá, melão e abacaxi quanto as características físico-químicas, não havendo perdas bruscas durante o período de 30 dias de conservação. Em contrapartida, houve uma diminuição acentuada dos valores de ácido ascórbico para todas as formulações avaliadas. Ainda assim, as polpas mistas a base de frutas tropicais, hortaliças e ingredientes funcionais apresentaram um bom potencial para elaboração de bebidas mistas, permitindo obter um produto com características nutricionais e funcionais significativas.

REFERÊNCIAS

1. Gonçalves MA, Cocco C, Picolotto L, Corrêa APA, Schmitz JD, Cantillano RFF, Antunes LEC. Post-harvest quality of 'BRS Kampai' peach submitted to different pruning times. *Científica*. 2017;45(1):51-56. doi:10.15361/1984-5529.2017v45n1p51-56
2. Costa DO, Cardoso GR, Silva GMV. A evolução do setor produtivo e comercialização de polpa de fruta no Brejo Paraibano: estudo de caso na COAPRODES. In *Resumo do XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*; 2013 Out 8-11; Salvador, Brasil.
3. Barbosa SJ. Qualidade de suco em pó de misturas de frutas obtido por spray drying. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido). Janaúba: Universidade Estadual de Montes Claros; 2010.107 p.
4. Lemos DM, Figueiredo RMF, Queiroz AJM, Silva SF, Lima JCB. Avaliação físico-química de um blend de laranja tangor 'Ortanique' e beterraba. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. 2013; 8(3):207–211.
5. Carvalho AV, Mattietto RA, Beckman JC. Estudo da estabilidade de polpas de frutas tropicais mistas congeladas utilizadas na formulação de bebidas. *Braz. J. Food Technol*. 2017. (20), e2016023. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.2316>
6. Souza MC, Teixeira LJQ, Rocha CT, Ferreira GAM, Filho TL. Emprego do frio na conservação de alimentos. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer Goiânia*, 2013, 9(16):1027-1046.
7. Instituto Adolfo Lutz. *Métodos químicos e físicos para análise de alimentos*. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008. 1020 p.
8. Yemn EW, Willis AJ. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. *The Biochemical Journal, London*. 1954;57(3):508-514. doi: 10.1042/bj0570508
9. Carvalho CRL, Mantovani DMB, Carvalho PRN, Moraes RMM. *Análises químicas de alimentos*. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1990. 121p.

10. Lichtenthaler HK. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: PACKER, L., DOUCE, R. (Eds). *Methods in Enzymology*. London, v.148, p. 350 – 382, 1987. [https://doi.org/10.1016/0076-6879\(87\)48036-1](https://doi.org/10.1016/0076-6879(87)48036-1)
11. Francis FJ. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.), *Anthocyanins as food colors*. New York: Academic Press, p.181 – 207, 1982.
12. Zielinski AAF, Avila S, Ito V, Nogueira A, Wosiacki G, Haminiuk CWI. The association between chromaticity, phenolics, carotenoids, and in vitro antioxidant activity of frozen fruit pulp in Brazil: an application of chemometrics. *Journal of Food Science*. 2014;79(4):C510-C516. [http:// dx.doi.org/10.1111/1750-3841.12389](http://dx.doi.org/10.1111/1750-3841.12389). PMID:24547813.
13. Alhamdan A, Hassan B, Alkahtani H, Abdelkarim D, Younis M. Cryogenic freezing of fresh date fruits for quality preservation during frozen storage. *Journal of the Saudi Society of Agricultural*. 2018;17(1):9-16. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2015.12.001>.
14. Damiani C, Lage ME, Silva FA, Pereira DEP, Becker FS, Boas EVBV. Changes in the physicochemical and microbiological properties of frozen araçá pulp during storage. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2013;33(1):19-27. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612013000500004>
15. Brasil, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 1 de 07 de janeiro de 2000. Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, 2000.
16. Torres LCP, Moura RC, Aguiar RO, Santos DB, Santos MAS, Martins LHS, Bernardino PDL, Silva PA. Quality assessment of frozen fruit pulps marketed in the Carajás-PA Region. *Research Society and Development*. 2020;9(10): e7149108779. doi:10.33448/rsd-v9i10.8779.
17. Cunha KD, Silva PR, Costa ALFSF, Teodoro AJ, Koblitz MG. Estabilidade de ácido ascórbico em sucos de frutas frescos sob diferentes formas de armazenamento. *Braz. J. Food Technol*. 2014;17(2):139-145. <https://doi.org/10.1590/bjft.2014.016>
18. Santos AF, Gomes JS, Bezerra JM. Avaliação da qualidade de bebidas mistas durante o armazenamento. In: ONE, G. M. C.; ROCHA, B. L. (Org.). *NUTRIÇÃO: tecnologia a serviço da saúde 2: 1ed.* João Pessoa: IMEA, 2020;1:216-236. Disponível em: <http://abrabe.org.br>. Acesso em: 09 jun.
19. Azevedo AM, Andrade Júnior VCD, Fernandes JS, Pedrosa CE, Valadares NR, Ferreira MA, Martins RA. Divergência genética e importância de caracteres morfológicos em genótipos de couve. *Horticultura Brasileira*. 2014;32(1):48-54. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-0536201400010000>.

doi <https://doi.org/10.53934/9786599539633-124>

Capítulo 124

RESPOSTA FISIOLÓGICA DE DIFERENTES NÍVEIS DE DÉFICIT HÍDRICO EM TOMATE MICRO-TOM

Nathiele Santos Araújo¹; Paulo Henrique Gomes Alves de Oliveira²; Ana Cláudia Oliveira Barbosa²; Miguel Gabriel Moraes Santos¹; Dilson Sousa Rocha Júnior⁴; Glaucia Carvalho Barbosa Silva²; Márcio Gilberto Cardoso Costa⁵

¹Estudante do Curso de Agronomia – DCAA – UESC; E-mail: nsaraujo.agr@uesc.br,

²Doutorando do Programa de Pós Graduação em Genética e Biologia Molecular – PPGGBM – UESC; E-mail: paulohenrique1520@hotmail.com, ²Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular – PPGGBM – UESC; E-mail: ainacob2@hotmail.com, ¹Estudante do Curso de Agronomia – DCAA – UESC; E-mail: mgmsantos.agr@uesc.br, ⁴Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Produção vegetal – PPGPV – UESC; E-mail: dilsonba@hotmail.com, ²Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular – PPGGBM – UESC; E-mail: glauciacbsantos@gmail.com, ⁵Docente/pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular – PPGGBM – UESC. E-mail: marciogc.costa@gmail.com

RESUMO: O tomateiro é uma cultura muito relevante para a economia, com produção mundial de 177.118.248 toneladas/frutos/ano, sendo a China o maior produtor do mundo e o Brasil em 9ª posição. Todavia é uma espécie sensível à seca, que afeta seu desenvolvimento e produtividade. Como resposta, o tomateiro promove alterações fisiológicas buscando atenuar estes efeitos. Assim sendo, é de fundamental importância entender essas respostas, bem como as alterações nos processos fisiológicos. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar as respostas fisiológicas do tomateiro, variedade Micro-Tom, à diferentes níveis de déficit hídrico. As plantas foram cultivadas em vasos em casa de vegetação submetidas a diferentes níveis de déficit hídrico, sendo T0: tratamento controle com plantas mantidas acima de 80% capacidade de campo; T1: 60% do volume de água do controle; T2: 40% do volume de água do controle. Foram avaliados a taxa fotossintética (*A*), taxa transpiratória (*E*), condutância estomática (*g_s*), potencial hídrico foliar (Ψ_w), comprimento de parte aérea e peso fresco. O resultado da aplicação dos tratamentos aponta para respostas fisiológicas como diminuição significativa na taxa fotossintética, taxa respiratória, condutância estomática, potencial hídrico foliar e no peso fresco dos tratamentos T1 e T2 em relação ao tratamento T0. Em relação ao comprimento da parte aérea das plantas, não houve alterações significativas entre os tratamentos. Diante dos resultados obtidos, conclui-se que uma redução de 60% – 40% do volume de água na lâmina de irrigação seja suficiente para promover respostas fisiológicas significativas, as quais não impactam o desenvolvimento da planta.

Palavras-chave: déficit hídrico; fisiologia; micro-tom; tomate

INTRODUÇÃO

O tomateiro originou-se no oeste da América do Sul e acredita-se que a domesticação tenha ocorrido na América Central. O tomateiro tem muitas características interessantes, como frutos carnosos, brotação simodial e folhas compostas, que outras plantas-modelo (por exemplo, arroz e *Arabidopsis*) não possuem. Além disso, o tomate pertence à grande família *Solanaceae* e está intimamente relacionado a muitas plantas comercialmente importantes, como batata, berinjela, pimentão, tabaco e petúnias. Portanto, o tomate é utilizado como organismo modelo para a família *Solanaceae* e, especificamente, para plantas com frutos carnosos (1). O tomate é um fruto climatérico, com absoluta exigência do etileno para amadurecer. Este requisito o tornou um excelente modelo não apenas para o controle do desenvolvimento do amadurecimento, mas também para estudo da síntese e percepção do etileno (2).

As plantas frequentemente estão expostas a estresses bióticos e abióticos, sendo o estresse hídrico uma das principais causas de instabilidade da produção agrícola em diversas regiões do mundo, agindo negativamente sobre o crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas. Estes estresses desencadeiam várias respostas, desde alterações na expressão gênica e metabolismo celular até variações na taxa de crescimento e produção de biomassa (3). Uma variedade de mudanças bioquímicas, moleculares e fisiológicas é manifestada pelas plantas em resposta ao estresse causado pela seca, dentre elas as respostas fisiológicas desempenham um papel fundamental para que as plantas se adaptem às mudanças do meio ambiente. A resposta hormonal também tem grande importância nesse processo, sendo ácido abscísico (ABA) o principal hormônio envolvido na resposta a estresses abióticos, atuando também em conjunto com outros hormônios, como o etileno (4).

O etileno é um hormônio importante, que media muitos aspectos das respostas das plantas a estresses bióticos e abióticos. O etileno também desempenha um papel regulador fundamental no amadurecimento de muitas frutas, incluindo algumas que representam importantes contribuintes de nutrição e fibra para as dietas humanas. A via biossintética é simples, consistindo de apenas duas enzimas. S-adenosilmetionina é convertido em 1-aminociclopropano-1-carboxilato (ACC) pela ACC sintase (ACS). O ACC é posteriormente convertido em etileno pela ACC oxidase (ACO). Dois sistemas de regulação de etileno foram propostos para operar em plantas climatéricas. O sistema um é funcional durante o crescimento vegetativo normal, autoinibidor do etileno e é responsável pela produção de níveis basais detectados em todos os tecidos, incluindo os de frutas não climatéricas. O sistema dois opera durante o amadurecimento de frutos climatéricos e senescência de algumas pétalas quando a produção de etileno é autocatalítica. Os efeitos causados pelo déficit hídrico na regulação do etileno ainda são pouco compreendidos. No entanto, alguns estudos sugerem que plantas, a depender do nível de estresse, podem apresentar uma redução na produção de etileno em sua parte aérea e aumento da síntese de ACC na raiz, afetando diretamente processos como o amadurecimento do fruto e declínio da sua qualidade (5–9).

Além do etileno, o ABA é um hormônio de extrema importância, pois está relacionado com a regulação de vários processos celulares, tais como a superação da dormência de sementes, transição do estado embrionário para o estado de dormência e crescimento vegetativo, além de exercer funções nas respostas a estresses abióticos e

bióticos (10). O ABA tem relação direta com a biossíntese de etileno, já que pode inibir sua produção. No entanto, as interações entre esses hormônios ocorrem em diversos níveis, incluindo efeitos recíprocos positivos e negativos entre as vias de sinalização (11). Evidências apontam para a possibilidade de que o ABA atue como promotor de amadurecimento em tomate (12).

A seca moderada induz nas plantas a regulação da perda e absorção de água (13). As principais mudanças fisiológicas causadas pelo déficit hídrico são a inibição do crescimento e desenvolvimento, acúmulo de ABA, prolina, manitol e sorbitol, formação de compostos de eliminação de radicais livres (ascorbato, glutatona, α -tocoferol, etc.), acumulação de solutos, fechamento estomático e taxas de transpiração reduzidas, diminuição do potencial hídrico dos tecidos vegetais, taxa fotossintética e síntese de novas proteínas e mRNAs. A sensibilidade de um determinado processo fisiológico a déficits hídricos é um reflexo de medidas estratégicas da planta em suportar a variação da disponibilidade de água que ela habitualmente possui em seu ambiente (14,15).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos dos níveis de estresse hídrico sobre as respostas fisiológicas do tomateiro (taxa fotossintética, taxa transpiratória, condutância estomática e potencial hídrico foliar) além do comprimento da parte aérea e peso fresco. Sendo o tomateiro uma das plantas modelo mais utilizadas em pesquisas relacionadas ao estresse hídrico e a necessidade de controle de produtividade e qualidade de frutos em condições adversas, espera-se que este projeto seja um primeiro passo em direção ao entendimento dos efeitos do déficit hídrico nos componentes fisiológicos do tomateiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Delineamento experimental

O experimento foi conduzido utilizando a variedade de tomate Micro-Tom e estabelecido em casa de vegetação na Universidade Estadual Santa Cruz, Ilhéus. As sementes foram germinadas em bandejas de polietileno contendo substrato comercial e após 19 dias foram transplantadas para vasos de 800 ml contendo substrato comercial e solo na proporção 1:1. Para a determinação da capacidade de campo, os vasos foram preenchidos com o substrato seco e pesado (Peso seco: Ps). Em seguida o substrato foi saturado até a drenagem e seguidamente os vasos foram cobertos com papel laminado para evitar evaporação e postos em superfície plana permitindo drenagem. Os vasos então foram pesados diariamente até a estabilização do peso do vaso (Peso úmido: Pu). Assim, a capacidade de campo é determinada como cc: $Pu - Ps$, de acordo com Reichardt (16). Após o transplante, o experimento de déficit hídrico foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado contendo 20 plantas (repetições) por tratamento, sendo os mesmos formados por T0: tratamento controle com plantas mantidas em vasos acima de 80% capacidade de campo; T1: aplicação de 60% do volume de água aplicado no tratamento controle e T2: aplicação de 40% do volume de água aplicado no tratamento controle. A aplicação de água foi realizada todos os dias seguindo o método gravimétrico adaptado de Klar et al. (17), onde os vasos foram pesados diariamente e a diferença de peso entre o dia anterior foi utilizado como base para elevar a capacidade de campo do controle a 100% e determinar o volume dos tratamentos de déficit.

Estresse hídrico e coleta de dados fisiológicos

O momento de aplicação dos tratamentos de déficit hídrico foi há 55 dias depois de transplantadas, quando o primeiro fruto entrou no estágio de BR. Após a aplicação do estresse, foram avaliadas 10 plantas em cada tratamento na qual foram realizadas avaliações fisiológicas por meio da câmara de Scholander para determinação do potencial hídrico foliar (Ψ_w) e com equipamento IRGA (Infra-Red Gas Analyser) analisou-se a taxa fotossintética (A), taxa transpiratória (E) e condutância estomática (gs), para determinação do impacto do déficit hídrico no tomateiro. A taxa fotossintética, condutância estomática e taxa transpiratória foram avaliadas 6 e 8 dias após aplicação do estresse (DAE). O potencial hídrico foliar foi avaliado 3, 6 e 8 (DAE). Ao final do experimento as plantas foram coletadas e avaliadas quanto ao comprimento de parte aérea e seu peso fresco. Após a coleta dos dados foi realizado a análise de variância para determinar se houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos para todas as variáveis analisadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos da análise da taxa fotossintética apontaram para uma influência da redução de volume de água na taxa fotossintética, com médias que variaram de 14.2 a 13 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ Cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em T0, 7.7 a 6.6 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ Cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em T1 e 5.2 a 5.6 em T2, avaliadas com 6 e 8 DAE (Figura 1). Em relação às médias das plantas do controle (T0), que se mantiveram altas, as médias das plantas dos tratamentos em que foi aplicado o estresse hídrico (T1 e T2), obtiveram valores contrastantes. Em seu trabalho sobre a caracterização do tomateiro submetido ao déficit hídrico, Morales et al. (2015) constatou que a redução da fotossíntese nos níveis de estresse mais intensos estava relacionada com a redução da absorção de CO_2 , sendo um indicador de déficit hídrico nas culturas. Segundo Cornic (2000), a capacidade de fechamento estomático pode explicar a maior parte do declínio da taxa fotossintética. No estudo de *Prímula palinuri* submetidas a rápido estresse hídrico, revelaram que a captação líquida de CO_2 nas folhas foi inibida em >80% quando o teor relativo de água (TRA) foi de ~ 70%, semelhante aos resultados obtidos (Figura 1).

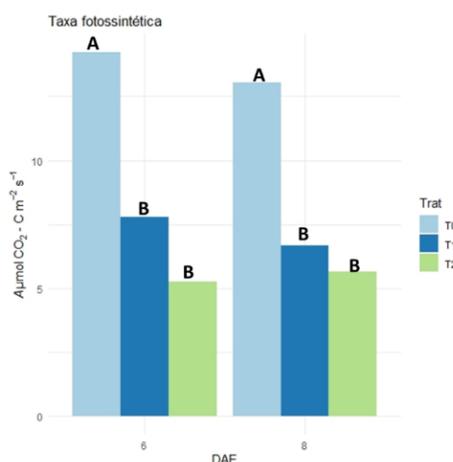


Figura 1. Taxa fotossintética de tomates submetidos à estresse hídrico, DAE (dias após aplicação do estresse hídrico), T0: controle; T1: 60% do volume de água do controle; T2: 40% do volume de água do controle. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

A diminuição da oferta de água revelou uma redução de 44% e 53% na transpiração das plantas dos tratamentos T1 e T2, respectivamente, em relação ao tratamento controle

(T0). Os valores médios obtidos para a taxa de transpiração variaram de 4.2 a 3.1 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ em T0, e 2.1 a 2.0 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ em T1, e 1.6 a 1.8 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ em T2, para as avaliações em 6 e 8 DAE respectivamente (Figura 2). De acordo com Gucci et al. (18) e Hsiao (19), a principal causa da redução da transpiração ocorre por conta do fechamento estomático, que impede uma perda mais séria de hidratação foliar por meio da regulação da transpiração à medida que o estresse hídrico se desenvolve, apontando para respostas de resistência a baixos níveis de água no solo.

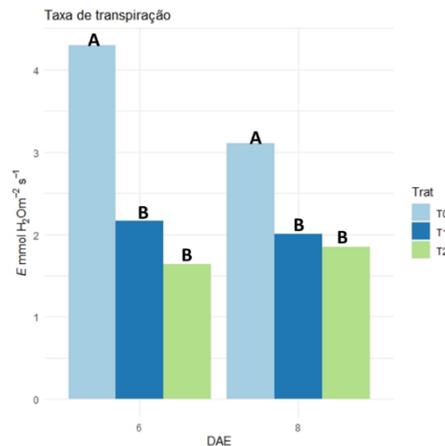


Figura 2. Taxa transpiratória de tomate submetidos a estresse hídrico, DAE (dias após aplicação do estresse hídrico), T0: controle; T1: 60% do volume de água do controle; T2: 40% do volume de água do controle. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Nos resultados obtidos na análise da condutância estomática, constata-se uma relação linear entre a condutância estomática e a taxa de transpiração. Observa-se que as menores médias ocorreram nos tratamentos T1, com valores de 0.17 e 0.11 $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$, e T2, com valores de 0.12 e 0.10 $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$, nas avaliações de 6 e 8 DAE (Figura 3). Já em T0, mostrou variação de 0.45 a 0.19 $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Algumas evidências sugerem que o estresse hídrico moderado a grave causa uma elevação da concentração interna de CO_2 suficiente para explicar uma parte do fechamento estomático. Uma noção amplamente aceita é que o déficit de água, ao reduzir o turgor da folha, reduziria diretamente a abertura estomática, uma vez que a abertura depende do turgor. Experimentos mostraram que, conforme o déficit hídrico se desenvolve, há uma perda marcada de solutos das células guarda, causando o fechamento estomático. Assim, uma parte do efeito do estresse pode não ser direta, mas está ligada à regulação dos solutos osmóticos nas células guarda (19,20).

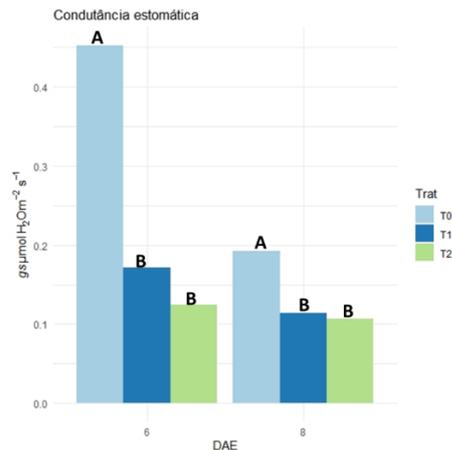


Figura 3. Condutância estomática de tomate submetidos a estresse hídrico, DAE (dias após aplicação do estresse hídrico), T0: controle; T1: 60% do volume de água do controle; T2: 40% do volume de água do controle. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

O potencial hídrico foliar foi avaliado em três períodos em cada planta. Os resultados mostraram que todas as medidas obtidas de T0 foram superiores estatisticamente aos demais tratamentos. Para as avaliações de 3 e 6 DAE foram observadas as maiores diferenças entre T0 e demais tratamentos, com as médias de -0.41, -0.60 e -0.70 MPa para T0, T1 e T2, respectivamente em 3 DAE; -0.32, -0.50, -0.60 MPa para T0, T1 e T2 respectivamente em 6 DAE, e em 8 DAE as diferenças das médias entre os tratamentos foram menores, mas ainda estatisticamente significativas, com -0.42, -0.45, -0.54 MPa para T0, T1 e T2 respectivamente (Figura 4). De acordo com Martins et al. (21), quando o conteúdo de água no solo diminui, o potencial da água no solo e na folha também diminui e influencia no déficit hídrico, que se desenvolve nas folhas e nas células guardas, causando fechamento estomático. Pode-se analisar pequenas mudanças no potencial de água na folha quando as plantas já sofreram déficits hídricos e acionaram mecanismos de tolerância. Valores próximos de zero significam que a planta não se encontra sob estresse hídrico, no entanto, quando a quantificação alcançar valores muito negativos a planta está sob intenso estresse hídrico (22).

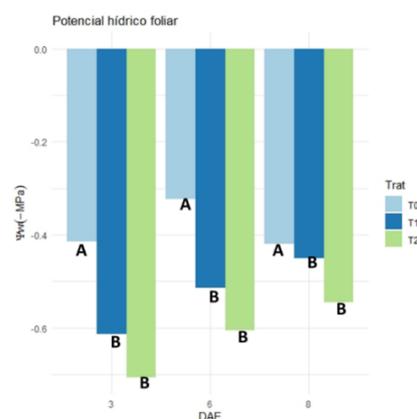


Figura 4. Potencial hídrico foliar de tomate submetidos a estresse hídrico, DAE (dias após aplicação do estresse hídrico), T0: controle; T1: 60% do volume de água do controle; T2: 40% do volume de água do controle. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

As médias para o peso fresco de parte aérea apresentaram variação estatisticamente significativa de 31,8, 26, e 20 g para o tratamento T0, T1 e T2, respectivamente. O comprimento de parte aérea, apesar de ter pequena diferença entre as médias dos tratamentos, não diferiu estatisticamente (Figuras 5 e 6). No experimento realizado por Brito et al. (3), onde se analisou o crescimento e formação de fitomassa do tomateiro sob estresse hídrico nas fases fenológicas, também não foram analisadas mudanças relevantes em relação a redução do comprimento da parte aérea das plantas de tomateiro submetidas ao estresse em comparação com as plantas do tratamento controle.

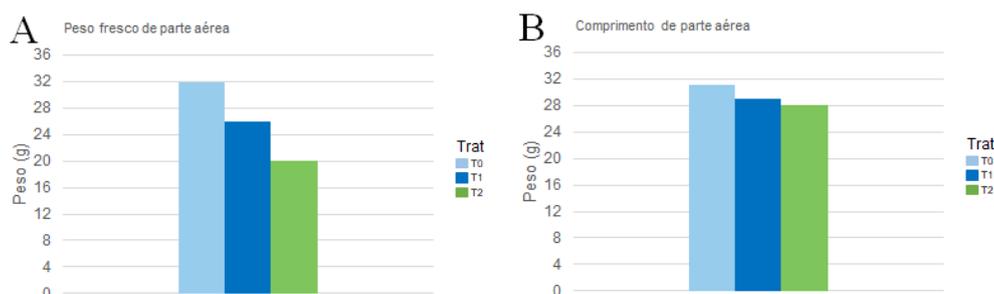


Figura 5. A: Peso fresco de parte aérea de tomate submetidos à estresse hídrico, T0: controle; T1: 60% do volume de água do controle; T2: 40% do volume de água do controle. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade. B: Comprimento de parte aérea de tomate submetidos a estresse hídrico, T0: controle; T1: 60% do volume de água do controle; T2: 40% do volume de água do controle. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

O déficit hídrico promove alterações fisiológicas significativas no tomateiro Micro-tom, uma vez que todas as variáveis, exceto o comprimento das plantas, foram afetadas negativamente por esse estresse. Uma redução de 40% do volume de água na lâmina de irrigação, necessária para repor as perdas por evapotranspiração em 24h, são o suficiente para promover respostas fisiológicas significativas. Dessa forma, para os avanços nos estudos com déficit hídrico em Micro-tom, os tratamentos avaliados mostram respostas fisiológicas significativas sem afetar drasticamente os demais processos da planta, como comprimento e peso fresco da parte aérea.

REFERÊNCIAS

1. Kimura S, Sinha N. Tomato (*Solanum lycopersicum*): A model fruit-bearing crop. *Cold Spring Harb Protoc.* 2008;3(11).
2. Osorio S, Alba R, Damasceno CMB, Lopez-Casado G, Lohse M, Zanor MI, et al. Systems biology of tomato fruit development: Combined transcript, protein, and metabolite analysis of tomato transcription factor (*nor*, *rin*) and ethylene receptor (*Nr*) mutants reveals novel regulatory interactions. *Plant Physiol.* 2011;157(1):405–25.
3. Brito MEB, Soares LA dos A, Lima GS de, Sá FV da S, Araújo TT, Silva ECB da. Crescimento E Formação De Fitomassa Do Tomateiro Sob Estresse Hídrico Nas

- Fases Fenológicas. Irriga. 2015;20(1):139.
4. Peleg Z, Blumwald E. Hormone balance and abiotic stress tolerance in crop plants. *Curr Opin Plant Biol* [Internet]. 2011;14(3):290–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pbi.2011.02.001>
 5. Klee HJ, Giovannoni JJ. Genetics and control of tomato fruit ripening and quality attributes. *Annu Rev Genet*. 2011;45:41–59.
 6. Cardemil L, Serena L. **Capítulo XVI** Hormonas y Reguladores del Crecimiento : Etileno , Ácido Abscísico , Brasinoesteroides , Poliaminas , Ácido Salicílico y Ácido Jasmónico. 2006;
 7. Alexander L, Grierson D. Ethylene biosynthesis and action in tomato: A model for climacteric fruit ripening. *J Exp Bot*. 2002;53(377):2039–55.
 8. Barry CS, Giovannoni JJ. Ethylene and fruit ripening. *J Plant Growth Regul*. 2007;26(2):143–59.
 9. Avelar RDEP. Regulação do etileno em cafeeiros cultivados. 2018;
 10. Júnior AM de M. Ácido Abscísico e o Estresse. 2010;30:296–303.
 11. LeNoble ME, Spollen WG, Sharp RE. Maintenance of shoot growth by endogenous ABA: Genetic assessment of the involvement of ethylene suppression. *J Exp Bot*. 2004;55(395):237–45.
 12. Seymour GB, Ostergaard L, Chapman NH, Knapp S, Martin C. Fruit development and ripening. *Annu Rev Plant Biol*. 2013;64(January):219–41.
 13. Yordanov I, Velikova V, Tsonev T. Yordanov2000_Article_PlantResponsesToDroughtAcclima.pdf. Vol. 38, *Photosynthetica*. 2000. p. 171–86.
 14. Pelah D, Altman A, Shoseyov O. Drought tolerance: a molecular perspective. *Acta Hortic*. 1997;447:439–46.
 15. Taiz L, Zeiger E, Moller I max, Murphy A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal *Diversidade vegetal*. Vol. 6 ed., Porto Alegre: Artmed. 2017. 59–74 p.
 16. Reichardt K. Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera. 4th ed. Campinas: Fundação Cargil; 1985. 466 p.
 17. Klar AE, Villa Nova NA, Marcos ZZ, Cervellini A. Determinação da umidade do solo pelo método das pesagens. *An da Esc Super Agric Luiz Queiroz*. 1966;23(0):15–30.
 18. Gucci R, Massai R, Xiloyannis C, Flore JA. The effect of drought and vapour pressure deficit on gas exchange of young kiwifruit (*Actinidia deliciosa* var. *deliciosa*) Vines. *Ann Bot*. 1996;77(6):605–13.

19. Hsiao TC. Plant responses to water estress. *Annu Rev Plant Biol.* 1973;24:519–70.
20. Stalfelt MG. The stomata as a hydrophotic regualtor of the water deficit of the plant. *Physiol Plant.* 1955;8:572–93.
21. Martins JD, Carlesso R, Knies AE, Oliveira ZB de, Broetto T, Rodrigues GJ. Potencial Hídrico Foliar Em Milho Submetido Ao Déficit Hídrico. *Irriga.* 2010;15(3):324–34.
22. Borba MEAB. Seleção de genótipos de tomateiro visando tolerância ao estresse por deficiência hídrica. *Univ Fed Uberlândia.* 2016;

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-125>

Capítulo 125

USO DO FRUTA-PÃO COMO REVESTIMENTO COMESTÍVEL PARA CONSERVAÇÃO DE MELÃO MINIMAMENTE PROCESSADO

Rosenildo dos Santos Silva¹; Adriana Ferreira dos Santos²; Maria Eduarda Paz de Lima³; Alison dos Santos Oliveira⁴; Sara Morgana Felix de Sousa⁵; Lídia Paloma da Silva Nogueira⁶; Moisés Sesión de Medeiros Neto⁷

¹Mestrando em Engenharia Agrícola – CTRN – UFCG. E-mail: rosenildo.sb@gmail.com;

²Docente da Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos – CCTA – UFCG. E-mail: adrefesantos@yahoo.com; ³Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – CCTA – UFCG. E-mail: dudiespqs@gmail.com; ⁴Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – CCTA – UFCG. E-mail: alisonpb20@gmail.com; ⁵Engenheira de Alimentos – CCTA – UFCG; E-mail: saramfs@hotmail.com; ⁶Mestranda em Engenharia Agrícola – CTRN – UFCG. E-mail: lidiapaloma28@gmail.com; ⁷Mestrando em Engenharia Agrícola – CTRN – UFCG. E-mail: moisesesion@live.com

RESUMO: Uma tecnologia que pode ser empregada para o aproveitamento do fruta-pão é a extração do amido para utilização como recobrimentos comestíveis em frutas e hortaliças, que visa aumentar a vida útil dos frutos, mantendo suas características de qualidade. Diante disso, objetivou-se com este trabalho utilizar o amido extraído do fruta-pão como recobrimento comestível em melão ‘pele de sapo’ minimamente processado, avaliar a eficácia do recobrimento e o uso do armazenando refrigerado na qualidade pós-colheita dos frutos minimamente processados. Foram aplicando então os seguintes tratamentos: Trat.1: água destilada + PVC e Trat.2: (2% de Amido do Fruta-pão + 2% de Glicerol + PVC) que foram armazenados em BOD a 3 °C (80±2%UR) durante 10 dias. As avaliações foram realizadas a partir do tempo zero (+1) (após o processamento e aplicação dos tratamentos), em períodos regulares com intervalo de 2 dias durante o armazenamento (0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias) para as características físicas, físico-químicas e de compostos bioativos. O experimento foi então conduzido em delineamento inteiramente casualizado em fatorial experimental 2 x 6, com três repetições. O estudo forneceu evidências de que os melões minimamente processados, submetidos ao tratamento com 1% de cloreto de cálcio e revestido com 2% Amido do Fruta-pão 2% de Glicerol + PVC apresentaram resultados satisfatórios quanto aos teores de ácido ascórbico, sólidos solúveis, flavonoides e compostos fenólicos, sendo o tratamento aplicado e o revestimento utilizado considerado uma estratégia excelente para manter a qualidade do produto e o conteúdo dos seus nutrientes.

Palavras-chave: armazenamento; conservação; recobrimento biodegradável

INTRODUÇÃO

O fruta-pão tem sua origem nas Ilhas de Java e Sumatra (região da indomálásia) e pertence à família *Moraceae*, sendo cultivada em todas as ilhas do arquipélago asiático e em regiões tropicais ao redor do mundo. No Brasil a fruta foi introduzida especificamente no estado do Pará, onde foi originando assim a sua dispersão pelo Brasil (1). Existem duas variedades conhecidas do fruto: a *Apyrena*, conhecida por fruta-pão de massa, que não possui sementes, e a *Seminífera*, conhecida por fruta-pão de caroço, que apresenta numerosas sementes (2).

Os frutos são utilizados sob diversas formas de consumo, em diferentes estágios de desenvolvimento (3), podendo atuar como um alimento energético, por ser fonte de carboidratos complexos, vitaminas e minerais (4). Além disso, sua árvore pode ser utilizada como matéria prima na fabricação de medicamentos e para exploração de madeira (5). A polpa do fruta-pão ainda pode ser consumida cozida, frita ou assada e industrialmente utilizada para preparar pães e farinhas (6).

Outra tecnologia que pode ser empregada para o aproveitamento do fruta-pão é a extração do amido para utilização como recobrimentos comestíveis em frutas e hortaliças, que visa aumentar a vida útil dos frutos, mantendo suas características de qualidade. Os recobrimentos comestíveis podem ser utilizados para inibir a perda de umidade, oxigênio, dióxido de carbono, aromas e lipídios (7).

Com o intuito de aumentar a eficácia dos recobrimentos comestíveis e reduzir a taxa de deterioração dos produtos recém-cortados, estratégias podem ser implementadas em combinação, entre elas está a manutenção da baixa temperatura desde a colheita até o varejo (8,9). Nesse sentido, o armazenamento a frio é amplamente empregado para estender a vida útil pós-colheita, mantendo a qualidade sensorial e nutricional. A temperatura de armazenamento e a umidade relativa são os fatores que contribuem para regular os processos fisiológicos e bioquímicos, controlando a atividade respiratória, a transpiração e o desenvolvimento de patógenos microbianos, influenciando na senescência dos frutos (10).

Aplicar recobrimentos comestíveis em frutos minimamente processados prontos para consumo, com propriedades sensoriais e nutricionais intactas, representa uma possibilidade real para o aumento do consumo de determinadas frutas, já que o processamento de frutas e vegetais gera estresse fisiológico no tecido cortado ainda vivo, levando à deterioração da qualidade e menor tempo de armazenamento em comparação com os produzidos frescos intactos (11, 12).

Neste contexto, utilizar recobrimento comestível em melão minimamente processado é viável, já que é um fruto de grande importância para fruticultura, sendo produzido em diversas regiões, sobretudo no Nordeste (13), mostrando-se rico em minerais como cálcio, fósforo, sódio, magnésio e potássio, sendo considerado ainda como calmante, alcalinizante, mineralizante, oxidante, diurético, laxante e emoliente (14).

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho utilizar o amido extraído do fruta-pão como recobrimento comestível em melão ‘pele de sapo’ minimamente processado, avaliar a eficácia do recobrimento e o uso do armazenando refrigerado na qualidade pós-colheita dos frutos minimamente processados.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho, com metodologia quantitativa descrita por Pereira et al. (15), foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal (LTPOV),

do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Campina Grande, em Pombal – Paraíba.

Os frutos do meloeiro foram adquiridos em feira livre na cidade de Pombal - Paraíba, enquanto o fruta-pão foi obtido da cidade de Campina Grande – Paraíba. Em laboratório, os frutos foram submetidos à lavagem com água corrente e detergente neutro para remoção das sujidades, e sanitizados por imersão em água clorada (200 ppm. L⁻¹), por 15 minutos.

Obtenção do amido do fruta-pão e processamento mínimo dos melões

O fruta-pão foi descascado manualmente com facas de inox, cortados em rodela e deixados em imersão em solução de metabissulfito de sódio (0,2%) durante 24 horas para facilitar na liberação do amido durante a trituração. Após esse período, as rodela foram então trituradas em liquidificador industrial por 30 minutos, tendo como resultado uma pasta homogênea, que foi submetida a duas decantações por 24 horas e o sobrenadante descartado. O resíduo decantado foi então espalhado em bandejas e secos em estufa de circulação de ar por 24 horas, a 75 °C, onde os pós obtidos da secagem foram peneirados e armazenados em recipientes secos e limpos para posterior utilização como recobrimentos.

Já os melões foram descascados e cortados em cubos com tamanhos similares, sendo estes imersos em água destilada. O amido do fruta-pão, foi diluído em água destilada e submetido ao aquecimento (70°C) até a sua geleificação e posterior resfriamento (15°C), a adição do glicerol aconteceu antes da geleificação da solução. Uma parte dos melões em cubos foram imersos em solução de cloreto de cálcio 1% por um minuto antes de serem imergidos na solução de recobrimento (2% de Amido do Fruta-pão + 2% de Glicerol) durante 1 minuto e drenados em seguida, totalizando 2 tratamentos, sendo o controle apenas com água destilada.

Posteriormente, os cubos foram acondicionados em badejas de poliestireno expandido recobertas com filme de cloreto de polivinila (PVC) e armazenados em BOD a 3 °C (80±2%UR) durante 10 dias. As avaliações foram realizadas a partir do tempo zero (+1) (após o processamento e aplicação dos tratamentos), em períodos regulares com intervalo de 2 dias durante o armazenamento (0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias) para as características físicas, físico-químicas e de compostos bioativos.

Análises físicas, físico-químicas e de compostos bioativos

Foram realizadas avaliações quanto aos parâmetros físicos como cor aparente (nos parâmetros de luminosidade (L*) e Ângulo Hue (H*)) e perda de massa, tomando-se como referência Finger, Vieira (16), físico-químicos como acidez titulável e pH segundo Instituto Adolfo Lutz - IAL (17), relação SS/AT e Sólidos Solúveis, e quanto aos compostos bioativos como ácido ascórbico, segundo AOAC (18), Flavonoides, segundo Francis (19), e compostos fenólicos descrito por Waterhouse (20).

Análise estatística

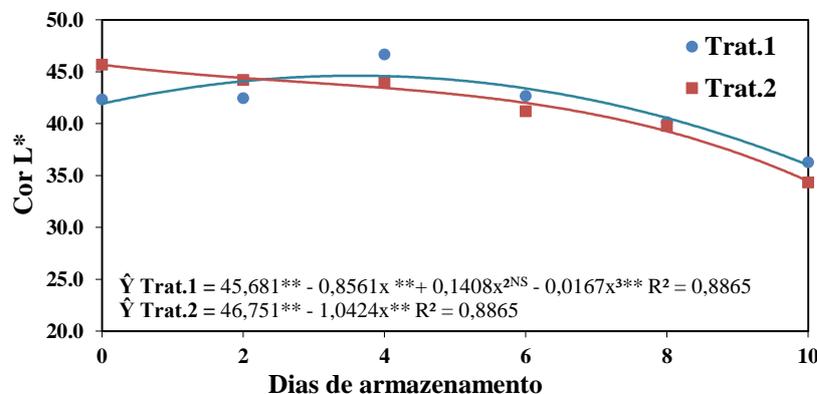
O experimento foi então conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema 2 × 6, com três repetições, totalizando 90 unidades experimentais, sendo 2 tratamentos e 6 tempos de armazenamento refrigerado. Os resultados foram submetidos à análise de variância. A partir dos resultados das análises de variância preliminares, considerando os efeitos das interações entre os fatores e verificando-se efeito significativo,

o período foi desdobrado dentro de cada tratamento e os resultados submetidos à análise de regressão polinomial. Quando não constatado efeito significativo entre as interações dos fatores avaliados, foi realizado ligação de pontos com as médias dos tratamentos. Os modelos de regressão polinomiais foram selecionados com base na significância do teste F de cada modelo testado e, também, pelo coeficiente de determinação. O coeficiente de determinação mínimo para utilização das curvas foi de 0,60. Foi utilizado o programa computacional SISVAR, versão 5.7.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, é possível observar que os valores referentes ao parâmetro de luminosidade (L^*) tiveram um declínio durante o período de armazenamento, podendo ser traduzido como um possível escurecimento, já que valores próximos a 0 indicam cores escuras (preto) e próximos a 100 indicam cores claras (branco). O tratamento controle (Trat.1) apresentou uma redução de 14,34% no valor de luminosidade ao final do período de armazenamento, enquanto o tratamento com recobrimento em amido do fruta-pão (Trat.2) apresentou uma redução de 24,88%. Assim observa-se que o recobrimento foi menos eficaz na manutenção desse parâmetro, indo contrário ao observado por Silva et al. (21), que avaliando melões ‘pele de sapo’ sobre recobrimentos comestíveis, observou que tratamentos com recobrimentos a base de amido foram mais eficazes na manutenção da luminosidade ao final do período de armazenamento.

Figura 1. Cor L^* em melão do tipo ‘Pele de Sapo’ minimamente processados em cubos submetidos a recobrimento comestível, armazenados a 3 °C

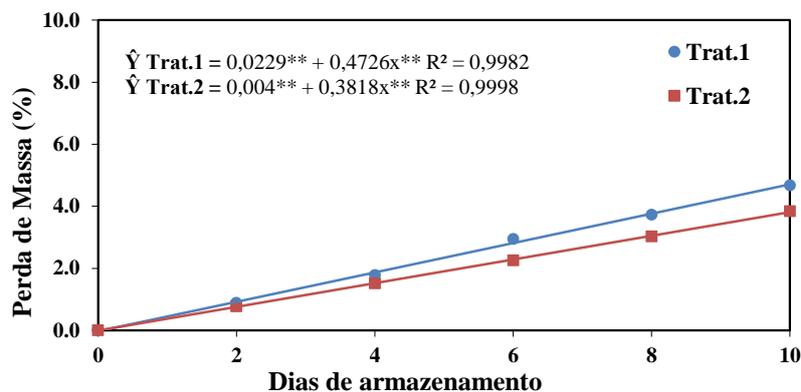


Onde: Trat. 1 (Controle, água destilada + PVC) e Trat.2 (1% cloreto de cálcio 2% Amido do Fruta-pão + 2% de Glicerol + PVC)

Fonte: autores

A Figura 2 apresenta a perda de massa dos melões minimamente processados. Os tratamentos apresentam um aumento gradativo da perda de massa a partir do segundo dia de armazenamento, sendo que o tratamento 2 apresenta valores de perda inferiores ao tratamento 1, variando de 0,00 a 3,84 e 0,00 a 4,68, respectivamente. De acordo com Araújo (22) a presença de revestimento na superfície do produto pode reduzir a permeabilidade ao vapor de água do produto para o ambiente e também atuar como uma barreira para a permeabilidade do oxigênio, diminuindo a taxa de respiração e consequentemente minimizando a perda de massa do produto.

Figura 2. Perda de Massa (%) do tipo ‘Pele de Sapo’ minimamente processado em cubos submetidos a recobrimento comestível, armazenados a 3 °C

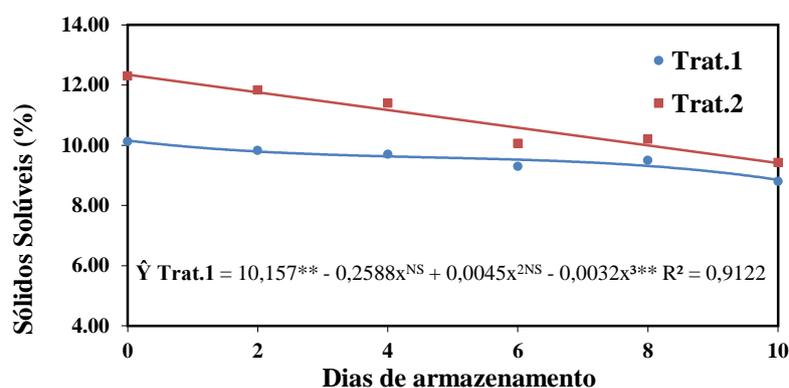


Onde: Trat. 1 (Controle: água destilada + PVC) e Trat.2 (1% cloreto de cálcio 2% Amido do Fruta-pão + 2% de Glicerol + PVC)

Fonte: autores

Já para os sólidos solúveis nota-se que os valores diminuem gradativamente do segundo ao décimo dia de armazenamento (Figura 3). No tratamento 1 os valores variam de 10,13 a 8,80% e no tratamento 2 de 12,30 a 9,43%. Observa-se que o tratamento 2 apresenta maior valor de SS, quando comparado com a amostra controle (Trat.1), sendo que este fenômeno pode estar ligado a ação do recobrimento utilizado, que pode ter influenciando no aumento da respiração do fruto e conseqüentemente na aceleração do amadurecimento. Alves et al. (23) encontraram valores similares em seu estudo sobre Melão “*Cantaloupe*” minimamente processado submetido a recobrimento comestíveis.

Figura 3. Sólidos Solúveis (%) do tipo ‘Pele de Sapo’ minimamente processado em cubos submetidos a recobrimento comestível, armazenados a 3 °C



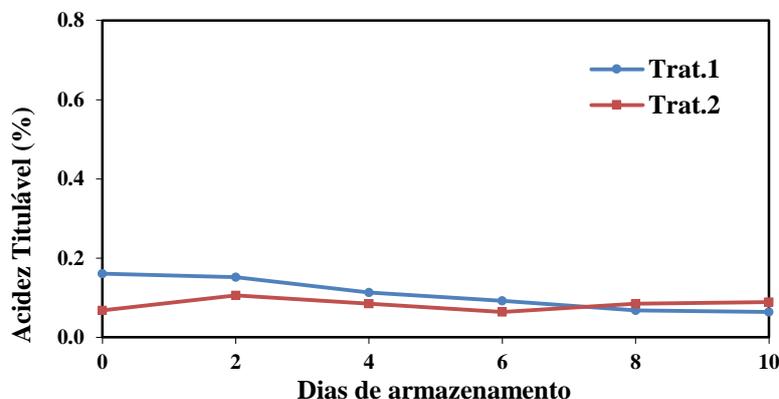
Onde: Trat. 1 (Controle, água destilada + PVC) e Trat.2 (1% cloreto de cálcio 2% Amido do Fruta-pão + 2% de Glicerol + PVC)

Fonte: autores

Os valores de acidez titulável (% ácido cítrico) estão expressos na Figura 4. Observa-se que houve um decréscimo gradual dos valores no tratamento 1, variando de 0,161 a 0,064% e uma divergência dos resultados no tratamento 2, sendo que o sexto dia de armazenamento apresentou menor conteúdo de acidez, de 0,064 % ácido cítrico. O decréscimo da acidez pode estar associado ao consumo dos ácidos orgânicos durante o

amadurecimento da fruta. Segundo Chevalier et al. (24) esses ácidos são considerados reversas de energia e utilizados no processo de amadurecimento, como também, podem sofrer oxidação no ciclo de Krebs e diminuição dos seus teores.

Figura 4. Acidez Titulável (% ácido cítrico) do tipo ‘Pele de Sapo’ minimamente processado em cubos submetidos a recobrimento comestível, armazenados a 3 °C

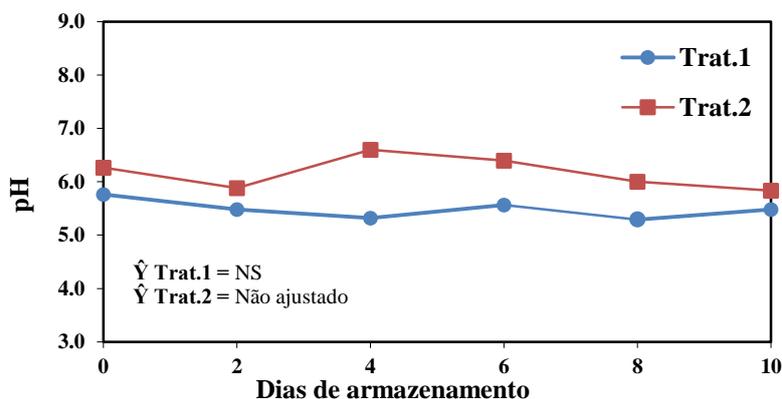


Onde: Trat. 1 (Controle, água destilada + PVC) e Trat.2 (1% cloreto de cálcio 2% Amido do Fruta-pão + 2% de Glicerol + PVC)

Fonte: autores

Observa-se na Figura 5 os valores de pH, observando que houve um aumento mais acentuado deste parâmetro no tratamento 2, onde os valores variaram de 6,26 a 5,83. Já o tratamento 1 apresenta valores de pH inferiores, variando de 5,73 a 5,48. Segundo Pizarro et al. (25) o baixo teor de pH pode estar relacionado com possíveis alterações bioquímicas. Constatação essa que faz sentido com a amostra analisada (Trat.1), uma vez que a mesma não passou por um tratamento químico adequando. Silva et al. (21) encontraram valores semelhantes de pH, 4,04 e 6,22 no seu estudo sobre Melões “pele de sapo” minimamente processados sob diferentes embalagens e recobrimento comestíveis.

Figura 5. pH do melão do tipo Pele de Sapo minimamente processado em cubos submetidos a recobrimento comestível, armazenados a 3 °C

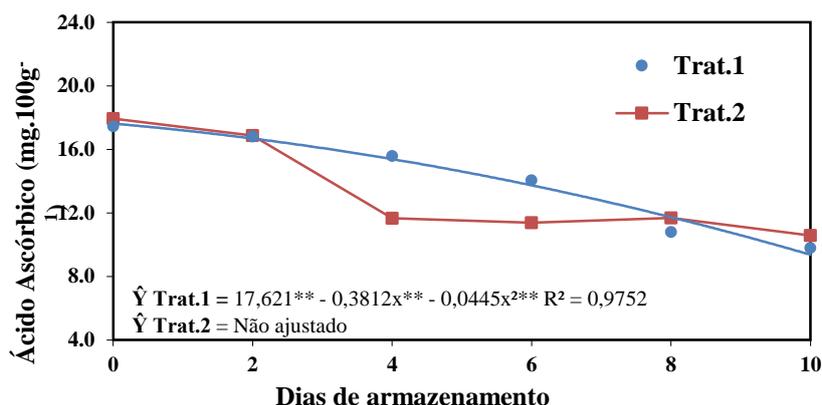


Onde: Trat. 1 (Controle, água destilada + PVC) e Trat.2 (1% cloreto de cálcio 2% Amido do Fruta-pão + 2% de Glicerol + PVC)

Fonte: autores

Já para o conteúdo de ácido ascórbico houve um declínio a partir do segundo dia de armazenamento para os dois tratamentos, como mostra a Figura 6. O tratamento 1 varia de 17,45 a 9,80 mg.100g⁻¹ e o tratamento 2 de 17,93 a 10,57 mg.100g⁻¹. De acordo com Hoehne et al. (26) o ácido ascórbico é um forte agente redutor, sendo que vários fatores influenciam na sua degradação, entre eles, luz, umidade, temperatura, pH, atividade de água e oxigênio, possuindo razoável estabilidade em soluções levemente ácidas e oxidação acelerada em meio alcalino.

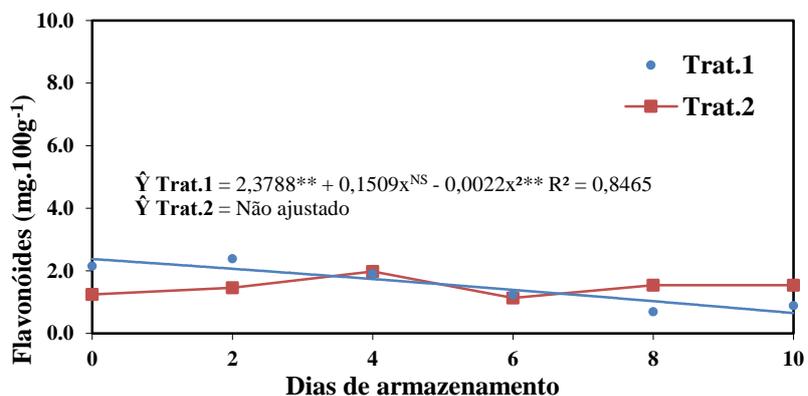
Figura 6. Ácido Ascórbico (mg.100g⁻¹) do melão do tipo Pele de Sapo o minimamente processado em cubos submetidos a recobrimento comestível, armazenados a 3 °C



Onde: Trat. 1 (Controle, água destilada + PVC) e Trat.2 (1% cloreto de cálcio 2% Amido do Fruta-pão + 2% de Glicerol + PVC)

Fonte: autores

Figura 7. Flavonoides (mg.100g⁻¹) do melão do tipo Pele de Sapo minimamente processado em cubos submetidos a recobrimento comestível, armazenados a 3 °C.



Onde: Trat. 1 (Controle, água destilada + PVC) e Trat.2 (1% cloreto de cálcio 2% Amido do Fruta-pão + 2% de Glicerol + PVC)

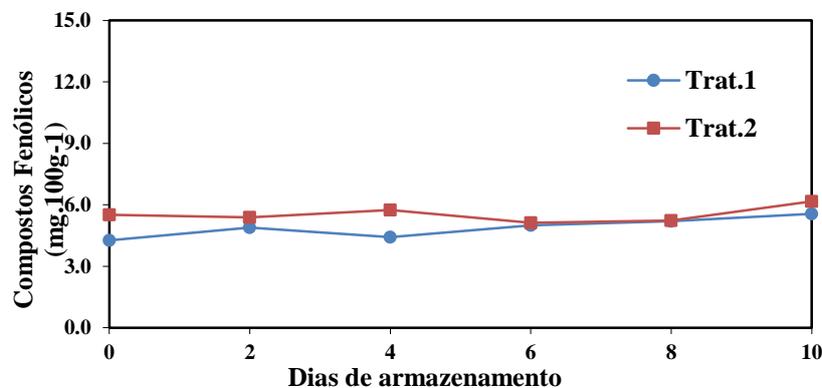
Fonte: autores

Verifica-se, na Figura 7, um declínio mais acentuado nos teores de flavonoides para o Trat.1, tendo valores de 2,151 (0 dias) a 0,886 mg.100g⁻¹ (10 dias). Enquanto que para o Trat.2 houve um acréscimo nesses valores com o passar dos dias de armazenamento, com valores de 1,252 (0 dias) a 1,542 mg.100g⁻¹ (10 dias), indicando que o recobrimento a base do amido do fruta-pão foi eficaz na manutenção dos teores de flavonoides. Alves et al. (23)

avaliando melão “*Cantaloupe*” com recobrimentos a base de amido, também observaram que os tratamentos à base de amido foram eficazes na manutenção dos teores de flavonoides com o passar do período de armazenamento.

Os compostos fenólicos são substâncias amplamente distribuídas na natureza, encontrados em frutas e vegetais na forma de ácidos fenólicos, flavonoides e taninos, sendo compostos que apresentam grande interesse devido a suas propriedades benéficas (27). O teor de compostos fenólicos observado neste trabalho foi superior ao encontrados por Santo et al. (28) em seu estudo sobre análise comparativa dos teores de compostos fenólicos e flavonoides em frutas e hortaliças. Os autores observaram que o Mirtilo foi a fruta que apresentou maior conteúdo deste composto ($1,29 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) permanecendo acima do valor encontrado para o melão ($0,4 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$).

Figura 8. Compostos Fenólicos ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) do melão do tipo Pele de Sapo minimamente processado em cubos submetidos a recobrimento comestível, armazenados a 3°C .



Onde: Trat. 1 (Controle, água destilada + PVC) e Trat.2 (1% cloreto de cálcio 2% Amido do Fruta-pão + 2% de Glicerol + PVC)

Fonte: autores

CONCLUSÕES

O estudo forneceu evidências de que os melões minimamente processados, submetidos ao tratamento com 1% de cloreto de cálcio e revestido com 2% Amido do Fruta-pão 2% de Glicerol + PVC apresentaram resultados satisfatórios quanto aos teores de ácido ascórbico, sólidos solúveis, flavonoides e compostos fenólicos, sendo o tratamento aplicado e o revestimento utilizado considerado uma estratégia excelente para manter a qualidade do produto e o conteúdo dos seus nutrientes.

Além disso observou-se que o revestimento utilizado auxiliou de forma significativa na conservação dos melões quanto a perda de massa, visto que o tratamento 2 obteve resultados inferiores ao tratamento controle.

REFERÊNCIAS

1. Luciano CG, Valencia GA, Campanella OH, Sobral PJA, Moraes ICF., 2018. Influence of extraction method on the rheological properties of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) seed starch dispersions. *Food Biophysics*. 2018;13:155-162

2. Madruga MS, Albuquerque FSM, Silva IRA, Amaral DS, Magnani M, Queiroga NV. Chemical, morphological and functional properties of Brazilian jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) seeds starch. *Food Chemistry*. 2014;143:440- 445.
3. Ragone D. Breadfruit. *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 10. Rome, Italy: International Plant Genetic Resources Institute; 1997.
4. Maxwell A, Jones P, Murch SJ, Wiseman J, Ragone D. Morphological diversity in breadfruit (*Artocarpus*, Moraceae): insights into domestication, conservation, and cultivar identification. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 2013;60:175-192
5. Mccoy MD, Graves MW, Murakami G. Origins of Hawaiian breadfruit. *Economic Botany*. 2010; 64:374–381.
6. Souza CT, Soares SAR, Queiroz AFS, Santos AMP, Ferreira SLC. Determination and evaluation of the mineral composition of breadfruit (*Artocarpus altilis*) using multivariate analysis technique. *Micro chemical Journal*. 2016;128:84–88.
7. Botrel DA, Soares NFF, Camilloto GP, Fernandes RVB. Revestimento ativo de amido na conservação pós-colheita de pera Williams minimamente processada. *Ciência Rural*. 2010;40:1814-1820.
8. Munhuweyi K, Lennox CL, Meitz-hopkin, JC, Caleb JO, Sigge GO, Opara UL. Investigating the effects of crab shell chitosan on fungal mycelial growth and postharvest quality attributes of pomegranate whole fruit and arils. *Scientia Horticulturae*. 2017;220:78-89.
9. Yousuf B, Srivastava AK. Flaxseed gum in combination with lemongrass essential oil as an effective edible coating for ready-to-eat pomegranate arils. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2017;104:1030-1038.
10. Pareek S, Valero D, Serrano M. Postharvest biology and technology of pomegranate. *J. Sci. Food Agric*. 2015;95:2360-2379.
11. Caleb OJ, Mahajan PV, Opara UL, Witthuhn CR. Modeling the effect of time and temperature on respiration rate of pomegranate arils (cv Acco and Herskawitz). *Journal Food Science*. 2012;77:80–87.
12. Ghidelli C, Pérez-Gago MB. Recent advances in modified atmosphere packaging and edible coatings to maintain quality of fresh-cut fruits and vegetables. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2018;58:662-679.
13. Freitas LDA, Figueirêdo VB, Porto filho FQ, Costa JC, Cunha EM. Crescimento e produção do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade e nitrogênio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2014;18:20–26.

14. COSTA, N. D. A cultura do melão. 2.ed. Brasília, DF: Embrapa Semiárido, 2017. 202p. (Coleção Plantar, 76).
15. Pereira AS et al. Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Santa Maria. Ed.UAB/NTE/UFSM. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1. Acesso 11 de agosto de 2021.
16. Finger FL., Vieira G. Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas. Viçosa: UFV, 1997. 29 p.
17. Instituto adolfo lutz. Normas Analíticas: métodos químicos e físicos para a análise de alimentos. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008.
18. Aoac. *Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists*. 18.ed. Gaithersburg, Maryland; 2005.
19. Francis FJ. Analysis of anthocyanins. In: Markakis, P. (Ed.), *Anthocyanins as food colors*. New York: Academic Press; 1982.
20. Waterhouse, A. Oxidation of wine phenolics: a critical evaluation and hypotheses. *American Journal of Enology and Viticulture*, Davis.2006;57:356-357.
21. Silva RS, Santos AF, Oliveira AS, Sousa SMF, Gomes JS, Lima MEP, Pessoa RI. Melões ‘pele de sapo’ minimamente processados sob diferentes embalagens e recobrimentos comestíveis. *Research, Society and Development*. 2021; 10:1-19.
22. Araújo VR., Shirai MA. Aplicação de revestimento comestível de quitosana em brócolis minimamente processado. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*.2017;34:354-360.
23. Alves AMA, Dos Santos AF, De Moraes EFF, Pessoa RI, Dos Santos SR. Melão ‘Cantaloupe’ minimamente processado submetido a recobrimentos comestíveis. *Research, Society and Development*.2020;9:e394972796-e394972796.
24. Chevalier RC, Silva GFA, Silva DM, Pizato S, Cortez-Veja WR. Utilização de revestimento comestível à base de quitosana para aumentar a vida útil de melão minimamente processado. *J. Bioen. Food Sci*. 2016;3:130-138.
25. Pizarro CAC, Benedetti BC, Haj-Isa NMA. Avaliação de melão minimamente processado armazenado em diferentes temperaturas e embalagens. *Food Science and Technology*.2006;26:246-252.
26. Hoehne L, Marmit LG. Métodos para a determinação de vitamina c em diferentes amostras. *Revista Destaques Acadêmicos*. 2019;11:445-459.

27. Ferrera TS, Heldwein AB, Dos Santos CO, Somavilla JC, Sautter CK. Substâncias fenólicas, flavonoides e capacidade antioxidante em erveiras sob diferentes coberturas do solo e sombreamentos. Rev. Bras. Pl. Med. 2016;18:588-596.
28. Santo SIM, Silva MA, Albuquerque TG, Costa HS. Frutas e hortícolas: análise comparativa dos seus teores em compostos fenólicos e flavonoides totais. Revista Alimentação e Nutrição.2017;15:60-63.



PRODUÇÃO ANIMAL E AMBIENTE

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-126>

Capítulo 126

ALOJAMENTO DE EQUINOS EM ESTABULAÇÃO COLETIVA: PERSPECTIVAS E DESAFIOS

Marcela de Sousa Coelho¹; Camila Raineri²

¹Estudante do Curso de Zootecnia – FAMEV – UFU; E-mail: marcela.sc@ufu.br,

²Docente do Laboratório de Estudos em Agronegócios – LEA – FAMEV – UFU. E-mail: camilaraineri@ufu.br.

RESUMO: O sistema de alojamento de cavalos em estábulos individuais é o mais utilizado devido à facilidade no momento do manejo, além da prevenção de lesões por brigas. Porém, os diferentes sistemas de alojamento disponíveis apresentam inadequações e traz vários problemas para o bem-estar psicológico e fisiológico dos cavalos, visto que são animais sociáveis e necessitam de movimentação. Tendo em vista os tipos de alojamento disponíveis para cavalos, esta revisão apresenta a estabulação coletiva de equinos e discutir os aspectos positivos e desafios desta técnica como alternativa ao alojamento individual. A literatura aponta como benefícios do sistema o estímulo para o desenvolvimento social de cavalos jovens, a redução da reatividade dos animais e por consequência melhoras do processo de treinamento, a prática de exercícios e o incentivo à ingestão de alimentos. Existem também desafios que precisam ser mais explorados, como recomendações de dimensionamento para o alojamento e de técnicas para minimizar a possibilidade da disseminação de doenças causadas pelo espaço aéreo comum e do manejo de cama. A estabulação coletiva é uma opção de alojamento capaz de melhorar o bem-estar destes animais. Isto ocorre principalmente por permitir que seus comportamentos sociais e de movimentação sejam demonstrados. Isto ocasiona também benefícios como a redução da reatividade e a melhoria do desempenho durante o treinamento. Por outro lado, questões relativas às recomendações para dimensionamento das instalações e cuidados no manejo da cama para garantir qualidade do ar devem ser considerados e aperfeiçoados para o bom funcionamento do sistema.

Palavras-chave: alojamento coletivo; bem-estar animal; comportamento; instalações zootécnicas

INTRODUÇÃO

O sistema de alojamento mais frequentemente utilizado para cavalos domésticos na atualidade é o estábulo individual, em baias que medem cerca de 9 a 13m², no qual os cavalos ficam confinados por grandes períodos do dia. Esse modelo de alojamento é usado por diversos motivos, como a prevenção de lesões por brigas e a facilidade para o proprietário ou treinador no momento do manejo (1), monitoramento da alimentação e regimes de exercícios (2,3).

No entanto, este alojamento pode estressar psicologicamente e fisicamente o cavalo, o que, se não corrigido para um manejo adequado, pode resultar rapidamente em complicações no bem-estar (2). Assim, frequentemente as condições de alojamento não atendem às necessidades naturais dos cavalos (4). A falta de interação social é considerada um fator estressor grave para esses animais, que pode levar a padrões de comportamentos estereotipados, como comportamento sexual redirecionado e a dança de urso ou tecelagem. Ademais, o isolamento social pode levar ao aumento de agressividade quando o indivíduo é posteriormente exposto a outros cavalos. Isso também foi observado em gado, com animais socialmente experientes demonstrando relações de dominação mais ágeis e menos agressivas em comparação com indivíduos sem experiência com animais estranhos (5).

Os cavalos selvagens são animais sociais, que vivem em planícies amplas e adotam a detecção precoce de predadores e a fuga como seus principais mecanismos de defesa (6). Não deveria ser surpreendente, portanto, a aversão do cavalo pelo isolamento e confinamento associados a muitos sistemas de alojamento (2). Em contraste, os métodos de criação para animais de produção, como suínos, bovinos ou aves mostram uma tendência clara para o alojamento em grupo. Esta tendência não é tão evidente na criação de cavalos, o que é incoerente dado o conhecimento de que condições de habitação inadequadas como o confinamento e a falta de contato social são causas de comprometimento do bem-estar (3).

Há três tipos principais de alojamentos para equinos, que abordaremos a seguir. Cada diferente sistema e prática de alojamento representa inconvenientes e, portanto, é necessário abordar cada sistema disponível de modo a considerar seu impacto sobre o bem-estar psicológico e fisiológico do cavalo. O alojamento moderno de equinos tende a se concentrar no fornecimento de um ambiente seguro, limpo e de baixo custo em que um animal pode ser manejado convenientemente e de uma forma econômica (2).

Como dito anteriormente, as baias individuais são a forma mais comum de alojamento usada na Europa e América do Norte, pois possibilitam que cada animal tenha seu próprio espaço e rotina de manejo de acordo com os desejos dos proprietários individuais (2). Estas baias devem ter um tamanho que possibilite que o cavalo se vire ao redor de si mesmo, deite-se e levante-se sem nenhum obstáculo (4,7). As baias que possuem tamanhos inferiores a 3 por 4 metros normalmente trazem um grande desconforto para o animal (8). Em sua maioria os tamanhos variam de 3m por 3m. Isso permite que o cavalo ande na baia, mas fornece certo grau de confinamento, que pode limitar o nível normal de movimento do animal. O isolamento social pode ser também um problema nessas baias, visto que muitas vezes são separadas por paredes de altura total. Essa separação costuma ser justificada pela necessidade de prevenir infecções cruzadas de patógenos transportados pelo ar (2).

Já os *tie-stalls* são divisórias em que os animais permanecem presos pelo cabresto. Este tipo de alojamento limita severamente os movimentos do cavalo, ficando o animal constantemente amarrado pelo cabresto com a cabeça voltada para parede, restringindo a capacidade de ver o que está acontecendo no ambiente ao seu redor. Nesse caso, alguns requisitos básicos devem ser considerados, como a largura do *tie-stall* que deve pelo menos permitir que o animal deite com as pernas estendidas, e ter espaço suficiente para comportar o cavalo dentro do estábulo e também para possibilitar um local para a cama e acesso à água (7). Além disso, o comprimento da corda deve permitir que o cavalo alcance ração e água e deite-se sem dificuldade. Uma alternativa, seria passar a corda através de um anel ou buraco, permitindo que ela seja razoavelmente esticada e o cavalo se movimente. As vantagens deste sistema incluem a redução do espaço e a velocidade resultante com que o

animal fique sujo. Porém, o nível de confinamento imposto por este sistema é causa comum de preocupação (2). Este sistema de habitação não é recomendado e deve ser eliminado gradualmente (7).

A terceira estratégia, o alojamento em confinamento em grupo, que é o foco deste estudo, apresenta menor custo e também manutenção relativamente baixa. É caracterizado por um estábulo em que no qual os animais são mantidos em grupo (2).

Outro tipo de alojamento coletivo de cavalos seria o sistema de piquetes com abrigos. Esses podem variar de um extenso piquete gramado projetado para vários cavalos (sistema de gerenciamento de campo) ou um paddock individual de areia, com área mais restrita (loteamento seco). Ambos são potencialmente econômicos e de fácil manutenção. O isolamento social é menor e o sistema de loteamento seco individual pode desviar muitos dos problemas associados ao alojamento em grupo, embora os cavalos ainda possam morder uns aos outros através de uma cerca. A limitação de movimento também é menor nesses sistemas, porém superfícies com grama podem ser favoráveis à formação de pontos de lama e umidade excessiva (2).

Tendo em vista os tipos de alojamento disponíveis para cavalos e levando em consideração o interesse crescente pelo alojamento coletivo, esta revisão objetiva apresentar as principais características do alojamento coletivo de equinos e discutir os aspectos positivos e os desafios desta técnica como alternativa ao alojamento individual.

ASPECTOS POSITIVOS DO ALOJAMENTO COLETIVO

Apesar de ser ainda escassa, a literatura sobre os efeitos do alojamento coletivo enfatiza suas vantagens não apenas sobre o bem-estar dos animais, mas também sobre sua reatividade e treinamento. Ao mesmo tempo, o interesse em manter cavalos em grupo também aumenta, porém com certa lentidão principalmente devido a receios sobre o manejo dos lotes e possíveis lesões dele decorrentes.

O alojamento coletivo de equinos é também um tema recente enquanto objeto de pesquisas e de aplicação ao campo, e muitos criadores ainda optam pelo confinamento individual (1). Isso acontece, pois a área de bem-estar de equinos é bastante vasta para pesquisas, porém enfrenta desafios devido a crenças populares e tradições. Embora os cientistas e legisladores reconheçam a necessidade de atender às necessidades emocionais dos animais, de modo a garantir uma qualidade de vida e atender ao bem-estar, essas crenças ainda podem sobrepujar as evidências científicas (9).

Pesquisas acerca do tema de alojamento coletivo de cavalos foram iniciadas devido a padrões de comportamento indesejados observados em animais alojados individualmente (7). Dentre os assuntos mais abordados nesses estudos, estão os efeitos do alojamento coletiva no comportamento de cavalos jovens durante o treinamento.

Søndergaard e Ladewig (10) verificaram os efeitos do ambiente social e do treinamento na relação humano-animal, comparando cavalos jovens com idades de 6 meses a 2 anos, alojados individualmente ou em grupos de três. Esse treinamento consistia em atividades como conduzir, amarrar, tocar e levantar os pés, de modo que o animal teria que cumprir os critérios de desempenho de cada etapa para chegar à próxima fase. Os autores observaram que os cavalos alojados em grupos precisaram de menos tempo para completar a progressão do treinamento do que os cavalos alojados individualmente em baias. Além disso, os cavalos alojados individualmente tentaram morder o treinador mais vezes durante o processo. Sendo assim, a partir das respostas dos cavalos alojados em grupo a esse método, são evidentes os benefícios de criar cavalos jovens em alojamento coletivo.

Ainda em relação ao desempenho esportivo, há algumas preocupações entre os treinadores de cavalos de que a falta de descanso em sistemas de estabulação em grupo poderia atrasar sua recuperação após o exercício e assim atrapalhar a performance. Neste sentido, o estudo realizado por Connysson et al. (11) analisou se a recuperação após exercícios semelhantes aos de competição em cavalos da raça Standardbred é afetada pelo sistema de alojamento. Os resultados demonstraram que o sistema de alojamento em grupo não retardou a recuperação desses animais e nem afetou a frequência cardíaca durante o exercício, lactato plasmático, uréia plasmática ou a concentração de proteína plasmática total, além de proporcionar efeitos positivos no apetite e na melhora do balanço energético (11).

Por serem animais de natureza social, em cavalos domésticos a falta de contato social no início da vida pode gerar consequências como o desenvolvimento de comportamento anormal, pois, quando isolados, os cavalos ficam bastante ansiosos e inseguros (7,12). Desta forma, cavalos jovens devem ser criados em grupos, pois apenas este tipo de criação oferece um estímulo de desenvolvimento importante que promove o comportamento social normal e a ingestão suficiente de alimentos e a prática de exercícios (12).

Dado que a maioria dos proprietários tende a agrupar os cavalos de acordo com o sexo, na tentativa de reduzir interações agressivas e o risco de lesões, Jørgensen et al. (5) testaram os efeitos de tal prática em lesões, interações sociais e distância individual em cavalos domésticos. A separação de animais de sexos diferentes não resultou em nenhum efeito sobre nível de agressão, espaçamento ou lesões.

Por outro lado a composição dos grupos é capaz de influenciar de forma positiva a reatividade dos animais, inclusive dos adultos. Grupos variados, de idade ou sexo mistos, parecem ser mais fáceis de manejar, pois tornam os animais menos reativos a novos objetos em seu ambiente. Do mesmo modo, cavalos mais velhos tendem a ser mais calmos, ou seja, um grupo que os mistura com animais mais jovens pode fazer com que estes se tornem menos reativos (13). Em sua revisão sobre o processo de aprendizagem em equinos, Nicol (14) relata a relação entre reatividade e facilidade em aprender, sendo que cavalos menos reativos tendem a apresentar maior sucesso em testes de aprendizagem. Esta pode ser uma das explicações para o efeito do alojamento coletivo sobre a facilidade de treinamento dos desses animais.

Já Hartmann et al. (3) se propuseram a quantificar o efeito da pré-exposição a outros indivíduos sobre o nível imediato de interações agressivas e, portanto, o risco de lesão em cavalos jovens. A hipótese era que a pré-exposição de cavalos em baias vizinhas levaria a interações menos agressivas quando o mesmo par de cavalos fosse colocado junto. Embora quase todos os cavalos se confrontassem agressivamente na mistura dos animais, nenhuma lesão foi registrada como consequência dessas interações agressivas. Além disso, a agressão tendeu a ser reduzida se os cavalos recebessem a oportunidade de se encontrar por 5 minutos em baias vizinhas antes de serem alojados juntos (3).

Desta forma, o manejo adequado de apresentação dos animais pode evitar lesões no alojamento coletivo. Além disso, é mais provável que interações agonísticas que incorram em lesões ocorram em circunstâncias em que os grupos sociais são instáveis, como pode existir em situações de prestação de serviços de alojamento, quando pode haver uma rotação frequente de animais do rebanho. No entanto, sistemas de criação podem formar lotes de animais de condições semelhantes ou de indivíduos conhecidos entre si, a fim de minimizar este risco (2).

É documentado também de que as práticas de manejo do alojamento não afetam apenas a saúde e o desempenho do cavalo, mas também podem influenciar o estresse fisiológico e psicológico (15). Yarnell et al. (1) avaliaram as respostas fisiológicas em diferentes condições de alojamento. Os animais foram divididos em quatro grupos e sujeitos a quatro tipos de tratamento de instalação. Os tipos de tratamentos no alojamento usados foram, alojamento único sem contato físico (SHNC), semi-contato em alojamento único (SHSC), contato total alojado em pares (PHFC) e contato total alojado em grupo (GHFC). No decorrer de cada alojamento, a atividade adrenal foi registrada usando análise não invasiva do metabólito da corticosterona fecal (fGC). Os autores concluíram que cavalos em alojamento SHNC, tiveram grandes concentrações de fGC e foram significativamente mais difíceis de manejar quando comparados com os outros tipos de habitação. Além disso, cavalos GHFC, apesar de não serem muito diferentes, demonstraram concentrações menores de fGC e foram mais efetivas em relação a todos os outros tipos de tratamentos. Com isso, concluiu-se que, baseados nos parâmetros fisiológicos e comportamentais que agregam o contato social, o alojamento em grupo pode favorecer o padrão de bem-estar dos cavalos domésticos.

A análise do cortisol salivar também tem sido usada para avaliar as respostas ao estresse em cavalos. Uma vez que os aumentos espontâneos ou induzidos experimentalmente nas concentrações de cortisol são relativamente pequenos para estudos de estresse, controles adequados são necessários. No estudo de Aurich et al. (16), foi analisada a concentração de cortisol salivar ao longo de seis meses em cavalos de diferentes idades, sexos, estados reprodutivos e alojamentos. Foi concluído que a transferência de cavalos do alojamento em grupo para baias individuais está associada a um aumento agudo e transitório nas concentrações de cortisol salivar. Entretanto, com a habituação dos cavalos ao seu novo estábulo, as concentrações de cortisol voltam aos valores basais em poucos dias (16). Isso sugere que os cavalos sofreram um aumento no estresse fisiológico devido à mudança no sistema de alojamento, porém foram capazes de se adaptar ao seu novo ambiente rapidamente (15).

É comprovado que o confinamento de cavalos pode induzir ao estresse e alterar o comportamento alimentar. Visto que, cavalos são frequentemente alojados em baias com presença limitada do pasto, ou são alojados em pequenas fazendas com área de cultivo que fornecem pasto inadequado, esses desafios de manejo representam graves problemas para a saúde gastrointestinal do cavalo. Isso acontece, pois esses animais possuem um estômago pequeno em relação ao tamanho do corpo e são projetados para comer muitas refeições ao longo do dia, porém em pequenas quantidades (17).

Como na estabulação em grupo os cavalos são livres para se mover e interagir não é surpreendente que, quando oferecido volumoso à vontade, os animais apresentem alocações de tempo para cada comportamento semelhantes às dos cavalos ferais (18). No trabalho de Wolford et al. (17), foi observada influência do tipo de alojamento no consumo voluntário de forragem de equinos alimentados com uma dieta rica em grãos. Os animais estabulados em grupos apresentaram ingestão voluntária de matéria seca de forragem significativamente maior que aqueles alojados em baias individuais (8,47 e 5.17 ± 0.89 kg MS/d, respectivamente).

DESAFIOS

Apesar das vantagens relacionadas à maior semelhança entre as condições da estabulação em grupo e aquelas encontradas pelos animais de vida livre, este tipo de

alojamento também apresenta alguns desafios para adoção. Segundo Waran (2), os animais normalmente não permanecem tão limpos quanto na estabulação individual, e alguns aspectos do manejo sanitário se tornam mais dependentes dos outros indivíduos do grupo. A atmosfera comum, altas densidades e a tendência a se utilizar cama sobreposta neste sistema pode aumentar o risco de disseminação de doenças, caso esta seja introduzida no rebanho. A maior preocupação no alojamento coletivo está relacionada ao risco de ferimentos causados pela impossibilidade de um indivíduo se afastar de uma interação agonística, caso a densidade do alojamento seja muito elevada. Ao selecionar os animais para o mesmo lote, deve-se ter cuidado para formar grupos compatíveis, pois cavalos doentes, feridos ou com comportamento agonístico (por exemplo, agressividade), devem ser conduzidos de acordo e a habitação coletiva pode não ser apropriada para tais indivíduos. Assim, instalações para separação temporária desses cavalos devem estar sempre disponíveis (7).

O aparelho respiratório do cavalo é bastante propenso aos efeitos da poeira e gases tóxicos, logo, altas concentrações desses gases nocivos (NH_3 , CO_2) na área onde os cavalos estão alojados podem expor esses animais ao risco de doenças respiratórias (12,19). Dessa forma, é necessário fornecer uma circulação de ar adequada. Conteúdos de poeira e microrganismos, umidade relativa do ar e concentração de gases tóxicos devem ser mantidos em uma proporção que seja inofensiva para a saúde dos cavalos. Isso é alcançado, por exemplo, em sistemas de ventilação adequados e com cuidados com a cama (12).

O tipo de cama e a retirada de esterco são critérios determinantes da qualidade do ar e higiene em instalações para equinos. Um material de cama de alta qualidade também é caracterizado por uma rápida compostabilidade quando misturado com fezes, uma boa absorção de amônia (NH_3), uma baixa geração de partículas em suspensão no ar e e por boa disponibilidade (19).

Quando os equinos são alojados em baias individuais, é comum que se remova e troque totalmente a cama da baia a cada limpeza. Já nos sistemas de estabulação coletiva há tendência de se utilizar o método da cama sobreposta, que consiste na retirada diária apenas das fezes e urina, com a subsequente adição de uma camada de material limpo por cima da cama preexistente. A remoção completa da cama sobreposta pode ocorrer a intervalos variados, inclusive algumas poucas vezes por ano. Garlipp et al (19) avaliaram as características de geração de gás (NH_3 , CH_4 , N_2O , CO_2 , H_2O) adicionado a diferentes materiais de camas em estabulações, e comprovaram que os compostos orgânicos encontrados na cama sobreposta são degradados por uma infinidade de microrganismos altamente variáveis usando nitrificação e processos de desnitrificação. A degradação microbiana pode levar à produção de gases como NH_3 , metano (CH_4), carbono dióxido (CO_2) e óxido nitroso (N_2O), que são dissipados no ar da baia e no meio ambiente. Desse modo, altas concentrações de gases nocivos (NH_3 , CO_2) na área onde os cavalos estão alojados podem aumentar o risco de problemas respiratórios (19).

A preocupação com a densidade de alojamento na estabulação coletiva está relacionada, além da qualidade do ar, às possíveis interações agonísticas entre os animais. Sabe-se que a ocorrência de comportamentos agonísticos é maior em espaços mais restritos (5), porém ainda não há consenso a respeito do dimensionamento ideal a ser adotado neste sistema de alojamento.

De acordo com as recomendações dinamarquesas, a área da baia medida em m^2 deve ser pelo menos o dobro da altura da cernelha ao quadrado, e o lado mais curto da baia deve ter pelo menos 1,5 vezes a altura na cernelha. As recomendações em outros países europeus são semelhantes. No Reino Unido, a British Horse Society recomenda um

tamanho de baia de 3,6 m por 3,6 m. Na Suécia, o Conselho de Agricultura recomenda que a área mínima para um cavalo pequeno deve ser de 8,0 m², o lado mais curto sendo 2,35 m, e para um cavalo grande 9,0 m², o mais curto lado sendo 2,5 m. Para cavalos com mais de 1,7 m na cernelha, a área em m² deve ser pelo menos 1,8 vezes a altura na cernelha ao quadrado. No entanto, todas essas recomendações são baseadas na experiência prática, em vez do que a observação sistemática do comportamento dos cavalos, particularmente seu comportamento em repouso (20). Desta forma, ainda não há consenso a respeito do dimensionamento ideal de baias individuais, assim como a respeito de alojamentos coletivos. Trabalhos como o de Burla et al. (21) demonstram que muitas vezes a própria regulamentação acerca do tema é baseada em informações empíricas, e que a área ideal para cavalos alojados em grupo pode ser maior que o recomendado atualmente.

CONCLUSÕES

A estabulação coletiva é uma opção de alojamento que, por oferecer aos equinos condições mais próximas das encontradas em condições naturais, é capaz de melhorar o bem-estar destes animais. Isto ocorre principalmente por permitir que seus comportamentos sociais e de movimentação sejam demonstrados. Isto ocasiona também benefícios como a redução da reatividade e a melhoria do desempenho durante o treinamento. Por outro lado, questões relativas às recomendações para dimensionamento das instalações e cuidados no manejo da cama para garantir qualidade do ar devem ser considerados e aperfeiçoados para o bom funcionamento do sistema.

REFERÊNCIAS

1. Yarnell K, Hall C, Royle C, Walker SL. Domesticated horses differ in their behavioural and physiological responses to isolated and group housing. *Physiol. Behav.* 2015;143:51-57.
2. Waran N. *The Welfare of Horses*. Edinburgh, Scotland, United Kingdom; 2002. 80-97 p. 1 vol.
3. Hartmann E, Christensen JW, Keeling LJ. Social interactions of unfamiliar horses during paired encounters: Effect of pre-exposure on aggression level and so risk of injury. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2009;121:214-221.
4. Rose-Meierhofer S, Klaer S, Ammon C, Brunsch R, Hoffmann G. Activity Behavior of Horses Housed in Different Open Barn Systems. *J. Equine Vet. Sci.* 2010;30(11):624-634.
5. Jørgensen GH, Borsheim L, Mejdell CM, Søndergaard E, Bøe KE. Grouping horses according to gender—Effects on aggression, spacing and injuries. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2009;120:94–99.

6. Machteld C, Spruijt BM, et al. Coping in groups of domestic horses – Review from a social and neurobiological perspective. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2012;138:194-202.
7. EU Platform on Animal Welfare. *EU Guide to Good Animal Welfare Practice for the Keeping, Care, Training and Use of Horses*; European Union: Brussels, Belgium, 2019.
8. Berto FL. Proposta de instalação para beneficiar o bem estar de cavalos estabulados [trabalho de conclusão de curso (tcc)]. [Florianópolis (SC)]: Universidade Federal de Santa Catarina; 2016. 2.4.1 Baias; p. 23-90.
9. Lesimple C. Indicators of Horse Welfare: State-of-the-Art. *Animals.* 2020;10(294):1-19.
10. Søndergaard E, Ladewig J. Group housing exerts a positive effect on the behaviour of young horses during training. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2003;(87):105–118.
11. Connysson M, Rhodin M, Jansson A. Effects of Horse Housing System on Energy Balance during Post-Exercise Recovery. *Animals.* 2019 Nov 14;9:1-9.
12. Zeeb K, Schnitzer U. Housing and training of horses according to their species-specific behaviour. *Livest. Prod. Sci.* 1997;49:181-189.
13. Keeling LJ, Bøe KE, Christensen JW, et al. Injury incidence, reactivity and ease of handling of horses kept in groups: a matched case control study in four Nordic countries. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2016;185:59-65.
14. Nicol CJ. Equine learning: progress and suggestions for future research. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2002;78:193–208.
15. Werner J, Cole K. 17 Use of hair cortisol analysis to evaluate the influence of housing conditions on long-term stress in horses. *J. Equine Vet. Sci.* 2021;100:1-1.
16. Aurich J, Wulf M, Ille N, et al. Effects of season, age, sex and housing on salivary cortisol concentrations in horses. *Domest. Anim. Endocrinol.* 2015;52:1-26.
17. Wolford AN, Coverdale JA, Leatherwood JL, et al. Influence of housing type on the cecal environment of horses. *Transl. Anim. Sci.* 2019;3:877–884

18. Kiley-Worthington, M. The Behaviour of Horses. J.A. Allen, London, UK; 1987.
19. MSc FG, Hessel PD Dr EF, Van den Weghe Prof Dr Ir HFA. Characteristics of Gas Generation (NH₃, CH₄, N₂O, CO₂, H₂O) From Horse Manure Added to Different Bedding Materials Used in Deep Litter Bedding Systems. J. Equine Vet. Sci. 2011;31:383-395.
20. Raabymagle P, Ladewig J. Lying Behavior in Horses in Relation to Box Size. J. Equine Vet. Sci. 2006;26(1):11-17.
21. Joan-Bryce Burla^{1*}, Christina Rufener^{1†}, Iris Bachmann², Lorenz Gygax³, Antonia Patt^{1†} and Edna Hillmann¹ Space Allowance of the Littered Area Affects Lying Behavior in Group-Housed Horses. Front. Vet. Sci. 2017;4.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-127>

Capítulo 127

OTIMIZAÇÃO DO BEM-ESTAR DE BOVINOS EM CONFINAMENTO

Bianca Rodrigues Domingos¹; Gabriel Santos Souza David²; Rafael Pereira da Silva³; Luiz Carlos de Oliveira Sousa²; Ellem Maria de Almeida Matos²; Ruan de Siqueira Facco¹; Yuri Cesconetto Ebani¹

¹Graduando em Zootecnia – DZO/ UFV; e-mails:

biancarodrigues.domingos@gmail.com; ruan.facco@ufv.br; yuri.ebani@ufv.br;

²Estudante de Pós-Graduação em Zootecnia – UFV; e-mails:

gabrielssdavid@yahoo.com.br; luizesousa@ufv.br; ellem.matos@ufv.br; ³Zootecnista – DCA/Unimontes; e-mail: rafaelpereir_silva@yahoo.com.br

RESUMO: O confinamento de bovinos tem sido uma técnica largamente utilizada no Brasil, uma vez que confere maiores produções por área comparado ao sistema a pasto, o que permite atender à crescente demanda por proteína animal. No entanto, normalmente, animais terminados em confinamento, são oriundos de um ambiente pastoril, logo, quando transferidos para o confinamento, podem ter o bem-estar comprometido. Esse comportamento leva à diminuição na produtividade animal, com impactos negativos no desempenho econômico do sistema. Dentre os principais fatores que comprometem o bem-estar animal nessa situação, destaca-se a transição de dietas, normalmente animais oriundos de dietas com predominância de forragem para uma dieta com maior composição de alimentos concentrados. Assim, um protocolo de adaptação deve ser efetivo para não comprometer o desempenho do animal durante o confinamento, o que acarretaria perdas econômicas consideráveis. Além disso, a indisponibilidade de espaço por baias, bem como a ausência de sombras estão entre as principais causas de comprometimento de bem-estar de animais em confinamentos. Dessa forma, torna-se imprescindível a discussão desses pontos, elencando os principais desafios que podem ser encontrados nessa fase.

Palavras-chave: acidose; estresse térmico; Nelore.

INTRODUÇÃO

A pecuária de corte é um setor de grande relevância na economia mundial, principalmente, nos países em desenvolvimento, contribuindo efetivamente para o crescimento da economia nacional (1). Nessa perspectiva, se torna imprescindível a total exploração do mérito genético dos animais, que pode ser alcançado durante o período da seca através da adoção do confinamento, ao qual possibilita melhor monitoramento da dieta comparado aos animais em pastejo, refletindo positivamente no desempenho animal.

No entanto, dentre diversas outras causas relacionadas ao comprometimento da manifestação do potencial genético do animal em plenitude, além da nutrição, destaca-se a ausência de bem-estar; embora, de acordo (2), ainda há poucos estudos, comparativamente

à nutrição, do bem-estar influenciando na resposta animal. O estresse pode ser conceituado como uma resposta biológica eliciada quando um indivíduo percebe uma ameaça à sua homeostase (3), desencadeando em alterações fisiológicas, metabólicas e comportamentais no animal (4).

O sistema de terminação de bovinos em confinamento cresceu substancialmente nos últimos anos, devido ao aumento da demanda do mercado externo por carne bovina (5). Em associação ao aumento da adoção de confinamentos, nas últimas décadas, uma tendência mundial é de redução do espaço disponível por animal nas baias, como estratégia para reduzir os custos de produção, aumentando a produtividade. A sociedade científica reagiu a essa intensificação, levando a estudos com foco no potencial impacto negativo sobre o bem-estar animal (6).

Apesar dos benefícios produtivos, os sistemas de confinamento, normalmente, envolvem a transferência dos animais da pastagem para o confinamento, resultando em mudanças na dieta e obrigando um reagrupamento social, além de aumentar a exposição a patógenos (7). Ainda, outros fatores como ocorrência de estresse térmico (8) e doenças metabólicas (9) podem ser observados com frequência em bovinos em confinamento. Essas condições constituem estressores para os animais ao longo do tempo, com potenciais efeitos negativos na ingestão de ração e função imunológica (10) e desempenho animal (11).

Com base no exposto, objetivou-se com este artigo de revisão, esclarecer os principais agentes estressores de bovinos em confinamento, de modo a minimizar situações de estresse. Esta análise foi feita considerando os cinco domínios do bem-estar animal (nutrição, saúde, ambiente, comportamento e estados mentais), que permite avaliar o bem-estar animal de forma integrada (12).

ASPECTOS DIETÉTICOS E SUAS RELAÇÕES COM O BEM-ESTAR

O sistema de confinamento permite que os bovinos apresentem bons ganhos em peso em um curto período, em função do uso de concentrados em níveis elevados. Dessa forma, há maior produção de carne/área em comparação com sistemas de pastagem extensiva (13). Não obstante, distúrbios como acidose, sendo a mais reportada em confinamentos, além de diarreia, timpanismo, abscessos hepáticos e laminite tornam-se mais comuns em dietas de confinamento (9), o que provoca comprometimento da sanidade animal, um dos cinco domínios relacionados ao bem-estar.

As bactérias mais comumente detectadas no rúmen de bovinos com acidose ruminal são *Lactobacillus* spp. e *Streptococcus bovis* (14), que produzem ácido lático, contribuindo para ocorrência de rumenite, podendo causar abscessos hepáticos, originada principalmente por *Fusobacterium necrophorum* (15). (16), avaliando a frequência de lesões ruminais e abscessos hepáticos, por meio de retrospectiva de dados, em bovinos terminados confinamento no Brasil, verificou que o índice de ocorrência de rumenites e abscessos hepáticos foi de 11,88% e 3,25%, respectivamente.

A principal ferramenta utilizada para reduzir o impacto das dietas com alto concentrado na sanidade animal e otimizar a eficiência alimentar é realizar a adaptação dos animais (17). No protocolo de adaptação em escadas, ou *step-up*, serão fornecidas dietas com níveis crescentes de concentrado, até atingir o nível desejado para a dieta de terminação (9). Em um levantamento realizado por (18) nos confinamentos brasileiros, verificou-se que, em torno, de 61% dos confinamentos utilizam este tipo de protocolo. Por sua vez, no protocolo de restrição, o animal recebe uma dieta única durante período de

confinamento, porém inicialmente há uma limitação quantitativa de fornecimento da dieta em relação ao peso corporal, realizando-se incrementos até os animais atingirem o consumo *ad libitum* estimado ao final da adaptação (19). Nesse tipo de protocolo pode ocorrer com frequência a acidose subaguda, como observado (20), que relataram que bovinos alimentados com protocolo de restrição exibiram pH menor e mais variável em relação ao protocolo *step-up*. Além disso, no protocolo de restrição a dominância entre os grupos de animais pode comprometer a sua eficiência. No entanto, (21) avaliando diferentes durações de dietas de adaptação (14 e 21 dias) e tipos de protocolos (*step-up* e restrição), observaram menor área absorviva no rúmen dos animais da restrição, porém não houve influência dos protocolos sobre o ganho médio diário (GMD), eficiência alimentar e escore de rumenite.

Algumas pesquisas foram conduzidas para avaliar os impactos de períodos mais curtos de adaptação (22; 21; 23), o que poderia aumentar o peso do abate dos animais, desde que não afete a sua sanidade. Para bovinos Nelore, sugere-se adaptação igual ou superior a 14 dias, com intuito de não provocar efeitos nocivos à saúde ruminal e otimizar o desempenho animal (21; 23; 19). (24), em estudo americano, também reportaram que os animais não devem ser adaptados em menos de 14 dias porque a falta de adaptação do epitélio ruminal e da microbiota às dietas de alta energia impacta negativamente a taxa de crescimento por meio de mudanças no comportamento alimentar. (19), avaliando períodos de adaptação de 6, 9, 14 e 21 dias em bovinos Nelore, verificaram que os animais adaptados por 6 dias apresentaram escore de rumenite mais altos do que aqueles adaptados por 21 dias no final do período de adaptação, impactando em maiores variações no consumo de matéria seca, com reflexos negativos no desempenho. Os animais com adaptação de 14 dias apresentaram maior peso de carcaça quente, bem como maior peso final, em função do maior GMD durante a fase média do confinamento. Apesar disso, (18) relataram que o período médio de adaptação nos confinamentos brasileiros é de 19,2. (25), por sua vez, em levantamento anterior, também realizado em confinamentos brasileiros, verificaram período médio de adaptação de 16,2 dias. O aumento nos dias de adaptação pode ser explicado pela evolução da participação de alimentos concentrados nas dietas de confinamentos (18), demandando maior número de dias de adaptação.

A ausência de um bom balanceamento dietético, no tocante a uma elevada relação energia: proteína, também pode provocar comprometimento do bem-estar animal, uma vez que o excesso de energia disponível em relação à disponibilidade de proteínas pode causar desconforto pela excessiva produção de calor corporal (26). Por outro lado, embora pouco comum em condições de confinamento, o excesso de disponibilidade de proteína em relação à energia disponível pode ocasionar em desconforto pela dificuldade de metabolização do excesso de compostos nitrogenados (27).

Alguns estudos evidenciam efeito positivo da inclusão de fontes lipídicas sobre as características de desempenho e respostas imunológicas dos animais durante o transporte ao confinamento e durante o confinamento (28; 29). (30), estudando a inclusão de fontes lipídicas (gordura protegida e lipídeos provenientes de coprodutos do algodão) na dieta de novilhos em período anterior ao confinamento e durante o confinamento, verificaram menores concentrações de cortisol no grupo dos animais com suplementação de lipídeos de algodão no dia do embarque, não sendo observadas diferenças ao longo do confinamento. Por outro lado, as dietas com suplementação lipídica, independente da fonte, foram efetivas em promover diminuição dos níveis sanguíneos de haptoglobina no transporte para o confinamento e durante o confinamento. A haptoglobina é uma proteína indicadora de presença de inflamação, oriunda de algum evento estressor (31). (28),

estudando os efeitos da suplementação de ácidos graxos poliinsaturados protegidos no rúmen em bovinos em crescimento após o transporte e na entrada no confinamento, observaram que os animais suplementados com gordura, apresentaram redução das concentrações de haptoglobina em ambas as condições supracitadas. De modo geral, a suplementação de lipídeos na dieta, independentemente da fonte, pode diminuir a resposta inflamatória em bovinos de corte quando submetidos a condições estressoras.

Além disso, o tipo de dieta pode comprometer a frequência respiratória dos animais. (32), analisando o perfil metabólico de bovinos confinados com dietas de diferentes densidades energéticas, verificou que a frequência respiratória do grupo controle se manteve constante ao longo do dia, ao contrário do grupo de dieta com alta energia. Animais com acidose ruminal, geralmente, apresentam, frequência respiratória aumentada de 60 a 90 movimentos por minuto (33;34). (32) também observou maiores concentrações da α 2-macroglobulina no dia 63 do confinamento no grupo de dietas com maior densidade energética. A α 2-macroglobulina é uma proteína com função inibitória da atividade das enzimas proteolíticas produzidas pelo sistema imune, minimizando os danos aos tecidos normais, num processo inflamatório.

DENSIDADE ANIMAL

O espaço disponível para os animais em confinamento constitui um dos fatores de maior impacto no bem-estar. Contudo, ainda existem poucos estudos na busca de uma definição de espaço ideal para bovinos em confinamento (35), sendo essenciais maiores avanços nesse aspecto. Existe uma grande variação nas recomendações de espaço disponível por animal em confinamentos, estando por volta de 5,5 a 150 m² / animal (36).

Em um dos poucos estudos existentes, (35) avaliando as consequências da disponibilidade de espaço por animal em confinamento sobre o bem-estar dos animais, sendo consideradas três disponibilidades de espaço, 6, 12 e 24 m²/animal, observaram que o menor espaço disponível por animal (6 m²/animal), gerou maior acúmulo de lama e de fezes nos pisos dos currais de confinamento durante o período de chuvas e maior concentração de poeira no ar durante o período de seca. Como consequência, verificaram uma maior prevalência de sinais clínicos de doenças no tratamento de 6 m² /animal, com maior ocorrência de espirros e secreções nasais no período seco nesses animais. Já no período chuvoso as frequências de tosse se elevaram de maneira mais pronunciada nos animais do menor espaço. Ainda, verificaram menores pesos das glândulas adrenais e áreas corticais medulares para bovinos do tratamento 24 m² /animal, indicando menor grau de estresse nesses animais. Em condições estressoras há maiores concentrações de ACTH, que superestimula a glândula adrenal, aumentando seu peso e área cortical (37)

Esse tipo de pesquisa sugere que animais mantidos com espaço disponível reduzido podem sofrer estresse crônico que, por sua vez, leva à imunossupressão e uma maior propensão para doenças, confirmando as evidências levantadas por (10). Ressalta-se que essas deteriorações ambientais, como acúmulo de lama e fezes e aumento da concentração de poeira no ar, também têm potencial para prejudicar o bem-estar e ocasionar problemas de saúde aos colaboradores que assistem ao confinamento (12). Os resultados supracitados são similares a outros estudos, que mostraram que a alta densidade nas baias diminui a qualidade das condições de habitação em currais de confinamento (38). Em contraste, (39), recomendou aumentar a densidade de bovinos nos currais de confinamento, como forma de reduzir a concentração de poeira no ar. (40) afirmam que a umidade do solo, a poeira do

ar e o acúmulo de lama são dependentes do tráfego de animais na superfície do curral de confinamento.

A manutenção de adequada disponibilidade de espaço para os animais nas baias, provoca efeitos positivos no desempenho econômico do sistema produtivo. Nesse sentido, (41) estudando os impactos econômicos de diferentes disponibilidades de espaço (6, 12 e 24 m²/animal) em confinamento, concluíram que os animais mantidos a 24 m²/animal resultaram em maior lucratividade e menor risco de perda financeira ao produtor comparado com aqueles mantidos com 12 ou 6 m²/animal. Observaram, ainda, que o lucro operacional obtido pela venda de cada um dos animais dos lotes mantidos com 24m²/animal foi 34,7 e 6,9% maior que aqueles obtidos com os animais confinados com 6 e 12 m²/animal, respectivamente. Esses valores são superiores ou próximos da média do lucro líquido obtido por animal na maioria dos confinamentos no Brasil.

SOMBREAMENTO

Os parâmetros climáticos têm grande influência sobre o desempenho de bovinos em clima quente (42). Como o Brasil está inserido numa região tropical, a escolha por animais *Bos taurus indicus* e seus cruzamentos, é fundamental para alcançar bons resultados dentro do sistema produtivo (43). O estresse térmico causa prejuízos em grande escala para a pecuária por gerar diminuição do consumo de ração pelos animais, reflexo da tentativa de reduzir a produção metabólica de calor. De maneira geral, eles desencadeiam mecanismos adaptativos que modificam os parâmetros fisiológicos, metabólicos, comportamentais, e realizam desvios energéticos, comprometendo, assim, o desempenho produtivo (8).

Em confinamentos de bovinos, a implementação de sombra é uma importante medida que pode ser adotada com intuito de melhorar as condições térmicas das baias (44). O sombreamento vai facilitar o processo de dissipação do calor, auxiliando na termorregulação (45). Os animais em situação de ausência de sombra apresentarão respostas fisiológicas e comportamentais ao estresse por calor, comprometendo sua produtividade (8). (46), avaliando o desempenho de bovinos de corte mestiços confinados em piquetes sem e com sombrite, observaram que o peso de saída dos animais confinados com acesso à sombra (517,53 ± 58,30 kg) foi superior aos animais que não tinham acesso ao ambiente sombreado (504,52 ± 51,01kg), sendo observada diferença significativa com superioridade de 13,01 kg para animais com sombrite.

O principal motivo do desempenho ser afetado pelo estresse térmico se reside ao fato desse evento influenciar negativamente no comportamento ingestivo dos bovinos e, por consequência, no consumo de alimentos (47). (48) observaram que o comportamento de novilhos anelados no verão e inverno foi melhorado com o uso de sistema silvipastoril comparado a um ambiente sem sombra.

Garcia (49) mostrou que animais com disponibilidade de sombra, seja ela natural ou artificial, têm maior peso final em relação à animais criados a pleno sol, considerando o mesmo período de confinamento e consumo de ração. Esse resultado foi explicado por animais com disponibilidade de sombra terem apresentado maior tempo de ruminação e descanso. Estes autores também encontraram que a sombra natural proporciona melhor desempenho quando comparada à artificial (sombrite). Por outro lado, (50) encontrou respostas positivas do sombrite e da sombra natural no consumo e digestibilidade da matéria seca, no comportamento ingestivo, na frequência respiratória e no desempenho

produtivo de bovinos Nelore em confinamento em região semiárida, em relação aos animais mantidos sem sombra.

O Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), proposto por (51), é um bom indicador do ambiente térmico em áreas abertas, podendo ser utilizado para estimativa do conforto térmico dos bovinos. (47), estudando o comportamento ingestivo de tourinhos em confinamento com e sem acesso à sombra, verificaram que as temperaturas de globo negro e de bulbo seco foram superiores no ambiente sem sombreamento

CONCLUSÕES

Necessita-se realizar mais estudos relativos aos aspectos que comprometem o bem-estar de bovinos de corte em confinamento, especialmente, no que tange à disponibilidade de espaço por baias e a presença de sombras. A correta realização dos manejos relacionados aos pontos discutidos, reflete positivamente no bem-estar e desempenho produtivo dos animais, favorecendo a permanência dos sistemas de produção de bovinos em todo o país, que têm atendido uma considerável parte da demanda por proteína animal dos países em desenvolvimento, sustentando a economia nacional.

REFERÊNCIAS

1. Thornton PK, Kruska RL, Henninger N, Kristjanson PM, Reid RS, Atieno F, et al. Mapping poverty and livestock in the developing world. International Livestock Research Institute. 2002; 1-124.
2. Von Borell E, Dobson H, Prunier A. Stress, behaviour and reproductive performance in female cattle and pigs. *Horm. Behav.* 2007; 52: 130–138.
3. Collier, RJ., Renquist, BJ., Xiao, Y. A 100-Year Review: Stress physiology including heat stress. *J. Dairy Sci.* 2017; 100: 10367–10380
4. Collier, RJ.; Gebremedhin, KG. Thermal Biology of domestic Animals. *Annu. Rev. Anim. Biosci.* 2015; 3: 513–532
5. Oliveira, CA., Millen, DD. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. *Animal Feed Science and Technology.* 2014; 197: 64–75.
6. Grandin, T. Animal welfare and society concerns finding the missing link. *Meat Science.* 2014; 98: 461–469.
7. Fell, LR., Colditz, IG., Walker, KH., Watson, DL. Associations between temperament, performance and immune function in cattle entering a commercial feedlot. *Animal Production Science.* 1999; 39: 795-802.
8. Sullivan ML, Cawdell-Smith AJ, Mader TL, Gaughan JB.. Effect of shade area on performance and welfare of short-fed feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 2011;89: 2911-

- 2925.
9. Owens FN, Secrist DS, Gill DR. 1998. Acidosis in cattle: A review. *J. Anim. Sci.* 76, 275-286.
 10. Blecha F. Immune system response to stress. In *The biology of animal stress*. ed. GP Morbeg and JA Mench). CABI Publishing, Wallingford; 2000
 11. Grandin, T. Animal welfare and society concerns finding the missing link. *Meat Science*. 2014; 98: 461–469.
 12. Paranhos da Costa MJR, Ceballos MC. Benefícios econômicos e sociais relacionados à promoção do bem-estar de bovinos leiteiros e de corte. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*. 2021; 74: 17-24.
 13. Cassiano ECO., Junior Pena F, Barros TA, Marino CT, Pacheco RDL., Ferreira F A, et al. Evaluation of liquid and powdered forms of polyclonal antibody preparation against *Streptococcus bovis* and *Fusobacterium necrophorum* in cattle adapted or not adapted to highly fermentable carbohydrate diets. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2021; 34: 74-84.
 14. Nagaraja TG, Titgemeyer EC. Ruminant acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional outlook. *J Dairy Sci*. 2007;90:17–38.
 15. Petri RM, Schwaiger T, Penner GB, Beauchemin KA, Forster RJ, McKinnon, et al. Characterization of the core rumen microbiome in cattle during transition from forage to concentrate as well as during and after an acidotic challenge. *Plos One*. 2013;8.
 16. Vechiato TAF. Estudos retrospectivos e prospectivos da presença de abscessos hepático em bovinos abatidos em um frigorífico paulista. Dissertação. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2009.
 17. Barros, TA, Cassiano ECO, Marino CT. Polyclonal antibodies as a feed additive for cattle adapted or not adapted to highly fermentable carbohydrate diets. *Journal of Applied Animal Research*. 2019; 47: 565-572.
 18. Silvestre AM, Millen DD. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2021; 50.
 19. Estevam DD, Pereira IC, Rigueiro ALN, Perdigão A, da Costa CF, Rizzieri RA, et al. Feedlot performance and rumen morphometrics of Nellore cattle adapted to

- high-concentrate diets over periods of 6, 9, 14 and 21 days. *Animal*, 2020; 14: 2298-2307.
20. Fanning K, Milton T, Klopfenstein T, Jordon DJ, Cooper R, Parrot C. Effects of rumensin level and bunk management strategy on finishing steers. *Nebraska Beef Cattle Reports*. 1999; 71: 41–44.
 21. Parra FS, Ronchesel JR, Martins CL, Perdigão A, Pereira MCS, Millen DD, Arrigoni MDB. Nellore bulls in Brazilian feedlots can be safely adapted to high-concentrate diets using 14-day restriction and step-up protocols. *Animal Production Science*. 2019; 59: 1858–1867.
 22. Perdigão A, Millen DD, Bricchi AL, Vicari DVF, Franzói MCS, Barducci RS, et al, et al. Effects of restricted vs. Step up dietary adaptation for 6 or 9 days on feedlot performance, feeding behaviour, ruminal and blood variables of Nellore cattle. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 2018; 102: 224–234.
 23. Barducci RS, Sarti LMN, Millen DD, Putarov TC, Franzói MCS, Ribeiro FA, et al. Restricted versus step-up dietary adaptation in Nellore bulls: effects over periods of 9 and 14 days on feedlot performance, feeding behaviour and rumen morphometrics. *Animal Feed Science and Technology*, 2019; 247: 222–233.
 24. Brown MS, Ponce CH, Pulikani R. Adaptation of beef cattle to high concentrate diets: performance and ruminal metabolism. *Journal of Animal Science*, 2006; 84: 25–33.
 25. Pinto ACJ, Millen DD. Nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists: the 2016 Brazilian survey. *Canadian Journal of Animal Science*, 2019; 99: 392-407.
 26. Illius AW, Jessop NS. Metabolic constraints on voluntary intake in ruminants. *J Anim Sci*, 1996;74:3052-62.
 27. Poppi DP, McLennan SR. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. *J Anim Sci*, 1995;73:278-290.
 28. Araujo DB, Cooke RF, Hansen GR, Staples CR, Arthington JD. Effects of rumen protected polyunsaturated fatty acid supplementation on performance and physiological responses of growing cattle after transportation and feedlot entry. *Journal of Animal Science*, 2010; 87:4120-4132.
 29. Cooke RF, Bohnert DW, Moriel P, Hess BW, Mills RR. Effects of polyunsaturated fatty acid supplementation on forage digestibility, performance, and physiological responses of feeder cattle. *Journal of Animal Science*, 2011; 89:3677-3689.

30. Barducci RS, Sarti LMN, Milen DD, Putarov TC, et al. Ácidos graxos no desempenho e nas respostas imunológicas de bovinos Nelore confinados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 2015; 50:499-509.
31. Tothova, C., Nagy, O. & Kovac, G. Acute phase proteins and their use in the diagnosis of diseases in ruminants : a review. *Veterinárni Medicína*, 2014; 59:163–180.
32. Martins RA. Perfil metabólico de bovinos confinados com dietas de diferentes densidades energéticas. Tese. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2020.
33. Blood DC, Herdeson JA, Radostits OM. Doenças do trato alimentar. In: *Clínica Veterinária*. 5ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1979, p.95-149
34. Ogilvie TH. *Medicina interna de grandes animais*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. 568 p.
35. Macitelli F, Braga J, Gellatly D, Paranhos da Costa, M. Reduced space in outdoor feedlot impacts beef cattle welfare. *Animal*, 2020; 14:2588-2597.
36. House HK. 2010 Housing requirements for backgrounding beef cattle. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Canada. Retrieved on 2 December 2019 from http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/beef/facts/info_housreq.htm
37. Harvey PW. Adrenocortical endocrine disruption. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 2016; 155:199–206.
38. West B. Dust palliatives for unpaved roads and beef cattle feedlots. In *A review of beneficial management practices for managing undesirable air emissions from confined feeding operations*. (ed. I Edeogu), p. 94–120, 2011. Alberta Agriculture and Rural Development, Edmonton, Alberta, Canada.
39. Gradin T. Evaluation of the welfare of cattle housed in outdoor feedlot pens. *Veterinary and Animal Science*, 2016; 1:23-28.
40. Scwartzkop-Genswein K, Stookey JM, Berg J, Campbell J, Haleu DB, Pajor R, Mckillop I. 2012. Code of practice for the care & handling of beef cattle: review of scientific research on priority issues. National Farm Animal Care Council. Retrieved on 30 November 2019
41. Montelli NLL, Macitelli F, Braga JS, Paranhos da Costa MJR. Economic impacts of space allowance per animal on beef cattle feedlot. *Semina: Ciências Agrárias*, 2019; 40: 3665-3678.
42. Silva RG. *introdução à bioclimatologia animal*. São Paulo: Nobel., 2000.

43. Pastor FM, Falçoni FMSM, Lima DV. Cruzamentos entre a raça Nelore e *Bos taurus*: um potencial para melhoria do rendimento de carcaça. PUBVET, 2017; 11(7): 723-726
44. Chiquitelli Neto M, Titto CG, Titto EAL, Costa e Silva EV, Puoli Filho JNP, Leme TMC, et al. Effect of artificial shading on performance and reproductive parameters of semi-confined young Brangus bulls. Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci, 2015; 52 (1): 68-77.
45. Barbosa OR, Silva RG. Índice de conforto térmico para ovinos. Revista Brasileira de Zootecnia, 1995; 24: 874-883.
46. Taveira RZ, Fonseca LR, Da Silveira Neto OJ, Das Graças Amaral A, De Almeida JS. Avaliação do desempenho de bovinos de corte mestiços confinados em piquetes com sombrite e sem sombrite. PUBVET, 2016; 6:Art-1369
47. Marques JA, Caldas Neto SF, Groff AM, Simonelli SM, Corasa J, Romero L, Zawadski PFA. Comportamento de bovinos mestiços em confinamento com e sem acesso à sombra durante o período de verão. Camp. Dig., 2006; 1: 54-59.
48. Baliscei MA, Barbosa OR, Souza WD, Costa MAT, Krutzmann A, Queiroz EDO. Microclimate without shade and silvopastoral system during summer and winter. Acta Sci. Anim. Sci. 2013; 35:49-5.
49. Garcia Neto S, Nascimento JWB, Matos Júnior JJJ, Leite PG, Marques JI. 2016. Parâmetros fisiológicos de bovinos confinados com diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. Foz do Iguaçu-PR.
50. Ferreira HC. Efeito de ambientes sombreados e a pleno sol na terminação de novilhos Nelore em regime de confinamento na região semiárida. Dissertação. Janaúba: Universidade Estadual de Montes Claros; 2021.
51. Buffington DE, Colazzo-Aroch A, Canton GH, Pitt D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. Trans. ASABE, 1981; 243: 711-714.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-128>

Capítulo 128

CARACTERIZAÇÃO MICROSCÓPICA DA GEOPRÓPOLIS PRODUZIDA POR MELIPONÍNEOS NO BRASIL

Natália Sêneda Martarello¹; Adriana de Oliveira Fidalgo²; Adriana Hissae Hayashi²; Cynthia Fernandes Pinto da Luz^{2*}

¹Doutoranda/Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente - Instituto de Pesquisas Ambientais - IPA/São Paulo-SP, E-mail: natalia.seneda@gmail.com; ²Pesquisador Científico do Instituto de Pesquisas Ambientais - IPA/SP. E-mails: aofidalgo@hotmail.com, drishayashi@yahoo.com.br, cyluz@yahoo.com.br. *Orientadora.

RESUMO: A geoprópolis possui potencial medicinal e vem sendo estudada devido à sua complexa composição química. O presente trabalho teve como objetivo apresentar a revisão da literatura relacionada à Palinologia da geoprópolis, buscando elucidar sobre as possíveis fontes de resinas vegetais para as espécies de abelhas sem ferrão nas cinco regiões brasileiras. A partir de palavras-chave selecionadas, foram encontrados 16 trabalhos científicos na base de dados do Google Acadêmico. O Nordeste congregou a maioria dos estudos (9), seguido pelo Sudeste (5) e Sul (2), não sendo encontrados trabalhos para as regiões Norte e Centro-Oeste. Foram indicados 27 tipos polínicos de possíveis plantas resiníferas utilizadas na geoprópolis: *Alchornea*, *Anacardium*, *Ardisia*, *Baccharis*, *Caryocar*, *Cecropia*, *Clusia*, *Dalbergia*, *Eucalyptus*, *Eupatorium*, *Garcinia*, *Hyptis*, *Machaerium*, *Malpighiaceae*, *Maytenus*, *Myrcia*, *Phyllanthus*, *Pinus*, *Platonia*, *Protium*, *Psidium*, *Schinus*, *Spondias*, *Symphonia*, *Tapirira*, *Vismia* e *Vochysia tucanorum* Mart. No geral, a geoprópolis apresenta espectro polínico de táxons com ampla distribuição no país, com *Anacardium* e *Caryocar* característicos para o Nordeste, e *Eucalyptus* e *Pinus* para o Sudeste. Conclui-se que a análise palinológica é um método eficiente para a caracterização regional da geoprópolis brasileira, podendo a certificação de origem agregar valor a este produto meliponícola.

Palavras-chave: abelha sem ferrão; grãos de pólen; Meliponinae; origens botânica e fitogeográfica; resina

INTRODUÇÃO

Os meliponíneos incluem o grupo de abelhas nativas também conhecidas como abelhas sem ferrão (1). No Brasil há um total de 244 espécies, sendo estas distribuídas em 29 gêneros (2).

As abelhas sem ferrão se utilizam de resinas coletadas de espécies vegetais como material de construção, revestimento, vedação e nas entradas dos ninhos (1,3,4). As resinas são provenientes de injúrias causadas nos troncos das árvores produtoras (3) e de secreções durante o desenvolvimento de botões foliares e florais (4). A estas substâncias as abelhas adicionam a cera secretada por elas, tornando-a moldável, além de secreções glandulares

provenientes de suas cabeças (3,4). O produto final é denominado própolis, entretanto, algumas espécies de abelhas sem ferrão podem acrescentar partículas de terra, argila e/ou barro, produzindo a geoprópolis (1,3,5–7). A geoprópolis difere da própolis produzida pela abelha europeia [*Apis mellifera* Linnaeus (1758)] quanto à composição e pela ausência de tricomas vegetais (5–7). No entanto, tricomas foram observados em amostras de geoprópolis de *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Lepeletier, 1836) (8).

Tanto a própolis quanto a geoprópolis são produzidas pelas abelhas em qualquer época do ano, conforme a disponibilidade sazonal dos recursos vegetais (9,10). Estes produtos apresentam relevante valor farmacêutico (4). Sua composição química é variável, pois depende de sua origem botânica, entomológica e geográfica (10). A identificação da origem das substâncias vegetais utilizadas na geoprópolis pode auxiliar na determinação de sua composição físico-química (11).

Própolis e geoprópolis apresentam 5% do seu peso em grãos de pólen (12). Os conjuntos dos tipos polínicos (espectros polínicos) observados nas amostras são utilizados como indicativos de suas origens fitogeográficas, já que a identificação do pólen é baseada na composição florística existente em cada local de produção (1,7,13).

A resina como recompensa floral ocorre apenas em Euphorbiaceae s.s. (as brácteas modificadas de *Dalechampia* secretam resina) e Clusiaceae s.s. (com glândulas dos estames e estaminoides que secretam óleos e exsudatos resinosos ou mesmo demais estruturas florais que apresentam canais e cavidades resiníferas em *Clusia*, *Clusiella*, *Chrysochlamys*, *Garcinia* e *Tovomitopsis*), ambas da ordem Malpighiales (14–16). A maior parte da própolis e geoprópolis é proveniente de espécies vegetais que apresentam secreções resinosas não florais (9,17). O conhecimento palinológico sobre as possíveis plantas resiníferas pode auxiliar os apicultores e meliponicultores a manejarem suas colônias de abelhas alocando-as próximo às fontes vegetais de resina, melhorando a produção (13).

A presença de pólen nas amostras de própolis e geoprópolis pode ocorrer via: a) contaminação pelo pólen atmosférico; b) contaminação pelo pólen aderido ao corpo das abelhas enquanto coletam a resina nas plantas; c) mistura da resina ao pólen das corbículas pelas abelhas coletoras; d) contaminação da resina pelo pólen estocado nas colmeias, e; e) contaminação devido à regurgitação das abelhas que pode conter pólen quando estas realizam a vedação da colmeia (18). Outra fonte de contaminação polínica vem dos solos, que podem conter pólen, sendo a Palinologia dos sedimentos de solo um relevante instrumento para as reconstituições ambientais e paleoambientais (19). Nas espécies de Clusiaceae os grãos de pólen podem contaminar diretamente os óleos e resinas florais das glândulas dos estames e, dessa forma, poderão ser observados na própolis e geoprópolis (14).

As análises microscópicas da geoprópolis consideram, além dos grãos de pólen, a presença de esporos e hifas de fungos, esporos de samambaias e licófitas, algas microscópicas, tricomas vegetais, outras estruturas anatômicas vegetais, cerdas de insetos, presença de sílica, argila, terra, amido e cera (1).

Este estudo é uma revisão da literatura acerca das análises microscópicas, especialmente as palinológicas, relacionadas à geoprópolis de abelhas nativas sem ferrão do Brasil. Os trabalhos consultados foram obtidos a partir da base de dados do Google Acadêmico, utilizando os seguintes termos de busca, isoladamente ou combinados: abelha indígena (indigenous bee), abelha nativa (native bee), abelha sem ferrão (stingless bee), análise palinológica (pollen analysis), geoprópolis (geopropolis), grãos de pólen (pollen grains), Palinologia (Palynology), pólen (pollen), própolis (propolis) e resina (resin).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE AS ANÁLISES PALINOLÓGICAS DA GEOPRÓPOLIS

Foram encontrados 16 trabalhos no Google Acadêmico relacionados às análises palinológicas de amostras de geoprópolis que se enquadraram nos termos de busca, e duas revisões bibliográficas sendo uma delas realizada por Barth & Freitas (20) e outra realizada por Freitas et al. (10). Os dados relacionaram-se a 17 táxons de abelhas nativas e quatro amostras arqueológicas de geoprópolis de abelhas nativas não identificadas da região de Januária (MG).

Os estudos foram desenvolvidos nos seguintes Estados brasileiros: Bahia, Espírito Santo, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Rio Grande do Norte e São Paulo.

Foram identificados cinco tipos de métodos de preparação das amostras [(7,21), (22), (23), (24), e (25) com modificações (26)]. No entanto, verificou-se que os métodos de Matos et al. (22) e Souza (24) são muito similares aos apresentados primeiramente por Barth (21) e Barth & Luz (7), porém sem o uso da tamisação com malha de 0,3 mm para observação das estruturas vegetais e tricomas e sem aplicação do banho de ultrassom para desagregação de partículas. Já os métodos de Alvarado & Delgado (25) e Novais et al. (26) são para grãos de pólen coletados diretamente das abelhas ou estocados nos ninhos e não especificamente para desagregação do pólen do material resinoso. O método que mais se distinguiu do comumente utilizado em Palinologia consistiu na obtenção de extratos etanólicos pela filtragem e concentração da geoprópolis a partir do uso de um evaporador rotativo (36 °C) (23).

Os trabalhos de Freitas & Barth (6) e Freitas et al. (27), assim como os de Barth et al. (28) e Freitas (29), publicados em periódicos distintos, apresentaram resultados repetidos das mesmas amostras, e dessa forma foram descritos em conjunto.

O único estudo realizado na região Norte do país (30) não envolveu diretamente a análise palinológica da geoprópolis, mas indicou *Vismia* (Hypericaceae) como possível fonte resinífera para a sua produção em Manaus (AM).

A Tabela 1 apresenta os resultados dos trabalhos consultados com relação às classes de frequência de pólen dominante, acessório e isolado (importante e ocasional), sendo este último indicado apenas quando os autores apresentaram os tipos polínicos de possíveis espécies resiníferas (incluindo suas frequências).

Tabela 1 – Estudos publicados sobre a Palinologia da geoprópolis produzida por abelhas sem ferrão brasileiras. (*) Trabalho com apresentação dos dados não individualizados por espécie de abelha. (**) Trabalho sem valores de frequência de todos os tipos polínicos. Tipos polínicos sublinhados são provenientes de espécies resiníferas. (---) Sem indicação ou não continha grãos de pólen.

Região/Táxon de abelha	Origem	Tipos polínicos dominantes (PD > 45%), acessórios (PA de 15 a 45%), isolados (PI) [isolados importantes (PIi de 3 a 15%); isolados ocasionais (PIo < 3%)].
------------------------	--------	--

Nordeste

<p><i>Melipona flavolineata</i> (Friese, 1900); <i>Melipona (Melikerria) fasciculata</i> (Smith, 1854); <i>Melipona (Michmelia) seminigra</i> (Friese, 1903); <i>Melipona subnitida</i> (Ducke, 1910) <i>Melipona mandacaia</i> (Smith, 1863)</p>	<p>Santa Luzia do Paruá (MA)</p> <p>Juazeiro (BA)</p> <p>Petrolina (PE)</p> <p>Barreirinhas (MA)</p>	<p>(PD) <i>Bowdichia</i>, <i>Machaerium</i>, <i>Mauritia</i>, <i>Omphalea</i>, <i>Picramnia</i> (exclusivo de <i>M. fasciculata</i>), <i>Sclerolobium</i>, <i>Senna</i> 1, <i>Vernonia</i> 1; (PD/PA/PIi) <i>Protium leptostachyum</i> Cuatrec.; (PD/PIi) <i>Ardisia</i>; (PD/PIi/PIo) <i>Anacardium</i>; (PD/PIo) <i>Clusia</i> (gameleira), <i>Clusia grandiflora</i> Splitg., <i>Hyptis</i>; (PD/PIi/PIo) <i>Myrcia/Psidium</i>, <i>Symphonia globulifera</i> L.f.; (PIi/PIo) <i>Tapirira</i> (pau-pombo), <i>Vismia</i>; (PIo) <i>Baccharis</i> (alecrim-do-campo, vassourinha), <i>Caryocar</i> (pequi), <i>Eucalyptus</i>, <i>Eupatorium</i>, <i>Platonia insignis</i> Mart. (bacurizeiro), <i>Spondias</i> (31) *</p> <p>(PA) <i>Chamaecrista</i>, Myrtaceae, <i>Poincianella</i>, <i>Senna</i>; (PD) <i>Malpighia</i>, <i>Senna</i> (32)</p> <p>(PA) Indeterminado 3, <i>Mimosa</i>, Poaceae, <i>Poincianella</i>, <i>Senna</i> (32)</p> <p>(PA) <i>Bauhinia</i> (pata-de-vaca), <i>Erechtites</i>, <i>Eupatorium</i>, <i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth. (jamari), <i>Mimosa pudica</i> L. (sensitiva); (PD) <i>Chamaecrista</i>, <i>Mimosa caesalpinifolia</i>, <i>Mimosa pudica</i>; (PD/PIi/PIo) <i>Psidium/Myrcia</i>; (PIi) <i>Eucalyptus</i>, <i>Hyptis</i> (17)</p> <p>(PA) <i>Banara guianensis</i> Aubl., <i>Chamaecrista hispidula</i> (Vahl) H.S.Irwin & Barneby, <i>Guarea</i>, <i>Ipomoea</i> (salsa), <i>Machaerium</i>, <i>Mauritia</i> (buriti), <i>Miconia/Tibouchina</i>, <i>Mimosa caesalpinifolia</i>, <i>Mimosa pudica</i>, <i>Senna</i>; (PD) <i>Bauhinia reflexa</i> Schery (pata-de-vaca), <i>Chamaecrista hispidula</i>, <i>Lafoensia</i> 2, <i>Machaerium</i>, <i>Mauritia</i>, <i>Ouratea microdonta</i> (Dalzell) Engl. (barbatimão); (PD/PIo) <i>Dalbergia</i> (rabo-de-bugio); (PIi) <i>Eucalyptus</i>; (PIi/PIo) <i>Psidium/Myrcia</i>, <i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy; (PIo) <i>Alchornea</i>, <i>Ardisia</i> (ardísia), <i>Caryocar</i>, <i>Eucalyptus</i>, <i>Eupatorium</i>, <i>Hyptis</i> (13)</p>
	<p>Belágua (MA)</p>	<p>(PA) Arecaceae, <i>Chamaecrista</i>, <i>Combretum</i>/Melastomataceae, <i>Solanum</i> (jurubeba); (PA/PIi/PIo) <i>Psidium/Myrcia</i>; (PA/PIo) <i>Ardisia</i>; (PD/PIi/PIo) <i>Protium</i></p>

	Palmeirândia (MA)	(breu-branco, amesclão, almécega); (PI) <u>Dalbergia</u> ; (PIo) <u>Eucalyptus</u> , <u>Eupatorium</u> , <u>Pinus</u> (pinheiro) (17) (PA/PD) <u>Mimosa caesalpiniiifolia</u> ; (PD) <u>Mimosa pudica</u> ; (PIi) <u>Eucalyptus</u> , <u>Eupatorium</u> (17)
		(PA) <u>Borreria verticillata</u> (L.) G.Mey., <u>Chamaecrista hispidula</u> , <u>Martinella</u> , <u>Mauritia</u> , <u>Mimosa caesalpiniiifolia</u> , <u>Mouriri</u> , <u>Neptunia</u> (tripa-de-vaca), <u>Polygonum</u> , <u>Senna</u> ; (PA/PD) <u>Machaerium</u> , <u>Mimosa pudica</u> ; (PA/PIi/PIo) <u>Vismia guianensis</u> ; (PD) <u>Adenocalymma inundatum</u> Mart. ex DC.; (PD/PIo) <u>Caryocar</u> ; (PIi/PIo) <u>Eucalyptus</u> ; (PIo) <u>Alchornea</u> , <u>Ardisia</u> , <u>Eupatorium</u> , <u>Hyptis</u> , <u>Protium</u> , <u>Psidium/Myrcia</u> , <u>Schinus</u> (aroeira) (13)
<i>Melipona scutellaris</i> (Latreille, 1811)	Entre Rios (BA)	(PA) <u>Myrcia</u> 1, <u>Myrcia</u> 2, Poaceae; (PA/PIo) <u>Protium heptaphyllum</u> (Aubl.) Marchand; (PD/PA) <u>Eucalyptus</u> , <u>Miconia</u> , <u>Mimosa pudica</u> ; (PIi/PIo) <u>Cecropia</u> (embaúba), <u>Schinus terebinthifolia</u> Raddi; (PIo) <u>Maytenus</u> , <u>Phyllanthus</u> , <u>Spondias tuberosa</u> Arruda (33)
<i>Melipona subnitida</i> (Ducke, 1910)	Mossoró (RN) Sousa (PB) Vieirópolis (PB)	(PA) Euphorbiaceae, Ulmaceae; (PD) Leguminosae/Mimosoideae (23) (PD) <u>Senna</u> ; (PI) <u>Astronium</u> , <u>Piptadenia moniliformis</u> Benth. (24) (PA) <u>Chamaecrista</u> , <u>Myrcia</u> , <u>Poincianella</u> , <u>Senna</u> ; (PD) Malpighiaceae, <u>Senna</u> (34)
<i>Scaptotrigona</i> aff. <i>postica</i> (Latreille, 1807)	Barra do Corda (MA)	(PA) <u>Anadenanthera</u> , <u>Borreria verticillata</u> , <u>Mimosa caesalpiniiifolia</u> (35)
Sudeste		
<i>Frieseomelitta varia</i> (Lepeletier, 1836)	Ribeirão Preto (SP)	--- (5)
<i>Lestrimelitta limao</i> (Smith, 1863)		(PA) <u>Eucalyptus</u> (5)
<i>Melipona</i> cf. <i>lavora orbygnii</i>	Estado de Minas Gerais	--- (7)
<i>Melipona</i> (<i>Melipona</i>) <i>quadrifasciata anthidioides</i> (Lepeletier, 1836)	Mogi-Guaçu (SP)	(PA) <u>Eucalyptus</u> , Melastomataceae/Combretaceae, <u>Pinus</u> (9)

		<u><i>Alchornea</i>, <i>Dalbergia</i>, <i>Garcinia</i>, <i>Hyptis</i>, <i>Machaerium</i>, <i>Malpighiaceae</i>, <i>Protium</i>, <i>Tapirira</i>, <i>Vochysia tucanorum</i> Mart. (9) **</u>
<i>Melipona quadrifasciata</i> (Lepeletier, 1836)	Estado do Espírito Santo Ribeirão Preto (SP)	(PA) <i>Combretum</i> /Melastomataceae, <i>Myrcia</i> (7) (PA) <i>Mimosa scabrella</i> Benth. (dormideira) (5)
<i>Nannotrigona testaceicornis</i> (Lepeletier, 1836)	Estado de São Paulo Ribeirão Preto (SP)	(PD) <i>Eucalyptus</i> (7) (PA) <i>Eucalyptus</i> , <i>Piper</i> (5)
Não especificado: Amostra 1	Vale do Rio Peruaçu, Januária (MG)	(PA) <i>Myrcia</i> ; (PD) <i>Mimosa verrucosa</i> Benth. (28,29)
Não especificado: Amostra 2		(PD) <i>Spondias</i> (28,29)
Não especificado: Amostra 3		(PA) <i>Astronium</i> (aroeira), <i>Arecaceae</i> (28,29)
Não especificado: Amostra 4		--- (28,29)
<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)	Estado de Minas Gerais Ribeirão Preto (SP)	(PA/PD) <i>Schinus</i> (7) (PA) <i>Cecropia</i> (5)
<i>Trigona cf. unguolata</i>	Estado de São Paulo	(PA) <i>Eucalyptus</i> , <i>Schinus</i> (7)
<i>Trigona recursa</i> (Smith, 1863)	Ribeirão Preto (SP)	--- (7) (PD) <i>Eucalyptus</i> (5)
Sul		
<i>Melipona mondury</i> (Smith, 1863)	Potinga (PR)	(PD) Melastomataceae (6,27)
<i>Melipona quadrifasciata</i> (Lepeletier, 1836)	Tagaçaba (PR)	(PD) Melastomataceae (6,27)
<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)	Antonina (PR) Tagaçaba (PR)	(PA) <i>Cecropia</i> , Indeterminado (6,27) (PA) <i>Arecaceae</i> , <i>Cecropia</i> (6,27)

Fonte: Adaptado a partir das bibliografias consultadas que seguem entre parênteses e em algarismos arábicos.

A GEOPRÓPOLIS NA REGIÃO NORDESTE

Na região de Santa Luzia do Paruá (MA) foram realizadas análises palinológicas em amostras de geoprópolis de *Melipona fasciculata*, *M. seminigra*, *M. flavolineata* e *M. subnitida* de um meliponário localizado em área de floresta amazonense (31). As amostras variaram de coloração do preto ao marrom, sendo as mais flexíveis e maleáveis as de *M. subnitida* e *M. seminigra*, enquanto as de *M. flavolineata* e *M. fasciculata* foram as mais rígidas e com maior quantidade de areia e argila. Foi comum a observação de fuligem, material orgânico amorfo, grãos de areia e partículas de solo, hifas e esporos de fungos, e

presença de estruturas vegetais. As amostras não apresentaram tricomas vegetais. No total foram observados 148 tipos polínicos, pertencentes a 49 famílias e 108 gêneros, e dois tipos não identificados. A riqueza polínica foi maior em *Melipona sunitida* (107 tipos), seguida de *M. flavolineata* (98 tipos), *M. seminigra* (93 tipos) e *M. fasciculata* (64 tipos). Predominaram os tipos polínicos das árvores/arbustos como *Anacardium* (caju), *Ardisia* (ardísia), *Mauritia*, *Omphalea*, *Picramnia*, *Protium leptostachyum* (breu-branco), *Symphonia globulifera* (guanandi) e diversas Fabaceae, dentre outros. Ao longo do ano alguns tipos de pólen da geoprópolis foram restritos a apenas uma espécie de abelha. Foram indicadas possíveis plantas fornecedoras de resinas (Tabela 1) (31).

Em Juazeiro (BA) e Petrolina (PE), nove amostras de geoprópolis de *Melipona mandacaia* foram analisadas (32). Foram identificados 25 tipos polínicos pertencentes a 15 famílias, com cinco considerados indeterminados. Predominou o pólen de arbóreas/arbustivas de Fabaceae e Malpighiaceae (Tabela 1), relativamente comuns na Caatinga. *Mimosa pudica* foi considerada como possível fonte de resina a partir de inferência de outro trabalho realizado com *Apis mellifera*, indicando que os tipos de pólen em baixa frequência podem representar espécies resiníferas (32).

Estudos realizados com a geoprópolis de *Melipona fasciculata* nas regiões de Barreirinhas, Belágua e Palmeirândia (MA) (17) revelaram que as amostras apresentaram coloração variando do preto ao marrom e aspecto rígido, muitas das quais continham grande quantidade de areia e partículas de minerais amorfos de solo, sem apresentarem tricomas vegetais. Várias possíveis fontes de resina foram indicadas pelo trabalho (Tabela 1). Nas quatro amostras, coletadas em agosto de 2011 na região de Palmeirândia com campos e várzeas periodicamente inundadas, predominaram os tipos polínicos herbáceos/subarbustivos e arbóreos/arbustivos de duas espécies de *Mimosa*. Já nas quatro amostras, coletadas na mesma época em Barreirinhas com vegetação de Cerrado, predominaram além das *Mimosa* citadas, o pólen das fabáceas arbóreas/arbustivas, assim como o de diversas espécies de asteráceas que se incluem no tipo polínico *Erechtites*. Em Belágua, a vegetação é de restinga, e os principais tipos polínicos das oito amostras também coletadas em agosto de 2011 foram de espécies arbóreas/arbustivas, palmeiras e *Solanum* (jurubeba) (17).

Demais análises palinológicas, em outras amostras de *M. fasciculata*, também foram realizadas nas regiões de Barreirinhas e Palmeirândia (13). Alguns tipos polínicos predominantes foram os mesmos observados anteriormente, mas houve maior riqueza polínica, já que o número de amostras foi maior, sendo 120, e o período de coleta mais extenso (agosto de 2011 a julho de 2012). Houve semelhança entre as amostras de ambos os locais, indicando floração simultânea. Foram identificados tipos polínicos exclusivos para cada região, conforme a época do ano, e possíveis fontes resiníferas foram apontadas (Tabela 1) (13).

Na região de Entre Rios (BA) foram avaliadas amostras de geoprópolis de duas colônias de *Melipona scutellaris* (33). Foram observados 75 tipos polínicos, com 59 pertencentes a 28 famílias, destacando-se Fabaceae e Rubiaceae. Houve semelhança dos espectros polínicos entre as duas colônias analisadas, aspecto este atribuído à proximidade entre elas. Entre os tipos polínicos identificados o hábito mais frequente da planta-fonte foi o arbóreo, seguido do arbustivo, herbáceo, liana e trepadeiras. Foram indicadas para essas abelhas algumas espécies fornecedoras de resina (Tabela 1), assim como de óleo [*Angelonia*, *Byrsonima sericea* DC. (murici-do-brejo), *Ficus hirsuta* Schott, *Stigmaphyllon blanchetii* C.E.Anderson] (33).

No município de Mossoró (RN) foi realizado um estudo com seis amostras de geoprópolis de *Melipona subnitida* (23). O pólen de Leguminosae/Mimosoideae predominou dentre outros com menor frequência (Tabela 1), não houve indicação de possível fonte resinífera das amostras, entretanto sugeriu-se que muito provavelmente as abelhas sem ferrão coletaram resina de uma mesma espécie de planta (23).

Em Sousa (PB) também foi estudada a geoprópolis de *Melipona subnitida*, revelando 14 tipos polínicos, com predomínio da arbórea/arbustiva *Senna* (Tabela 1) (24). Não houve indicação de possíveis fontes de resina pelos tipos polínicos observados, mas pelas leituras em espectrofotômetro de UV de FA2 foi identificada uma substância isolada anteriormente em *Eucalyptus maculata* Hook. e *E. citriodora* Hook., apesar de não ter sido observado pólen dessas espécies nas amostras (24). A geoprópolis da mesma espécie de abelha foi estudada em Vieirópolis (PB) com oito amostras analisadas (34). Foram identificados 22 tipos polínicos sendo predominantes os de Fabaceae e Malpighiaceae. Não foram indicadas possíveis fontes de resinas (Tabela 1), entretanto houve indicação de diversas espécies da região com esse potencial, como *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan., *Hadroanthus impetiginosus* (Mart. & DC) Mattos, *Jathropha mollissima* (Pohl) Ball. e *Myracrodruon urundeuva* Allemão (34).

Em Barra do Corda (MA), nas amostras de geoprópolis da abelha *Scaptotrigona* aff. *postica* de quatro colônias localizadas em área de pastagens com vegetação de Cerrado e Floresta Estacional degradada pela ocupação humana, foram observados 94 tipos polínicos, pertencentes a 35 famílias. Houve a predominância do pólen de fabáceas e da erva daninha *Borreria verticillata*, que invade áreas de cultivo agrícola (Tabela 1). Não foram indicadas as possíveis espécies fornecedoras de resina e também não foi realizada a análise dos demais elementos microscópicos que compunham a geoprópolis (35).

A GEOPRÓPOLIS NA REGIÃO SUDESTE

Em Ribeirão Preto (SP) foram analisadas seis amostras de geoprópolis da entrada de ninhos de *Frieseomelitta varia*, *Lestrimelitta limao*, *Melipona quadrifasciata*, *Nannotrigona testaceicornis*, *Tetragonisca angustula* e *Trigona recursa* (5). A coloração das amostras variou de preta, cinza, marrom-avermelhada e marrom-escura, com aspecto rígido e quebradiço à pegajoso e maleável, dependendo da espécie de abelha, mas sempre apresentando material orgânico, fuligem e esporos e hifas de fungos, e ausência de tricomas vegetais. Não foram indicadas possíveis espécies resiníferas, mas as características ambientais foram reveladas pelo reconhecimento de 21 tipos de pólen no total, incluindo várias plantas exóticas e cultivadas. Foi ressaltada a dominância do pólen de *Eucalyptus* em várias amostras e a constante presença de *Anadenanthera*, Poaceae e de várias Asteraceae, com diferentes valores percentuais (Tabela 1) (5).

Dez amostras de geoprópolis de *Melipona quadrifasciata*, *M. cf. lavora orbygnii*, *Tetragonisca angustula* e *Trigona cf. ungulata* provenientes de municípios não identificados de três Estados do Sudeste foram analisadas (7). Todas as amostras apresentaram material orgânico, partículas minerais amorfas e cristais incolores de areia. Duas amostras não continham pólen, mas foram observadas drusas vegetais e hifas e esporos de fungos. Somente a amostra de *T. angustula* de São Paulo apresentou tricomas vegetais, sendo por isso considerada como possível problema de rotulagem, e sua origem relacionada à própolis de *A. mellifera*. Foram observados 64 tipos polínicos e, destes, 22 ocorreram em frequências acima de 3%. Como resultados, no geral, as amostras de São Paulo apresentaram alta frequência de pólen de *Eucalyptus* e *Schinus*, no Espírito Santo

predominaram *Combretum*/Melastomataceae e *Myrcia*, enquanto em Minas Gerais predominou *Schinus* (Tabela 1). A amostra proveniente de *Trigona* cf. *ungulata* foi considerada a mais heterogênea (7).

No trabalho realizado na Reserva Biológica de Mogi-Guaçu (SP) a geoprópolis de *Melipona quadrifasciata anthidioides* foi caracterizada mensalmente de janeiro a agosto de 2015 e 2016 (9). Foi identificado um total de 75 tipos polínicos, nove esporos de samambaias, um tipo de esporo de briófitas, um tipo de alga e fungos diversos. Não houve pólen na categoria dominante, mas *Eucalyptus* apresentou frequências entre 16 e 45% (pólen acessório) em janeiro, abril a maio, e julho a agosto, enquanto Melastomataceae/Combretaceae foi pólen acessório de janeiro a julho e *Pinus* em março e agosto. Demais tipos polínicos encontrados foram categorizados como pólen isolado importante e pólen isolado ocasional, dentre eles *Bidens* (niger), *Citrus* (laranjeira) e *Solanum* (tomate), todos provenientes das áreas de cultivo do entorno. Foram indicadas várias espécies do local com potencial resinífero para a geoprópolis (Tabela 1) (9). Em um estudo complementar dessas mesmas amostras de geoprópolis (36) foi indicado o potencial efeito antioxidante, citando os tipos de pólen predominantes. Contradizendo a literatura disponível, a geoprópolis produzida por *Melipona quadrifasciata anthidioides* no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo (SP), continha tricomas tectores e glandulares, cuja ausência é considerada uma das características que a diferenciaria da própolis produzida por *Apis mellifera* (8).

No Vale do Rio Peruaçu, Januária (MG), estudos caracterizaram quatro amostras arqueológicas de geoprópolis de abelhas nativas não identificadas (28,29). As amostras se referem ao período anterior ao descobrimento do Brasil e da introdução da abelha europeia *Apis mellifera* no país. Foram caracterizados: fragmentos de própolis encontrados nas escavações; material esférico (cerca de 10 cm) encontrado em um sepultamento e atribuído à manipulação humana para diversas finalidades; fragmento de própolis de um virote, no qual possivelmente era utilizado como fixador para aderir a ponta da seta e; fragmento de própolis de um machado, atribuído à fixação da pedra ao cabo. Continham grãos de areia, mas os tricomas vegetais e material orgânico estavam ausentes. No total de 38 tipos polínicos observados prevaleceu o pólen das Anacardiaceae, Fabaceae, Myrtaceae e palmeiras (Tabela 1). A distinção entre a vegetação da área atual e a do passado foi revelada pela análise destas amostras, evidenciando uma possível coleta humana da geoprópolis a partir de diferentes fontes e regiões (28,29).

A GEOPRÓPOLIS NA REGIÃO SUL

Os únicos trabalhos para a região Sul caracterizaram duas amostras de *Tetragonisca angustula*, uma de *Melipona quadrifasciata* e uma de *M. mondury* coletadas nas cidades de Antonina, Potinga e Tagaçaba (PR) (6,27). As amostras apresentaram hifas e esporos de fungos, areia e argila, material orgânico amorfo e restos de resina que resistiram à preparação com os reagentes. Foi observado um total de 10 tipos polínicos, sendo os mais frequentes Arecaceae, *Cecropia* e Melastomataceae (Tabela 1) (6,27).

CONCLUSÕES

A região Nordeste foi a que apresentou maior número de estudos de caracterização palinológica da geoprópolis do Brasil, seguida, respectivamente, pelo Sudeste e Sul. Não foram encontrados trabalhos para a região Norte e Centro-Oeste. Os estudos mostraram

que os espectros polínicos da geoprópolis dos meliponíneos são muito extensos, sendo a maioria proveniente de gêneros de plantas com ampla distribuição no país.

Nos trabalhos consultados foram indicados 27 tipos polínicos de possíveis plantas resiníferas utilizadas na geoprópolis. O alto percentual de tipos polínicos dessas plantas pode ser considerado indicador da origem botânica das resinas, assim como caracterizador de determinada região, como no caso de *Anacardium* e *Caryocar* no Nordeste e de *Eucalyptus* e *Pinus* no Sudeste. Além disso, ressaltou-se em vários trabalhos que para o reconhecimento da origem botânica das resinas utilizadas na geoprópolis e, para a caracterização fitogeográfica das amostras, deve-se levar em consideração a ocorrência mesmo em baixa quantidade de grãos de pólen de espécies resiníferas e daqueles exclusivos para cada localidade. No entanto, mais pesquisas são necessárias para ampliar os dados das possíveis espécies fornecedores de resina e para a certificação fitogeográfica da geoprópolis brasileira.

Um ponto a ser ressaltado tem relação com a ausência de tricomas na geoprópolis, que foi considerada por alguns autores como um dos parâmetros que a diferenciaria da própolis produzida por *Apis mellifera*, entretanto um dos trabalhos indicou a ocorrência de tricomas na geoprópolis de *Melipona quadrifasciata anthidioides*. Os dados levantados também apontaram que é comum observar partículas minerais no produto.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de Doutorado para NS Martarello (Processo 141157/2019-4) e bolsa de Produtividade em Pesquisa para CFP Luz (Processo 304271/2019-5) e ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente do Instituto de Pesquisas Ambientais pelo apoio administrativo e técnico-científico.

REFERÊNCIAS

1. Barth OM. Melissopalynology in Brazil: A review of pollen analysis of honeys, propolis and pollen loads of bees. *Sci Agric*. 2004;61(3):342–50.
2. Pedro SRM. The stingless bee fauna in Brazil (Hymenoptera: Apidae). *Sociobiology*. 2014;61(4):348–54.
3. Nogueira-Neto P. Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão. São Paulo: Nogueirapis; 1997. 445 p.
4. Barth OM, Dutra VML, Justo RL. Análise polínica de algumas amostras de própolis do Brasil meridional. *Cienc Rural*. 1999;29(4):663–7.
5. Barth OM. Palynological analysis of geopropolis samples obtained from six species of Meliponinae in the Campus of the Universidade de Ribeirão Preto, USP, Brazil. *Apiacta*. 2006;41:71–85.
6. Barth OM, Freitas A da S de. Palynology as a tool to distinguish between propolis and geopropolis: Southern Brazilian samples. *Open Access Libr J*. 2015;2:e2217.

7. Barth OM, Luz CFP da. Palynological analysis of Brazilian geopropolis sediments. *Grana*. 2003;42(2):121–7.
8. Martarello NS, Luz CFP da, Fidalgo A de O, Hayashi AH. Anatomia de fragmentos vegetais encontrados na geoprópolis de *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Hymenoptera: Apidae, Meliponinae). In: Anais da 27a Reunião Anual do Instituto de Botânica. São Paulo, SP; 2020. p. 48.
9. Luz CFP da, Silva LKM da, Torres LMB, Fidalgo A de O. Avaliação palinológica da geoprópolis produzida de janeiro a agosto por *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier 1836 em Mogi Guaçu, São Paulo. In: Anais da 24a Reunião Anual do Instituto de Botânica. 2017. p. 8–11.
11. Freitas AS, Vit P, Barth OM. Pollen analysis of geopropolis and propolis from stingless bees. In: Vit P, Roubik DW, editors. Stingless bees process honey and pollen in cerumen pots. Mérida: Universidad de Los Andes; 2013.
12. Bankova V, Castro S de, Marcucci M. Propolis: recent advances in chemistry and plant origin. *Apidologie*. 2000;31(1):3–15.
13. Barth-Schatzmayr OM. A utilização do pólen na interpretação da flora apícola [Internet]. 2012 [acesso em 2021 Jul 29]. Disponível em: <https://www.brasileiros-na-alemanha.com/portal/index.php/artigos/118-ciencia-e-tecnologia/641-a-utilizacao-do-polen-na-interpretacao-da-flora-apicola-641>
14. Ribeiro MHM, Albuquerque PMC de, Luz CFP da. Pollen profile of geopropolis samples collected of “Tiúba” (*Melipona (Melikerria) fasciculata* Smith 1854) in areas of Cerrado and flooded fields in the state of Maranhão, Brazil. *Braz J Bot*. 2016;39(3):895–912.
15. Armbruster WS. The role of resin in angiosperm pollination: Ecological and chemical considerations. *Am J Bot*. 1984;71(8):1149–60.
16. Leal DO, Malafaia C, Cesar R, Pimentel RR, Santiago-Fernandes LDR, Lima HA, et al. Floral structure of *Garcinia brasiliensis* in relation to flower biology and evolution. *Int J Plant Sci*. 2012;173(2):172–83.
17. Bittrich V, Amaral M do CE, Machado SMF, Marsaioli AJ. Floral resin of *Tovomitopsis saldanhae* (Guttiferae) and 7-epi-nemorosone: Structural revision. *Z Naturforsch*. 2003;58c:643–8.
18. Barros MHMR, Luz CFP da, Albuquerque PMC de. Pollen analysis of geopropolis of *Melipona (Melikerria) fasciculata* Smith, 1854 (Meliponini, Apidae, Hymenoptera) in areas of Restinga, Cerrado and flooded fields in the state of Maranhão, Brazil. *Grana*. 2013;52(2):81–92.
19. d’Albore GR. L’origine géographique de la propolis. *Apidologie*. 1979;10(3):241–67.

20. Scherer C, Lorscheitter ML. Pólen de gimnospermas e angiospermas em sedimentos quaternários de duas matas com Araucária, planalto leste do Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Bot Bras.* 2009;23(3):681–96.
21. Barth OM, Freitas A da S de. Análise palinológica de geoprópolis do Brasil, da Bolívia e Venezuela: uma revisão. *Magistra.* 2015;27(2):253–8.
22. Barth OM. Pollen analysis of Brazilian propolis. *Grana.* 1998;37(2):97–101.
23. Matos VR, Alencar SM, Santos FAR. Pollen types and levels of total phenolic compounds in propolis produced by *Apis mellifera* L. (Apidae) in an area of the semiarid region of Bahia, Brazil. *An Acad Bras Cienc.* 2014;86(1):407–18.
24. Sousa-Fontoura DMN, Olinda RG, Viana GA, Costa KM de FM, Batista JS, Serrano RMOT, et al. Wound healing activity and chemical composition of geopropolis from *Melipona subnitida*. *Rev Bras Farm.* 2020;30:367–73.
25. Souza SA de. Estudo químico e avaliação da atividade antioxidante da geoprópolis da abelha sem ferrão jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) [dissertação]. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2012.
26. Alvarado JL, Delgado MD. Flora apícola en Uxpanapa, Vera Cruz, México. *Biotica.* 1985;10:257–75.
27. Novais JS, Lima LCL, Santos FAR. Botanical affinity of pollen harvested by *Apis mellifera* L. in a semi-arid area from Bahia, Brazil. *Grana.* 2009;48:224–34.
28. Freitas A da S de, Vit P, Barth OM. Pollen profile of geopropolis samples collected by native bees (Meliponini) in some South American countries. *Sociobiology.* 2012;59(4):1465–82.
29. Barth OM, Barros MA, Freitas FO. Análise palinológica em amostras arqueológicas de geoprópolis do Vale do Rio Peruaçu, Januária, Minas Gerais, Brasil. *Arq Mus Hist Nat Jard Bot.* 2009;19(1). p. 275–88.
30. Freitas F de O. Uso da palinologia em amostras arqueológicas de própolis na reconstituição da vegetação histórica de uma região. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* 22. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; 2002.
31. Absy ML, Kerr WE. Algumas plantas visitadas para obtenção de pólen por operárias de *Melipona seminigra merrillae* em Manaus. *Acta Amaz.* 1977;7(3):309–15.
32. Ribeiro MHM, Luz CFP da, Albuquerque PMC de. Palynology as a tool for distinguishing geopropolis samples from stingless bee species in the Maranhense Amazon, Brazil. *J Apic Res.* 2019;58(1):16–36.
33. Silva PR da, Silva TMG da, Camara CA, Silva EMS da, Santos FDAR dos, Silva TMS.

- Palynological origin, phenolic content and antioxidant properties of geopropolis collected by mandaçaia (*Melipona mandacaia*) stingless. *Rev Caatinga*. 2020;33(1):246–52.
34. Matos VR, Santos F de AR dos. Diagnóstico polínico da geoprópolis de *Melipona scutellaris* L. (Meliponini, Apidae, Hymenoptera) coletada em uma área de Mata Atlântica no nordeste do Brasil. *Paubrasilia*. 2019;2(1):6–16.
35. Souza SA de. Estudo químico, atividade antinociceptiva, antifúngica e potencial antioxidante da geoprópolis produzida pela jandaíra (*Melipona subnitida* Ducke) [tese]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2016.
36. Souza HR de, Corrêa AM da S, Cruz-Barros MAV da, Albuquerque PMC da. Espectro polínico da própolis de *Scaptotrigona* aff. *postica* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) em Barra do Corda, MA, Brasil. *Acta Amaz*. 2015;45(3):307–16.
37. Torres LMB, Uehara DE, Galdino J, Fidalgo AO, Luz CFP da. Geopropolis from *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier: a source of antioxidant natural products of floral origins. *Planta Medica International Open*. 2017;4(S 01): S.

doi <https://doi.org/10.53934/9786599539633-129>

Capítulo 129

COMPONENTES DE VARIÂNCIA PARA A IDADE AO PRIMEIRO PARTO EM SUÍNOS: REVISÃO

Pablo Bezerra da Silva¹; Aderbal Cavalcante-Neto²

¹Estudante do Curso de Medicina Veterinária – IETU – UNIFESSPA. E-mail: pablob@unifesspa.edu.br. ²Docente dos Cursos de Zootecnia e de Medicina Veterinária - IETU – UNIFESSPA. E-mail: aderbal@unifesspa.edu.br

Este trabalho apresenta uma revisão de literatura sobre estimativas de componentes de variância para a idade ao primeiro parto em suínos, enfatizando os efeitos aleatórios utilizados no modelo estatístico e os valores de herdabilidade obtidos para essa característica. Atualmente, há certa escassez relacionada a trabalhos acerca do uso de diferentes efeitos aleatórios na estimação dos componentes de variância para características reprodutivas, incluindo as relacionadas à precocidade sexual, como a idade ao primeiro parto. Alguns trabalhos utilizaram-se apenas do efeito genético aditivo direto, enquanto outros, além deste, utilizaram-se do efeito genético aditivo materno, havendo também aqueles que se utilizaram do genético aditivo direto e do ambiental comum-de-leitegada. Foi ainda possível verificar autores que testaram vários modelos e, com base neles, apontaram aquele que contemplou tanto o (i) efeito genético aditivo direto quanto o (ii) genético aditivo materno e o (iii) comum-de-leitegada como o melhor entre os analisados. Quanto ao ajuste de efeito fixo, os trabalhos, de modo geral, têm adotado, no modelo misto, o rebanho, a estação e o ano de nascimento na forma de grupo de contemporâneo. Os trabalhos observados na literatura sugerem que se devem verificar como aleatórios os efeitos genético aditivo direto, genético aditivo materno e o comum-de-leitegada quando da estimativa de componentes de variância para a idade ao primeiro parto em suínos, porém necessita-se avaliar a inclusão desses efeitos no modelo em cada situação específica.

Palavras-chave: efeito ambiental comum-de-leitegada; efeito genético aditivo direto; efeito genético aditivo materno; herdabilidade; suinocultura

INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma das criações de animais que mais têm crescido no Brasil, devido à alta procura pela carne suína e à variedade de produtos que dela podem ser derivados. A produção brasileira vem se destacando dentro e fora do país, que ocupa a quarta posição no mercado internacional (1). Dessa forma, possui larga importância social e econômica, servindo de sustento aos criadores e às suas famílias e movimentando não apenas a economia local e regional como também a nacional.

Nesse contexto, é de grande relevância a atenção aos fatores e às características inerentes à suinocultura, com vistas a um desenvolvimento potencialmente lucrativo sem despesas desnecessárias e potencializado pelas possibilidades de conhecimento e de melhoramento genético. A idade ao primeiro parto é uma característica extremamente

importante, tendo-se em vista a necessidade de se obterem fêmeas que atinjam uma maturidade sexual precoce e, conseqüentemente, possam se preparar para iniciar uma gestação o mais cedo possível (2, 3, 4). Além disso, essa característica contribui consideravelmente do ponto de vista econômico, já que, quanto menor for a idade ao primeiro parto, menores serão os gastos com a manutenção (5).

Algumas raças são mais precoces que outras em relação à maturidade sexual (3). Contudo sabe-se que a idade ao primeiro parto costuma apresentar valores de herdabilidade entre baixo e alto (2, 6, 7, 8), de modo que é possível obter ganho genético para essa característica por meio da seleção. Em virtude disso, muitos são os esforços por parte de geneticistas para desenvolver grupos genéticos precoces reprodutivamente. Isso demonstra a importância do avanço científico para o aprimoramento da produção animal e a conseqüente relevância socioeconômica, em uma época marcada por um aumento considerável no custo de vida da população.

Outras características que podem ser usadas como critérios de seleção em fêmeas suínas, quando o objetivo é a precocidade sexual, são a idade ao primeiro cio (9) e a idade ao primeiro serviço, ou seja, à primeira cobertura (10, 11), podendo-se considerar, ainda, a idade à primeira concepção (12). Essas características também apresentam, de modo geral, altas herdabilidades (9, 10, 12). No entanto a alta correlação genética que existe entre as características supramencionadas faz com que se trabalhe mais com a idade ao primeiro parto (10, 11), em virtude da facilidade obtida com sua fenotipagem em relação às demais características de puberdade.

A despeito da alta relevância que a consideração de tais fatores tem para a suinocultura, perpassada pela importância da contribuição da genética, atualmente, é possível observar, na literatura, certa escassez relacionada a trabalhos que abordem o uso de diferentes efeitos aleatórios na estimação dos componentes de variância para características reprodutivas, incluindo-se as relacionadas à precocidade sexual, como a idade ao primeiro parto. Assim, este trabalho tem por objetivo revisar artigos que estimaram componentes de variância para a idade ao primeiro parto em suínos, enfatizando os efeitos aleatórios utilizados no modelo estatístico e os valores de herdabilidade obtidos.

Trata-se de uma revisão de literatura cuja importância se delinea, primeiramente, na lacuna ocasionada pela escassez mencionada, a qual impacta negativamente o conhecimento de futuros profissionais da Zootecnia e o do público leigo, sobretudo dos criadores de animais de elite que buscam, na pesquisa científica, informações para a realização do seu trabalho. Ao reunir estudos que abordam a temática em questão, este estudo contribui para o acesso desses dois públicos a um importante conteúdo teórico e prático, auxiliando também na obtenção de uma nova visão sobre a realidade da pesquisa científica na área, estimulando a realização de trabalhos originais.

1. IDADE AO PRIMEIRO PARTO

Dentre as características relacionadas à precocidade sexual, a idade ao primeiro parto é, sem sombra de dúvida, uma das mais utilizadas como critério de seleção. Isso possivelmente se deve ao fato de ela ser menos influenciada pelo criador, uma vez que este pode determinar uma idade para as fêmeas realizarem o primeiro serviço, ou seja, a primeira cobertura. Isso pode dar a elas o status de precoces por, de fato, terem apresentado

cio, mas animais podem não estar preparados para conceber e muito menos para levar uma gestação adiante, então acabam retornando ao cio (4, 8).

Assim, embora o status de precoce quanto à idade apresentada no primeiro serviço seja algo que está sob o controle do criador, a idade das fêmeas ao primeiro parto (característica que determina efetivamente a sua entrada no ciclo de reprodução) está além do alcance do produtor, visto que a fêmea tem que estar apta a conceber e a levar uma gestação adiante.

Dados de desempenho reprodutivo de fêmeas *Large White*, registradas no Livro de Suínos da Associação Brasileira de Criadores na década de 1970, resultaram em uma média de 14,11 meses de idade (423,3 dias) para o primeiro parto. Na época, foi considerada uma média bastante elevada (13). Atualmente, a média de idade ao primeiro parto é de 350 dias (2, 6), o que sugere que houve ganho genético ou melhoria ambiental para essa característica.

Praticamente, não há registro do primeiro cio nas granjas de modo geral, por isso a idade ao primeiro parto representa uma maneira prática de analisar dados de campo quando não existem registros de idade à puberdade. Assim, a idade ao primeiro parto tem sido usada como medida de eficiência reprodutiva, pois inclui a idade à primeira cobertura e à primeira concepção, além da duração da gestação (13).

2. EFEITOS ALEATÓRIOS

Uma estimativa acurada do valor genético dos indivíduos submetidos a um programa de melhoramento genético depende, em grande parte, dos efeitos considerados no modelo estatístico utilizado na avaliação (6, 15). Assim, os modelos devem contemplar tanto os efeitos genéticos quanto os ambientais, uma vez que trabalhos mostram que estes podem afetar as características produtivas e reprodutivas dos suínos (16, 17, 18).

No caso particular das características reprodutivas em suínos, não existe, na literatura, um consenso sobre quais efeitos aleatórios devem ser utilizados no modelo para a real predição dos parâmetros genéticos dessas características (2, 6, 7 e 19).

Alguns trabalhos utilizaram apenas o efeito genético aditivo direto (7), enquanto outros, além deste, utilizaram-se do efeito genético aditivo materno (19), havendo também estudos que se utilizaram do genético aditivo direto e do ambiental comum-de-leitegada (2). Foi ainda possível verificar autores que testaram vários modelos e, com base neles, apontaram aquele que contemplou tanto o (i) efeito genético aditivo direto quanto o (ii) genético aditivo materno e o (iii) comum-de-leitegada como o melhor entre os analisados (6).

2.1 EFEITO GENÉTICO ADITIVO DIRETO

O efeito genético aditivo direto é proveniente da herança genética na manifestação da característica, ou seja, é o efeito dos alelos do animal sobre a manifestação, nesse caso, da idade ao primeiro parto. Já o efeito genético materno e o comum-de-leitegada são considerados efeitos ambientais que influenciam na manifestação da idade ao primeiro parto, sendo o primeiro genético apenas na mãe.

Há estimativas de parâmetro genético para a idade ao primeiro parto em suínos que utilizaram apenas o efeito aleatório genético aditivo direto no modelo (7).

2.2 EFEITO GENÉTICO ADITIVO MATERNO

É o efeito dos alelos da mãe, que, no caso da idade ao primeiro parto, influenciaram a puberdade da filha por meio do ambiente que a mãe forneceu no período pré-desmame (produção de leite + ambiente materno + habilidade materna etc.). Esse fator é genético na mãe da porca e ambiental na porca (20).

O efeito genético materno é estimado com base apenas no fenótipo das filhas da fêmea. Ou seja, para esse efeito, comparam-se os fenótipos das filhas (porcas) de uma matriz com os das filhas de outra matriz, independentemente da leitegada a que pertençam essas filhas. Já para a estimativa do comum-de-leitegada, compara-se o fenótipo (idade ao primeiro parto) médio de uma leitegada (no caso, das fêmeas que são oriundas de uma mesma leitegada) com o de outra, independentemente das mães e dos pais. Diante disso, trabalhos têm utilizado esse efeito de origem materna na estimativa de componentes de variância para a idade ao primeiro parto (6, 19).

2.3 EFEITO AMBIENTAL COMUM-DE-LEITEGADA

O efeito ambiental comum-de-leitegada também vem sendo utilizado na estimativa dos componentes de variância para a idade ao primeiro parto (2, 6), demonstrando influência na variância fenotípica. As estimativas desse efeito são, normalmente, elevadas em relação à variância fenotípica da idade ao primeiro parto (2, 6), uma vez que são resultantes de diversos fatores ambientais, como a idade da mãe da porca ao parto.

A idade ao primeiro parto é dependente do peso obtido nas fases que interligam o nascimento e a puberdade. Esse peso, como supracitado, é muito influenciado pelo ambiente pré-natal e neonatal, podendo isso ser uma das razões para o efeito comum-de-leitegada ser fonte de variação entre a puberdade das leitoas, o que foi evidenciado por diversos trabalhos (2, 6). Nesse sentido, como forma de contornar essa variação ambiental nas leitoas pré-púberes ocasionada pelas influências do ambiente neonatal, alguns autores, ao trabalharem com a idade à primeira cobertura, verificaram a necessidade de ajustar seus dados à ordem de parto em que a leitoa nasceu (10).

É importante ressaltar que esses diferentes fatores podem atuar concomitantemente, alguns deles são previsíveis e evitáveis, como o estado nutricional da fêmea gestante e da lactante. Todavia muitos deles estão intimamente relacionados à idade da gestante, que, conforme trabalhos, ocasiona mudanças no tamanho e no peso da leitegada ao nascer (17, 18), influenciando, portanto, o peso individual do leitão.

3. EFEITOS FIXOS

Os trabalhos aqui referenciados têm demonstrado a necessidade de utilizar grupo de contemporâneo para ajustar o fenótipo da idade ao primeiro parto ao rebanho, à estação e ao ano de nascimento para estimação de seus componentes de variância (2, 6, 7). O número de leitões nascidos na primeira leitegada foi testado como covariável (2), mas não foi observado efeito significativo deste.

4. ESTIMATIVAS DE HERDABILIDADE

É necessário avaliar o modelo a ser empregado em cada situação específica, visto que a falta de um efeito, como o comum-de-leitegada, pode inflacionar os demais componentes de variância, inclusive a genética aditiva, o que pode levar a conclusões errôneas quanto ao efeito da genética no fenótipo da característica (2, 6, 16).

As estimativas de herdabilidade para a característica idade ao primeiro parto disponíveis na literatura apresentam valores baixos (19), médios (6, 7) e altos (2, 21), inclusive é possível aplicar a seleção massal. Essas diferenças devem-se, entre tantos fatores, ao fato de terem sido estudados diferentes grupos genéticos em cada trabalho, uma vez que a herdabilidade é uma propriedade não apenas da característica como também da população e das circunstâncias ambientais às quais os indivíduos estão sujeitos. Logo a herdabilidade sofre variações de acordo com o grupo animal estudado, tanto genéticas quanto ambientais.

CONCLUSÕES

A maturidade sexual é uma das características mais importantes para a suinocultura, a qual é influenciada por diferentes fatores. Os resultados da literatura sugerem que a idade ao primeiro parto deve ser decomposta em três componentes: no efeito aditivo genético direto (i), no efeito genético aditivo materno (ii) e no ambiental comum-de-leitegada (iii), visto que trabalhos demonstraram a influência desses efeitos sobre essa característica. Porém necessita-se avaliar a inclusão desses efeitos no modelo em cada situação específica.

Portanto, na avaliação genética dessa característica em suínos, é preciso considerar a (i) variância entre primíparas de diferentes mães, ocasionada pelo efeito genético aditivo materno, e a (ii) variância entre primíparas oriundas de mesma leitegada (independentemente da mãe), ocasionada pelo efeito ambiental comum-de-leitegada.

REFERÊNCIAS

1. ANUALPEC. Anuário da Pecuária Brasileira. 20. ed. São Paulo: Instituto FNP; 2018.
2. Cavalcante-Neto A, Lui JF, Sarmiento JLR, Ribeiro MN, Monteiro JMC, Fonseca C, et al. Efeitos genéticos e ambientais sobre a idade à primeira concepção de fêmeas suínas. *Arq Bras Med Vet Zootec* [Internet]. 2008 [acesso em 19 Ago 2021];60(2):499-502. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/6NDyfW39DL3bs6ztMCCfMzK/?lang=pt>
3. Zhang S, Zhang J, Olasege B S, Ma P, Qiu X, Gao Hong-kai, et al. Estimation of genetic parameters for reproductive traits in connectedness groups of Duroc, Landrace and Yorkshire pigs in China. *J Anim Breed Genet* [Internet]. 2020 [acesso em 19 Ago 2021];137(2):211-222. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/jbg.12431>
4. Schukken YH, Burman J, Huirne RBM, Willemse AH, Vernooy JCM, Van den Broek J, et al. Evaluation of optimal age at first conception in gilts from data collected in commercial swine herds. *J Anim Sci* [Internet]. 1994 [acesso em 19 Ago 2021];72(6):1387-1392. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/72/6/1387/4632674>
5. Freitas RTF. Situação atual e perspectiva do melhoramento de suínos. In: *Anais do Congresso Nacional dos Estudantes de Zootecnia*; 1998 nov; Viçosa, Minas Gerais. Viçosa: UFV. p. 461-471.
6. Torres Filho RA, Torres RA, Lopes PS, Pereira CS, Euclides RF, Araújo CV, et al.

- Estimativas de parâmetros genéticos para características reprodutivas de suínos. *Arq Bras Med Vet Zootec* [Internet]. 2005 [acesso em 19 Ago 2021];57(5):684-689. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/WrsyvBZX9b7c8mp8YxKPZsz/abstract/?lang=pt&format=html>
7. Paixão G, Martins Â, Esteves A, Payan-Carreira R, Carolino N. Genetic parameters for reproductive, longevity and lifetime production traits in Bísaro pigs. *Livest Sci* [Internet]. 2019 [acesso em 19 Ago 2021]; 225:129-134. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871141318302452?via%3DiHub>
 8. Faccin JEG, Laskoski F, Lesskiu PE, Paschoal AFL, Mallmann AL, Bernardi, ML, et al. Reproductive performance, retention rate, and age at the third parity according to growth rate and age at first mating in the gilts with a modern genotype. *Acta Sci Vet* [Internet]. 2017 [acesso em 19 Ago 2021]; 45:1-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.05.010>
 9. Zak LJ, Gaustad AH, Bolarin A, Broekhuijse ML, Walling GA, Knol EF. Genetic control of complex traits, with a focus on reproduction in pigs. *Mol Reprod Dev* [Internet]. 2017 [acesso em 19 Ago 2021];84(9):1004-1011. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/mrd.22875>
 10. Holm B, Bakken M, Vangen O, Rekaya R. (2005). Genetic analysis of age at first service, return rate, litter size, and weaning-to-first service interval of gilts and sows. *J Anim Sci* [Internet]. 2005 [acesso em 19 Ago 2021];83(1):41-48. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/83/1/41/4790657>
 11. Hanenberg EHAT, Knol EF, Merks JWM. Estimates of genetic parameters for reproduction traits at different parities in dutch Landrace pigs. *Livest Sci* [Internet]. 2001 [acesso em 19 Ago 2021];69(2):179-186. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030162260000258X?via%3DiHub>
 12. Cavalcante-Neto A, Lui JF, Sarmiento JLR, Ribeiro MN, Fonseca C, Tonhati H, et al. Genetic and environmental effects on age at first farrowing in sows in southeastern Brazil. *Gen Mol Res* [Internet]. 2011 [acesso em 19 Ago 2021];10(4):2860-2866. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/4965>
 13. Irgang R. Determinação do desempenho reprodutivo de fêmeas da raça Large White, puras de origem, registradas no Pig Book Brasileiro [Mestrado em Agronomia Produção Animal]. Farroupilha: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 1977.
 14. Rydhmer L, Lundeheim N, Johansson K. 1995. Genetic parameters for reproduction traits in sows and relations to performance-test measurements. *J Anim Breed Genet* [Internet]. 1995 [acesso em 19 Ago 2021];112(1-6):33-42. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-0388.1995.tb00538.x>
 15. Cavalcante-Neto A, Lui JF, Sarmiento JLR, Ribeiro MN, Monteiro JMC, Fonseca C, et al. Estimation models of variance components for farrowing interval in swine. *Braz Arch Biol Technol* [Internet]. 2009 [acesso em 19 Ago 2021];52(1):69-76. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-89552009000100007>

em: <https://www.scielo.br/j/babt/a/gxMJhFQKh4mLpsmJ6ppctbK/abstract/?lang=en&format=html>

16. Pires AV, Lopes PS, Torres RDA, Euclides RF, Regazzi AJ, Costa ARCD. Avaliação de Modelos para Estimativa de Componentes de (Co)variância em Características Reprodutivas de Suínos. *Rev Bras Zootec* [Internet]. 2000 [acesso em 19 Ago 2021];29(6):1684-1688. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/LHj8YfQvmTCP7BhSPv5BDKv/abstract/?lang=pt>
17. da Silva LDPG, Cavalcante-Neto A, Ribeiro MN, Lui JF, Vinagre OT, Vinagre ACR, et al. Influência dos fatores ambientais sobre o tamanho da leitegada ao nascer e taxa de mortalidade à desmama de leitões no brejo paraibano. *Ci Anim Bras* [Internet]. 2007 [acesso em 19 Ago 2021];8(1):1-6. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/view/1152>
18. de Holanda MCR, Barbosa SBP, de Azevedo M, Sampaio IBM. (2000). Natimortalidade e mortalidade até 21 dias de idade em leitões da raça Large White. *Rev Bras Zootec* [Internet]. 2000 [acesso em 19 Ago 2021];29(6):2276-2282. Disponível em: <http://www.sbz.org.br/revista/artigos/2481.pdf>
19. Alam M, Chang HK, Lee SS, Choi TJ. Genetic Analysis of Major Production and Reproduction Traits of Korean Duroc, Landrace and Yorkshire Pigs. *Animals* [Internet]. 2021 [acesso em 19 Ago 2021];11(5):1321. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2615/11/5/1321>
20. Pires AV, Lopes PS. Efeito Materno em Suínos. *Ceres* [Internet]. 2015 [acesso em 19 Ago 2021]; 48(276):115-125. Disponível em: <http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/2651>
21. Irgang R. Estimativas de herdabilidade para características que compõem a produtividade anual de leitões por porca. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA; 1985.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-130>

Capítulo 130

COMPORTAMENTO DE DIFERENTES CATEGORIAS DE AVES CRIADAS EM REGIÃO DE CLIMA QUENTE

Alexander Alexandre de Almeida¹; Jean Kaique Valentim²; Tatiana Marques Bittencourt³; Debora Duarte Moraleco⁴; Marcos Vinícius Martins Morais⁵; Heder José D'Avila Lima⁶; Diego Pierotti Procopio

¹Mestrando do Programa de Pós Graduação em Zootecnia – PPGZOO - UFVJM; E-mail: alexanderalmzootec@gmail.com, ²Doutorando do Programa de Pós Graduação em Zootecnia – PPGZ – UFGD, ³Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Ciências Animal – PPGCA – UFMT, ⁴Mestranda do Programa de Pós Graduação em Zootecnia – PPGZOO – UFVJM, ⁵Doutorando do Programa de Pós Graduação em Ciências Animal – PPGCA – UFMT, ⁶Docente do Departamento de Zootecnia e Extensão Rural – PPGCA – UFMT, ⁷Docente do Departamento de Zootecnia e Extensão Rural – PPGCA – UFMT.

RESUMO: Objetivou-se com a presente pesquisa avaliar o comportamento de cinco genótipos de aves criadas em clima quente. O experimento foi realizado no município de Santo Antônio de Leverger, Mato Grosso. Foram utilizadas 25 aves com cinco genótipos diferentes (linhagem Hisex, galinha poedeira Negra Avifran, Negra Gigante, Carijó e Índio gigante) criadas em sistema Free - range. O registro das observações das aves foi feito durante 12 horas, no período de luz natural, de 06:00 horas às 18:00 horas, em dois dias consecutivos, totalizando 24 horas de observação com intervalos de 10 minutos, totalizando 3600 dados comportamentais, em amostragem focal instantânea em cada experimento, divididos em manhã e tarde. A maioria das aves apresentou respostas comportamentais diferentes nas partes da manhã e à tarde, devido a temperaturas mais amenas no período da manhã. O ambiente no qual as aves foram criadas influenciou o comportamento de forma expressiva, como fator preponderante pode-se citar que as altas temperaturas fizeram com que estas aves tivessem maiores gastos energéticos para dissipar o calor gerado pelo metabolismo e ambiente.

Palavras-chave: Avicultura tropical; bem-estar animal; Etologia; Linhagens; Raças.

INTRODUÇÃO

Nas últimas três décadas, a avicultura no Brasil vem apresentando altos índices de crescimento. Atualmente tem-se buscado modernizar e empregar instrumentos para que se tenha um manejo adequado no ambiente de produção, com melhorias na sanidade, uso de alimentação balanceada, melhoramento genético e bem-estar na produção.

Apesar do potencial produtivo que o Brasil apresenta, suas dimensões continentais fazem com que a produção seja diferente em cada uma de suas cinco regiões. Como há predominância de clima quente, é necessário que haja linhagens que se adequem a tais condições sem queda na produtividade.

A interação animal e ambiente deve ser considerada quando se busca maior produtividade. As diferentes respostas do animal às peculiaridades de cada região são determinantes no sucesso avícola. De acordo com (1) torna-se necessário estudos que busquem melhores entendimentos das interações fisiológicas das aves versus ambiente de criação. Estudar o comportamento dos animais domésticos é tão importante quanto pesquisar as exigências nutricionais das aves e a forma adequada de criação, pois através do comportamento é possível identificar quais linhagens se adaptam melhor ao sistema de produção proposto.

O repertório comportamental das aves é complexo, compreendendo os seguintes comportamentos: ciscar, espojar, procurar insetos e sementes, empoleirar, tomar banho de areia, fazer ninhos, investigar penas, entre outros (2). Uma das formas de avaliar se os animais estão em bem-estar é observar seu comportamento em relação ao ambiente no qual estão inseridos, desta forma, diferentes ambientes interferem substancialmente neste parâmetro etológico (3).

De acordo com (4) um animal em bem-estar deve estar em sintonia quanto aos parâmetros das “cinco liberdades”, são elas: 1- livre de fome e sede; 2-livre de desconforto; 3-livre de dor, ferimentos e doenças, 4-livre para expressar seu comportamento natural e 5-livre de medo e angústia. Portanto, o animal será considerado em bem-estar quando expressar seu comportamento natural, livre de estresse e medo (5).

Em vista ao exposto o objetivo com o presente trabalho foi avaliar o comportamento de 5 categorias diferentes de aves (linhagem Hissex, galinha poedeira Negra, Negra gigante, Carijó e Índio gigante) criadas em sistema semi-intensivo em região de clima quente.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de Avicultura da Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso, no município de Santo Antônio de Leverger, Mato Grosso de agosto a setembro de 2017. O projeto foi submetido, analisado e aprovado pelo comitê de ética no uso de animais (CEUA), protocolado sob número 23108.092960/2015-80.

Foi adotado um programa de luz de 16 horas/dia, e realizado o fornecimento de ração e a água *ad libitum*, conforme as indicações da categoria. Diariamente foram anotadas as temperaturas e umidade relativa do ar máxima e mínima a partir de termohigrômetros instalados nos boxes e gaiolas, obtendo valores médios de 33,1 C° e 18,1C° e 80,6 % e 36,1 % respectivamente.

No experimento foram utilizadas 25 aves adultas de diferentes genótipos (linhagem Hissex, galinha poedeira Negra, Negra gigante, carijó e Índio gigante), sendo distribuídas cinco aves de cada categoria por boxe. As aves foram criadas em sistema de semi-confinamento, *Free – range*, sendo que durante o dia as aves ficavam nos piquetes e a noite eram alojadas dentro de cada boxe.

Cada boxe tinha 2,22m de largura e 3,27m de comprimento, totalizando 7,25m², o que correspondia a 1,45m² por ave em piso. Estes foram construídos em alvenaria, com telas de arame, coberto com telhas de barro e saída para piquete individual de 18 m², perfazendo uma densidade de 3,6 m² por ave, conforme as recomendações do (6). Os piquetes eram enriquecidos com gramíneas do gênero Tifton 85 (*Cynodon spp.*)

As aves permaneceram em um período de adaptação de cinco dias, no qual foram realizadas pré-visualizações para elaboração do etograma de trabalho. O registro das

observações das aves foi feito durante 12 horas, no período de luz natural, de 06:00 h às 18:00 h, em dois dias consecutivos, totalizando 24 horas de observação em intervalos de 10 minutos, totalizando 3600 dados comportamentais, em amostragem focal instantânea.

O etograma elaborado foi composto pelos seguintes comportamentos: sentada, comendo, bebendo, forrageando, explorando penas, bicagem não agressiva, ofegante, ciscando, dentro dos ninhos, conforto, e alerta, conforme (8) conforme a tabela 1.

Tabela 1. Etograma dos comportamentos de diferentes categorias de aves criadas em clima quente em sistema *Free Range*.

Comportamento	Descrição
Sentada (Sen)	Animal sentado no boxe
Comendo (Com)	Animal se alimentando dentro do boxe.
Bebendo (Beb)	Animal bebendo água.
Forrageando (Forr)	Animal no piquete se alimentando.
Explorando penas (ExpP)	Animal mexendo em suas próprias penas.
Bicagem não agressiva (BicNA)	Animal interagindo com outro através da bicagem não agressiva.
Ofegante (Ofeg)	Animal demonstrando ofegação, através de bicos e asas abertas.
Ciscando (Cisc)	Animal deitado ciscando dentro ou fora do boxe.
Dentro do ninho (Nin)	Animal deitado dentro do ninho no boxe
Conforto (Conf)	Animal parado sem demonstração de incomodo
Alerta (Ale)	Animal atento em sentido de alerta a predadores

A análise dos dados foi realizada com o auxílio de planilhas eletrônicas, sendo utilizado o Microsoft Office Excel® 2007. Os dados provenientes da análise comportamental foram tabulados e transformados em valores percentuais; a partir destes foram construídos gráficos com o objetivo de facilitar a interpretação dos resultados obtidos, conjugando, portanto, uma estatística descritiva dos dados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme destacado no gráfico 1 todas as linhagens apresentaram uma maior proporção de aves sentadas no período da manhã, comportamento mais evidente quando as aves estão em desconforto térmico (8).

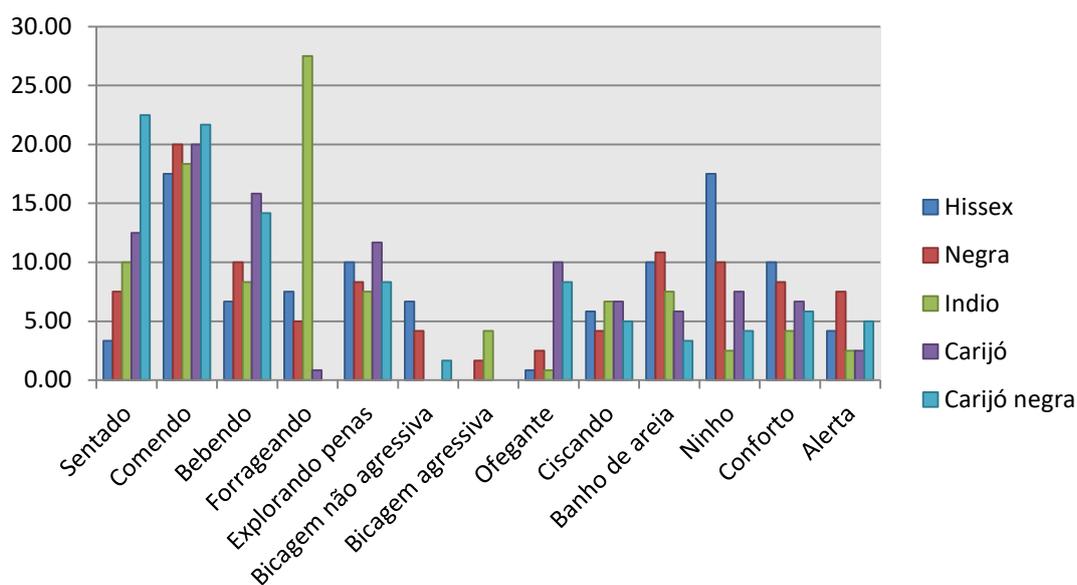


Gráfico 1. Frequência de comportamentos de aves poedeiras de diferentes categorias no período da manhã.

As aves mais pesadas ou de dupla aptidão como a Carijó e Negra Gigante apresentaram características de menor rusticidade, ambas tiveram maior taxa de ofegação, maior tempo sentada, menor tempo forrageando, isso pode ser explicado devido à baixa capacidade de controle homeotérmico destas aves em ambientes quentes, causando menor adaptabilidade. Corroborando com o trabalho de (9), que verificou um aumento no desconforto em linhagens com maior peso corporal (Carijó, Colorpak, Pesadão Vermelho, Tricolor) por apresentarem maior sensibilidade às temperaturas mais elevadas.

Todas as linhagens ficaram mais ofegantes no período da tarde, conforme destacado pelo gráfico 2. A temperatura e umidade máxima e mínima do galpão no período avaliado foi de 33,1 C° e 18,1C° e 80,6 % e 36,1 % respectivamente. (10) as aves apresentam desempenho produtivo máximo quando a temperatura ambiente está entre 18 e 26°C, entretanto, animais aclimatizados ao calor poderão apresentar bom desempenho em ambiente com 28°C, sendo a temperatura máxima obtida bem acima do indicado para os animais, justificando assim o aumento do comportamento ofegante.

(10) também relata que a ofegação nas aves é um dos meios mais eficientes de se dissipar o calor em condições de estresse térmico, sendo ainda que, se a umidade relativa

estiver apropriada, a maioria das aves será capaz de dissipar seu calor metabólico através deste mecanismo.

O comportamento definido como comendo foi observado com um maior número de aves nos dois períodos isso pode ter ocorrido em virtude do manejo realizado na alimentação, em que as aves receberam ração no início da manhã e da tarde, tendo ocorrido à procura do alimento no comedouro.

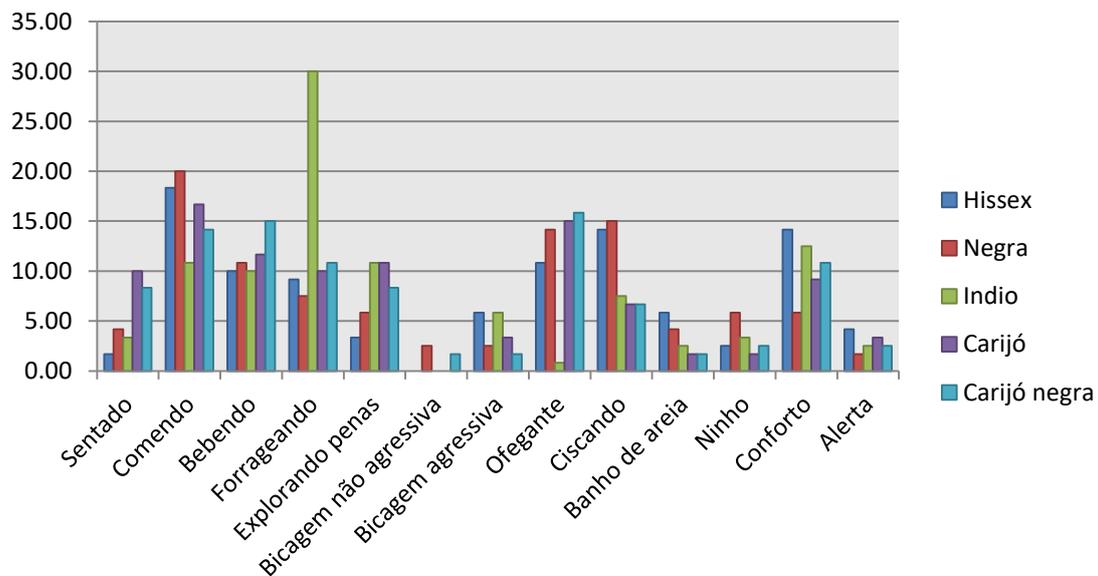


Gráfico 2. Frequência de comportamentos no período da tarde.

Para o comportamento definido como bebendo, todas as linhagens obtiveram uma frequência de consumo semelhante durante todo o dia, aumentando no período da tarde, o que mostra a necessidade fisiológica destes animais para manutenção da temperatura interna.

Com relação à variável explorando penas, observou-se ocorrência média no período da manhã, provavelmente em virtude das condições térmicas serem consideradas favoráveis à fisiologia das aves. Quanto ao comportamento bicagem agressiva e não agressiva, poucas aves o fizeram, mostrando que os animais já estavam adaptados ao ambiente e a hierarquia da população em cada boxe.

O comportamento ciscando foi mais intenso no período da tarde principalmente entre as linhagens Hissex e Negra. O banho de areia, dentro do ninho e o alerta foi mais intenso na parte da manhã. Segundo (11) os comportamentos de investigar e ciscar são prioridades para os animais, pois remetem a capacidade do animal de interagir com o meio ambiente no qual estão inseridos, e que podem ser considerados de maior necessidade para as aves. A linhagem Hissex e a galinha Negra apresentaram comportamentos semelhantes devido ambas serem voltadas para a produção de ovos e apresentaram boa capacidade de aclimação nesta região.

O comportamento forrageando foi mais intenso nas aves da categoria Índio, apresentando maior percentual de tempo despendido. Este fato pode ser decorrente da maior adaptação desta categoria ao clima da região, sendo estas aves mais rústicas que as

demais (12). A raça Índio Gigante apresenta boa capacidade de adaptação nestes ambientes, além de exigir um maior contato com área de pastagem em comparação as demais aves.

Em seu trabalho, (13) determinou as diferenças comportamentais entre poedeiras criadas sob diferentes densidades e tamanhos de grupo, em condições de ambiente enriquecido. Os autores observaram que o tamanho do grupo é o fator mais importante para o bem-estar das aves e que a densidade pode afetar as expressões dos comportamentos das aves em ambiente enriquecido.

Ademais comportamentos que indicam maior frustração das aves, como bicar e bater asas, são expressos mais frequentemente em grupos menores de aves, independentemente da densidade de criação.

CONCLUSÕES

O ambiente no qual as galinhas foram criadas influenciou o comportamento de forma expressiva. Altas temperaturas fizeram com que estas aves tivessem maiores gastos energéticos para dissipar o calor gerado pelo metabolismo e ambiente. Temperaturas acima de 33,1°C podem interferir no comportamento considerado normal das aves criadas em sistema *Free Range*.

REFERÊNCIAS

- 1 - Camerini, NL., de Oliveira, D L., Silva, RC., Nascimento, JWB., & Furtado, DA. (2013). Efeito do sistema de criação e do ambiente sobre a qualidade de ovos de poedeiras comerciais. *Engenharia na Agricultura/Engineering in Agriculture*, 21(4), 334-339.
- 2- Campos, E. J. (2000). O Comportamento das Aves Poultry Behavior. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 2(2), 93-113.
- 3 - Snowdon, C. T. (1999). O significado da pesquisa em comportamento animal. *Estudos de Psicologia (Natal)*, 4(2), 365-373.
- 4 - Brambell, F. W. R., & Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals kept under Intensive Livestock Husbandry Systems. (1965). *Report of the Technical Committee... Animals Kept Under Intensive Livestock Husbandry Systems*. HM Stationery Office.
- 5 - Garcia, E. R., Nunes, K. C., da Cruz, F. K., Ferraz, A. L. J., Batista, N. R., & Barbosa Filho, J. A. (2015). Comportamento de poedeiras criadas em diferentes densidades populacionais de alojamento. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, 18(2), 87-93.
- 6 - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Ofício Circular DOI/DIPOA N° 007/99, de 19 de maio de 1999. Normatização e comercialização do frango Caipira ou frango Colonial, também denominado “Frango

Tipo ou Estilo Caipira” ou “Tipo ou Estilo Colonial”. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 19 maio 1999.

- 7 - Nazareno, A. C., Pandorfi, H., Guiselini, C., Vigoderis, R. B., & Elvira, M. P. (2011). Bem-estar na produção de frango de corte em diferentes sistemas de criação Animal welfare in different housing systems of broiler production. *Engenharia Agrícola*, 31(1), 13-22.
- 8 - Carvalho, G. B. D., Lopes, J. B., Santos, N. P. D. S., Reis, N. B. D. N., Fiares de Carvalho, W., Silva, S. F., ... & Mayron da Silva, S. (2014). Comportamento de frangos de corte criados em condições de estresse térmico alimentados com dietas contendo diferentes níveis de selênio. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 14(4).
- 9 - Gonçalves, S. A., Ferreira, R. A., Pereira, I. G., de Oliveira, C. C., Amaral, P. I. S., Garbossa, C. A. P., & da Silva Fonseca, L. (2017). Behavioral and physiological responses of different genetic lines of free-range broiler raised on a semi-intensive system. *JABB-Online Submission System*, 5(4), 112-117.
- 10 - Ferreira, R. A. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos. Viçosa: Aprenda Fácil. 2010. 371p.
- 11 - Silva, I. D., Barbosa Filho, J. A. D., Silva, M. D., & Piedade, S. D. S. (2006). Influência do sistema de criação nos parâmetros comportamentais de duas linhagens de poedeiras submetidas a duas condições ambientais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(4), 1439-1446.
- 12 - Pereira, D. F., Salgado, D. D., Nääs, I. A., Penha, N. L., & Bigli, C. A. (2007). Efeitos da temperatura do ar, linhagem e período do dia nas frequências de ocorrências e tempos de expressão comportamental de matrizes pesadas. *Engenharia Agrícola*.
- 13- Pereira, D. F., Batista, E. D. S., Sanches, F. T., Gabriel Filho, L. R. A., & Bueno, L. G. D. F. (2013). Comportamento de poedeiras criadas a diferentes densidades e tamanhos de grupo em ambiente enriquecido. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 682-688.

doi <https://doi.org/10.53934/9786599539633-131>

Capítulo 131

CONSUMO DE CARNE BOVINA EM BELÉM DO PARÁ: PERCEPÇÃO DE ESTUDANTES DE ENSINO FUNDAMENTAL, MÉDIO E SUPERIOR EM RELAÇÃO AO BEM-ESTAR DE BOVINOS, DO SISTEMA DE PRODUÇÃO AO ABATE

**Daniel Bechara Resque¹; Luiz Henrique Matos Martins²; Mayrla Fonseca Dantas³;
Antônio Vinicius Correia Barbosa⁴; Natalia Guarino Souza⁵**

¹Zootecnista - UFRA; dani.resque@gmail.com, ²Discente de Medicina Veterinária – ISPA – UFRA; E-mail: henrystore25@gmail.com, ³Discente de Zootecnia – ISPA – UFRA; E-mail: mayrlazootecnia2017@gmail.com, ⁴Docente – ISARH – UFRA; E-mail: profvinibarbo@yahoo.com.br, ⁵Docente – ISPA – UFRA; E-mail: ngsbarbosa@gmail.com.

RESUMO: O avanço tecnológico e as exigências dos consumidores em relação ao processo de criação e engorda dos animais de produção tornaram o mercado pecuário ávido por atingirem maiores inovações e melhorias, nem sempre destinando adequado bem-estar aos animais. A presente pesquisa teve como objetivo analisar se as práticas de manejo animal influenciam no momento de compra da carne bovina, a partir da visão dos entrevistados, em função de seu gênero e grau de escolaridade. Para tal investigação, foi aplicado um questionário de 26 questões para 300 entrevistados moradores do município de Belém do Pará, dentre eles, alunos das redes públicas e privadas, dos níveis fundamental, médio e superior entre 11 a 60 anos. As perguntas objetivaram levantar o conhecimento de cada entrevistado a respeito da criação, qualidade, estado de bem-estar animal, dentre outros. Foi utilizado o programa estatístico *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS), com submissão do Método Estatístico Qui- quadrado e Teste de Fisher. Observou-se que o público feminino é o que menos conhece sobre o processo de criação e estado de bem-estar animal, porém é o que mais demonstra interesse em o entender, e que o público com maior grau de escolaridade é que mais conhece sobre todos os procedimentos relacionados à criação e tratamento animal antes do abate. A partir do trabalho sugere-se a criação de um selo de bem-estar para ser adicionado em embalagens do produto.

Palavras-chave: bem-estar animal; perfil do consumidor; pesquisa de mercado; produção

INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro compõe o maior setor econômico do país e representa um quarto do produto interno bruto (PIB) do Brasil (1). Com o desenvolvimento da população mundial, o setor agropecuário buscou novos meios (tecnologia empregada no campo) para abarcar o mercado interno e externo, impulsionando, cada vez mais, a produção de carne bovina para toda a população para que o país consiga suprir tanto a demanda nacional quanto a internacional, tornando-se, assim um dos principais fornecedores mundiais de

carne bovina (2). A bovinocultura de corte tornou-se uma atividade econômica de alta relevância para o mercado nacional e internacional, obtendo seu desenvolvimento interligado ao aproveitamento dos recursos naturais, através da expansão do volume de pastagens, pela ocupação de novas técnicas locais e pela inserção tecnológica nas áreas, que juntas possibilitaram incrementos nos ganhos produtivos das propriedades, influenciando o aumento das lotações por hectare e no aperfeiçoamento quantitativo e qualitativo da produção de carne (3).

O Brasil detém o maior rebanho comercial do mundo. No ano de 2019, o país deteve um efetivo de rebanho bovino de 214.893.800 milhões de cabeças, que imprimiu elevada vantagem competitiva do setor, com aquecimento do mercado nacional e internacional. Nesse mesmo ano, a região Norte detinha 49.609.974 milhões de cabeças bovinas, demonstrando o real potencial comercial e produtivo desse setor no mercado interno (4). No Estado do Pará, os sistemas de criação podem variar de acordo com cada local da região, onde existem fazendas, que são caracterizadas por sistemas extensionistas, respeitam as boas práticas de produção e implementam a sustentabilidade, como também se encontram aquelas propriedades, as quais retratam sistemas intensivistas, extrativista e sem sustentabilidade, onde essa variação pode causar características qualitativas diferentes no momento da compra e consumo do produto.

O produto cárneo é um alimento capaz de fornecer proteínas de alto valor biológico, com ótima digestibilidade para o organismo humano, atendendo às necessidades de aminoácidos essenciais indispensáveis para síntese proteica (5). Nas últimas décadas, observou-se a crescente preocupação por parte dos consumidores de carne bovina quanto à qualidade deste alimento, sendo que alguns fatores podem corroborar na tomada de decisão no momento da compra da carne bovina, e posteriormente em seu consumo, a exemplo dos aspectos socioculturais, sensoriais, condições de criação dos animais (por exemplo, se os produtores consideram o bem-estar animal durante a criação), além de rastreabilidade do alimento, praticidade no preparo, religião, preço médio e marketing do produto (6; 7).

Dessa forma, esta pesquisa teve como objetivo verificar o nível de conhecimento e importância que a população belenense estabelece e prioriza quanto às condições de manejo e bem-estar animal, pelas quais os bovinos de corte são submetidos nos sistemas de criação, além de mensurar os impactos desses fatores na compra e consumo da carne bovina, analisando seus efeitos no mercado consumidor de Belém do Pará.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram elaborados e aplicados questionários físicos, contendo 26 perguntas objetivas, para estudantes de Instituições de Ensino Público e Privados de Nível Fundamental (a partir do 5o ano), médio e superior, da cidade de Belém do Pará, durante o segundo semestre de 2019. A coleta dos dados aconteceu durante as aulas nas instituições de ensino, no período da manhã, tarde e noite, e com a prévia permissão da diretoria e dos professores. Inicialmente, foi explicado o objetivo da pesquisa e perguntado quanto à disponibilidade de contribuição. Aos que aceitavam participar da pesquisa, era entregue o questionário.

O tamanho amostral de 300 participantes, os quais foram previamente definidos considerando o nível de confiança de 95% e erro amostral de 5%, embasado por (8), o qual determina conforme um número finito de população (Equação 1).

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p) + e^2 \cdot (N - 1)} \quad (1)$$

Fonte: (8)

Onde:

n – Amostra calculada;

N – População (72.693);

Z – Variável normal padronizada associada ao nível de confiança (95%);

p – Verdadeira probabilidade do evento (quando não aparece, coloca-se 50%);

e – Erro amostral (5%).

As informações da população total dos estudantes levaram em consideração os números de estudantes matriculados no Ensino Fundamental e Médio no ano de 2015, com as fontes retiradas do banco de dados da Secretaria Municipal de Educação e Cultura (SEMEC), para o Ensino Superior, proposto por (9), totalizando 72.693 estudantes. A distribuição amostral se deu a partir da separação dos entrevistados em duas categorias: tipo de escolaridade e tipo de ensino, conforme observado na Tabela 1.

Tabela 1 - Variáveis de estimativa de acordo com o perfil dos entrevistados, Belém, 2020.

	Variáveis	Nº de pessoas	%
Sexo	Feminino	178	59,30
	Masculino	122	40,70
Escolaridade	Fundamental	100	33,33
	Médio	91	30,33
	Técnico	9	3
	Superior	95	32
	Pós-graduação	5	1,34
Ensino	Público	150	50
	Privado	150	50

Este tipo de avaliação determina o grau de conhecimento sobre o assunto e seu posicionamento para considerá-lo relevante ou não. Ademais, nota-se que o público feminino foi o maior número de entrevistados, correspondendo a 59,30% do total. Já a amostragem, quanto ao nível de escolaridade considerou-se 100 para Nível Fundamental do 5º Ano ao 9º Ano; 100 para o Ensino Médio, sendo 3% destinados ao Ensino Médio com habilitação Técnica; e 100 entrevistados foram destinados ao Nível Superior nas categorias Escolaridade; Sexo e Ensino ($n=17$) de Ciências Humanas, Ciências Biológicas e Ciências Exatas, dentre o qual 1,34% correspondem ao grau de escolaridade de Ensino Superior com Pós-Graduação.

Após a coleta, as informações foram tabuladas utilizando a análise de Statistical Package for Social Sciences (SPSS) com submissão do Método Estatístico Qui-quadrado ou Teste de Fisher, por meio da Estatística Dedutiva, também conhecida como descritiva, onde o fator gerado é de maior pertinência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos questionários foram analisados a partir de tabelas que descreveram como a população belenense se comporta ao consumir a carne bovina, considerando sua percepção de conhecimento, sobretudo, a partir do nível de instrução e gênero.

Na tabela abaixo, é possível observar a frequência na qual os participantes da pesquisa consomem a carne bovina durante a semana.

Tabela 2 - Frequência de consumo de carne bovina e seus derivados, em função do gênero, Belém, 2020.

		Frequência				
		UMA VEZ SEMANA	NUNCA	T DIAS	ALG V SEMANA	TOTAL
Gênero	F	N 17 5,70%	3 1,00%	49 16,30	109 36,30	178 59,30%
	M	N 16 5,30%	3 1,00%	27 9,10%	76 25,30%	122 40,70%
Total		N 33 11,00%	6 2,00%	76 25,30%	185 61,70%	300 100,00%

N= Número de indivíduos; F= feminino; M=masculino; T= todos; ALG= algumas; V= vezes;

Nota-se na tabela 2 que 87% dos entrevistados consomem carne bovina pelo menos duas vezes semanalmente, sobressaindo os 25,30% que consomem todos os dias. Esse fator é explicado devido a importância dessa carne na composição de diversos pratos internacionais e nacionais, tornando-se parte da dieta diária de grande parte dos brasileiros (10). Ademais, observa-se também que o sexo feminino consome mais carne bovina

frequentemente, quando comparado ao público masculino, chegando a ser equivalente a quase o dobro dos homens que consomem tal proteína, diariamente. Sendo esse resultado discordante do encontrado por (11), o qual afirma que o público masculino é o maior consumidor de carne bovina. Entretanto, segundo a avaliação pelo Teste Exato de Fisher= 3,586 (p-valor= 0,622), o consumo de carne bovina independe do sexo dos entrevistados.

Em relação ao conhecimento quanto a forma de criação dos bovinos de corte por parte dos entrevistados, podemos observar os resultados na tabela 3, em relação ao nível de escolaridade e sexo dos participantes.

Tabela 3: Conhecimento da população quanto às formas de criação de bovinos, em função do nível de instrução e gênero, Belém, 2020.

	Fundamental	Médio	Superior	Total	F%	M%
Desconhece	55	45	43	143	29,70%	18,00%
Conhece	3	0	5	8	2,30%	0,30%
Pouco	43	57	49	149	27,30%	22,30%
Total	101	102	97	300	59,30%	40,70%

F%= Porcentagem feminina; M%= Porcentagem Masculina

A tabela 3 indica que 52,30% dos entrevistados conhecem ao menos superficialmente as técnicas e formas de criação de bovinos de corte no estado do Pará, dessa forma, demonstrando o interesse quanto ao processo de criação a que os animais de produção são submetidos. Dentre esses, 29,60% pertencem ao sexo feminino. Apesar disso, é notável que mesmo o público feminino sendo equivalente a 59,30% dos participantes da pesquisa, este é o público que mais desconhece o processo de criação, representando 29,70% enquanto os homens equivalem a somente 18,00%. Segundo (12), isso é explicado pelo fato desse conhecimento ainda estar concentrado principalmente com o público masculino. Todavia, segundo a avaliação pelo Teste Exato de Fisher= 4,092 (p-valor= 0,116), o nível de conhecimento sobre a forma de criação a qual os bovinos são submetidos independe do sexo dos participantes.

Ademais, observa-se também na tabela 3 que em relação ao grau de instrução, o público com maior conhecimento quanto a forma de criação de bovinos, são aqueles com maior grau de ensino (médio e superior), isso se deve ao maior incentivo sobre o seu consumo, sobretudo da classe dos trabalhadores, já que são os que possuem poder aquisitivo para comprar o produto (13).

Tabela 4: Nível de conhecimento dos entrevistados quanto à declaração universal do bem-estar animal e o conceito das cinco liberdades animal, Belém, 2020.

	Conhecimento	

			Não Conhece	Já ouviu falar	Conhece	Conhece pouco	Total
Gênero	F	N	50	72	21	35	178
		%	16,70%	24,00%	7,00%	11,70%	59,30%
	M	N	32	51	21	18	122
		%	10,70%	17,00%	7,00%	6,00%	40,70%
Total	N		82	123	42	53	300
	%		21,30%	41,00%	14,00%	17,70%	100%

Na Tabela 4, avaliou-se que a maioria dos entrevistados (68,3%) não souberam informar sobre a declaração universal do bem-estar animal e conceito das cinco liberdades dos animais, enquanto somente 14% dos participantes relataram conhecer tais fundamentais. Nesse sentido, é comum observar que estas informações estão mais presentes em documentos específicos da área da produção animal, a exemplo de cartilhas, artigos científicos e livros do ramo, influenciando diretamente no não conhecimento destes requisitos em massa em outros meios de telecomunicação. (14), afirmaram que o aumento da divulgação das leituras técnico científicas em vários meios de comunicação impulsiona o melhor entendimento destes com relação aos produtos, os quais são adquiridos e consumidos, até ser possível a chegada destas informações em todos os rótulos dos alimentos. São definidas como as cinco liberdades dos animais como sendo: 1° Livre de fome e sede; 2° Livre de desconforto; 3° Livre de dor, lesão e doença; 4° Livre para expressar seu comportamento natural; 5° Livre de medo e estresse (15).

Tabela 5: Nível de importância atribuído aos entrevistados quanto ao bem-estar destinados aos bovinos de corte, em uma escala de zero a cinco, em função do sexo do entrevistado, Belém, 2020.

		Nível de Importância						
		0	1	2	3	4	5	Total
G Ê N E R O	n F	4	3	10	20	35	106	178
	%	1,30%	1,00%	3,3%	6,7%	11,7%	35,3%	59,3%
	n M	6	6	7	25	22	56	122
	%	2,00%	2,00%	2,3%	8,3%	7,3%	18,7%	40,7%

Total	n	10	9	17	45	57	162	300
	%	3,30%	3,00%	5,60%	15,0%	19,0%	54,0%	100%

Na tabela 5, avaliou-se o nível de importância atribuído pelos entrevistados com relação ao bem-estar dos bovinos de corte, os quais foram determinados em escalas de 0 a 5 para os níveis de significância, sendo este primeiro menos relevante e o último o mais importante, em função do gênero dos participantes, onde observou-se que o nível de conhecimento destes quanto ao bem-estar animal na produção de bovinos de corte independem do sexo, avaliados pelo Teste Exato de Fisher = 0,643 (p-valor =0,055). Neste sentido, pontuou-se que 73% dos participantes votariam nas escalas de maiores importâncias quanto ao bem-estar dos bovinos de corte (cinco ou quatro), enquanto somente 27% optaram por níveis inferiores (três, dois e um). A afirmativa de maior valor percentual neste estudo corrobora com as declarações realizadas na pesquisa de (16) os quais ressaltaram o fato de que atualmente o mercado consumidor tem se preocupado cada vez mais em como os animais de produção são abatidos e se a indústria preconiza e cumpri as diretrizes referentes ao bem-estar dos animais de produção, sendo este fator de extrema relevância, haja vista que o cumprimento da mesma em toda cadeia produtiva resultará em uma carne de melhor qualidade e inocuidade, partindo de fatores, como o fornecimento de uma dieta balanceada, atrelada aos devidos nutrientes necessários para haja maior influência na textura da carne.

Tabela 6: Nível de importância, em uma escala de zero a cinco, atribuído pelos entrevistados sobre o quanto saber como o animal é criado influencia na tomada de decisão na aquisição e consumo da carne bovina de corte, em função do sexo, Belém. 2020.

		Nível de Importância						
		0	1	2	3	4	5	Total
G Ê N E R O	n F	18	8	14	38	35	65	178
	%	6,00%	2,7%	4,7%	12,7%	11,7%	21,7%	59,3%
	n M	12	7	12	28	24	39	122
	%	4,0%	2,3%	4,0%	9,3%	8,0%	13,0%	40,7%
Total	n	30	15	26	66	59	104	300
	%	10,0%	5%	8,7%	22,0%	19,7%	34,7%	100%

Com relação a Tabela 6, observou-se que tanto os gêneros femininos quanto masculinos (54,4%) consideraram o quesito saber como o animal foi tratado, desde o início de sua vida produtiva até o momento do abate no frigorífico, uma importante medida na

tomada de decisão na compra deste produto, e conseqüentemente no consumo da mesma, enquanto 45,70% dos participantes salientaram terem menores preocupações referentes aos manejos, que os bovinos de corte são submetidos até a chegada deste ao consumidor, sendo que o nível de importância atribuído à relevância do bem-estar destinado a estes animais independem do sexo, avaliados pelo Teste Exato de Fisher = 0,052 (p-valor =0,186). No estudo realizado por (17), o referido autor destaca que 92% dos entrevistados (n amostral de 542 pessoas) afirmaram pagar mais por um produto com certificado de bem-estar animal quando comparado a uma carne onde não se tem o conhecimento do manejo produtivo que este teve, ou seja, o setor varejista pode agregar maiores valores (preço médio) nas carnes bovinas comercializadas com a certificação de bem-estar animal, haja vista que existe uma demanda elevada de consumidores, os quais preconizam saber o trato dos animais, que estão ingerindo cotidianamente.

CONCLUSÕES

Observou-se que o fator de conhecimento e importância quanto ao manejo e bem-estar animal, independe do gênero dos entrevistados, mas sofre influência do grau de instrução dos mesmos. Ademais, verificou-se que mesmo 68.3% dos participantes não conhecendo as cinco liberdades animais, mais de 50% consideram tal fator, inconscientemente, no momento da compra e consumo da carne derivada desses animais. Com isso, ressaltando a relevância deste tema no setor pecuário mundial.

REFERÊNCIAS

- 1 - Kureski R, Moreira VR, Veiga CP. Agribusiness participation in the economic structure of a Brazilian region: analysis of GDP and indirect taxes. *Revista de Economia e Sociologia Rural*. 2020;58(3):1-11.
- 2 - Gomes MF, Gasperini MM. Agronegócio, bovinocultura de corte, responsabilidade social e corrupção. *Brazilian Journal of Development*. 2020;6(5):28428-28443.
- 3 - Pedreira ACB, Monteiro AO. Competitividade e evolução da bovinocultura de corte no estado da Bahia: um estudo baseado em recursos estratégicos. *Revista de Desenvolvimento Econômico*. 2018; 1(39):237-261.
- 4 - Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Pesquisa da Pecuária Municipal-PPM [Internet]. 2019 [acesso em 2021 Mai 15]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>.
- 5 - Vessoni NG, Piaia AF, Bernardi DM. Pesquisa de consumo de carne bovina, produtos cárneos, hambúrguer e alimentos funcionais. *Fag Journal of Health*. 2019;1(4):25.
- 6 - Leite BFC, Ourives NF, Gimenes NK, Gomes MNB, Faria FJC, Souza AP, et al. Consumidores de carne bovina: comportamento e preferências. *Brazilian Journal of Development*. 2020;6(1):1927-1937.
- 7 - Trigo IA, Yada MM, Lourençano LS, Lima YK. Uso de tecnologia na rastreabilidade do rebanho de corte. *Revista Interface Tecnológica*. 2018;15(2):381-391.
- 8 - Triola MF. introdução à Estatística. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC; 1999.

- 9 - Lima TC, Amaral KSC. Acesso e Expansão do Ensino Superior em Belém do Pará: Um Estudo das Universidades UNAMA, UFPA e UEPA [Internet]. 2016 [acesso em 2021 Mai 15]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estadosat/>.
- 10 - Santos LC, Colares AR. A Religião e consumo: uma análise do consumo de carne bovina. ETIC-ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA-ISSN. 2019;15(15):21-76-8498.
- 11 - Martins DS. Consumo de carne bovina e a questão de gênero [tese]. Santos: Instituto de Saúde e Sociedade, Universidade Federal de São Paulo, 2019.
- 12 - Poulain JP. Apresentação e Permanências e transformações da alimentação contemporânea. IN: POULAIN, JP Sociologias da Alimentação. Editora da UFSC. Florianópolis, 2004; 20-28.
- 13 - Contreras H, Jesús. Los aspectos culturales en el consumo de carne. Mabel Arnaiz, Somos lo que comemos. Estudios de alimentación y cultura en España, Barcelona, Ariel Antropología, 2008.
- 14 - Suzigan W, et al. Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo 2010. 1ª ed. São Paulo: Fapesp. 2011;2:7-/51.
- 15 - Queiroz RG. Percepções a respeito do bem-estar animal no Brasil [dissertação]. Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados; 2018.
- 16 - Maciel MAP, Sune LNP, Oliveira S. O bem estar animal e o controle de qualidade de carne bovina. Revista da 5ª Jornada de Pós Graduação e Pesquisa. 2018;15(15):1-15.
- 17 - Moreira SM, Silveira IDB, Conto LD, Ribeiro LA, Kuhl FN. Perfil do consumidor de carne bovina e seu conhecimento do bem-estar animal na cidade de Pelotas - RS. Revista Científica Rural. 2017;19 (1):1-9,.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-132>

Capítulo 132

EFEITO DO AMBIENTE NA PRODUÇÃO DE LEITE

Anna Cláudia Cardoso Paimel¹; Eduarda Caroline Kichel Cuff¹; Eduardo Ivan de Souza¹; Marina Pereira Souza Coutinho²; Carla Heloisa Avelino Cabral³; Carlos Eduardo Avelino Cabral³; Isis Scatolin de Oliveira

¹Estudante do Curso de Zootecnia – ICAT – UFR; E-mail: annaccp34@gmail.com,

²Mestranda em Zootecnia – ICAT – UFR; ³Docente/pesquisador do Curso de Zootecnia – ICAT – UFR. E-mail: carla.cabral@ufr.edu.br

RESUMO: A zona de conforto térmico dos animais refere-se a uma faixa de temperatura onde não se necessita de mudanças fisiológicas ou comportamental para manter a temperatura corporal, nessa faixa ocorre a maior eficiência produtiva. Assim, objetivou-se avaliar a influência dos fatores climáticos através do Índice de Temperatura Equivalente (ETI) sobre a produção de leite. Os animais experimentais foram vacas multíparas da raça Girolanda. O sistema de produção era de pastejo rotacionado em *Panicum maximum* cv. Mombaça, associado ao fornecimento de concentrado com 24% PB e cevada no período seco e apenas suplemento mineral e cevada no período das águas. Avaliou-se as correlações do ETI e a produção por vaca e a média do rebanho. Os valores médios de ETI foram 24,5 e 33,1 de julho a agosto e setembro a janeiro, respectivamente. A correlação foi negativa entre ETI e produção de leite ($R=-0,8215$; $p<0,05$). Em regiões tropicais com vacas leiteiras com capacidade de produção acima de 15 litros deve-se utilizar ferramentas para controle das condições climáticas para que não haja prejuízo à produção leiteira.

Palavras-chave: Índice de Temperatura Equivalente; Índice Bioclimático, temperatura do ar

INTRODUÇÃO

A zona de conforto térmico dos animais refere-se a uma faixa de temperatura onde não se necessita nem uma mudança fisiológica ou comportamental para manter a homeotermia, nessa faixa ocorre a maior eficiência produtiva (1). Para maior produção na bovinocultura leiteira é necessário aderir práticas de manejo alimentar, reprodutivo e adequação de instalações para alcançar o potencial produtivo de cada indivíduo.

O conforto térmico para vacas leiteiras tem que ser levada em consideração no sistema de produção brasileiro, visto que, o clima de predominância é o tropical, assim a alta temperatura é um dos fatores ambientais que tem maior impacto na produção e na qualidade do leite (2). Dessa maneira, vacas submetidas a temperaturas entre 5°C a 25°C tem um maior desempenho produtivo no sistema, essa faixa de temperatura pode ser caracterizada como zona de termoneutralidade para vacas de leite (3).

No desconforto térmico os animais tendem a ter elevado gasto de energia tentando se adequar ao fator estressor. Para maior compreensão, observa-se que o desconforto térmico está associado as variações de temperatura, umidade do ar, radiação solar e o vento (4). De forma geral, o objetivo dos índices de conforto térmico (ou índices bioclimáticos)

é determinar a adequação do ambiente de criação à atividade proposta. Assim, a escolha do índice a ser utilizado depende do sistema de produção utilizado (totalmente fechado ou ao ar livre), o estágio fisiológico do animal e característica prioritária de dissipação de calor. Nesse contexto, objetivou-se avaliar a influência dos fatores climáticos através do Índice de Temperatura Equivalente (ETI) sobre a produção de leite.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Sítio Haras Dourado, localizado no município de Rondonópolis (latitude – 16,45° longitude – 54,57° altitude 284,0 m) no período de 06 de julho de 2013 a 18 de janeiro de 2014. Os animais experimentais foram vacas multíparas da raça Girolando. O sistema de produção era de pastejo rotacionado em *Panicum maximum* cv. Mombaça, associado ao fornecimento de concentrado com 24% PB e cevada no período seco e apenas suplemento mineral e cevada no período das águas. Os animais ficavam nos piquetes para pastejo nos horários mais frescos do dia (manhã, fim da tarde e à noite), nos demais momentos eram mantidos em local sombreado com acesso ao concentrado, cevada e água.

O controle leiteiro foi realizado uma vez ao mês durante o período experimental, sendo que a ordenha foi realizada duas vezes ao dia às 4h00 e 13h00 com ordenha mecânica. As variáveis ambientais umidade relativa do ar (UR%), a temperatura do ar (TA - °C) e velocidade do vento (VV – m/s) foram solicitados ao Instituto Nacional de Meteorologia (<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>) e realizou-se o cálculo de Índice de Temperatura Equivalente (ETI) (5):

$$ETI = 27,88 - 0,456 t + 0,010754 t^2 - 0,4905 h + 0,00088 h^2 + 1,1507 v - 0,126447 v^2 + 0,019876 t (h) - 0,046313 t (v).$$

Onde, t = temperatura do ar (°C); h = umidade relativa do ar (%); e v = velocidade do ar (m/s).

Para a análise estatística foi realizado o estudo das correlações do ETI e a produção por vaca e a média do rebanho. A avaliação do ambiente foi realizada através da escala de risco do ETI em que: menor ou igual a 30 = conforto térmico; entre 30 e 40 = cuidado; entre 34 e 38 = instável; e acima de 38 = perigo extremo (5).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de ETI entre julho e agosto de 2013 encontravam-se na faixa de conforto térmico (Tabela 1), ou seja, ausência de problemas de acordo com a escala de riscos. Contudo, nos demais meses de avaliação o ETI estava acima da faixa de conforto térmico, configurando uma situação de cautela extrema conforme indicações (5) sendo o mais alto valor registrado no mês de novembro.

Tabela 1. Médias das variáveis climáticas e índice de temperatura equivalente (ETI), Rondonópolis-MT.

Data	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	ETI
06/07/2013	23,54	79	0,5144	26,8
27/07/2013	21,54	63	0,7717	22,7
17/08/2013	23,94	44	0,2000	24,2
21/09/2013	31,06	50	0,5144	32,5
19/10/2013	26,72	84	0,2500	33,0
30/11/2013	27,65	80	0,1500	33,8

28/12/2013	25,52	98	1,0289	33,2
18/01/2014	25,84	94	0,2000	33,2

Fonte: Souza,2020.

Com base na análise dos coeficientes de correlação linear entre o ETI e a produção de leite média do rebanho (Tabela 2), observou-se que houve correlação negativa ($r = -0,8215$; $p < 0,05$), ou seja, quanto maior o valor do índice, menor a produção de leite, demonstrando que o desconforto térmico teve influência sobre a produção (Figura 1).

Tabela 2. Coeficientes de correlação linear simples entre Índice de Temperatura Equivalente (ETI) e produção de leite.

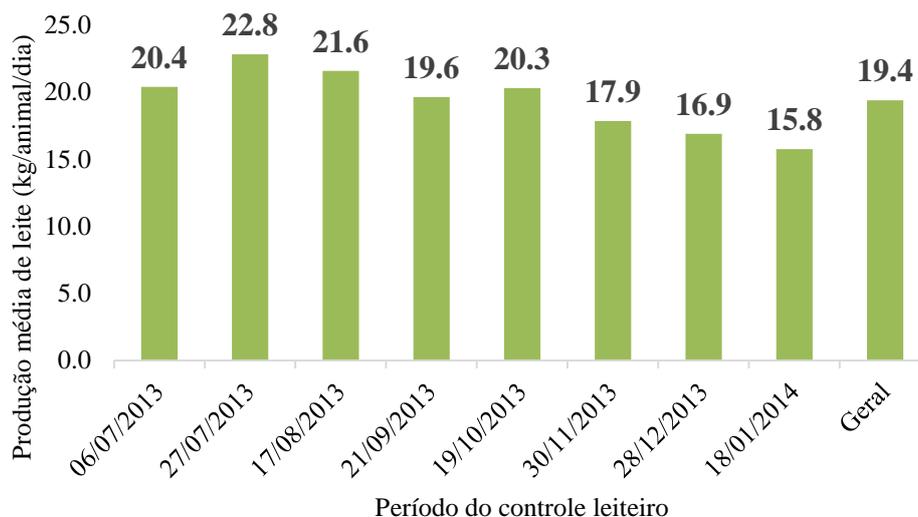
ETI e Produção de leite	Animais								Rebanho	
	1	2	3	4	5	6	7	8		
R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>p</i> -valor	0,3474	0,8393	0,0348	0,2029	0,8071	0,9252	0,8328	0,8238	0,8238	-0,8215
	0,3991	0,0092	0,9348	0,6299	0,0154	0,001	0,0103	0,0119	0,0119	0,0124

Fonte: Souza, 2020.

A numeração de 1 a 8 são referentes aos dados de 8 animais que se observou a produção durante todo o período de estudo. Verificou-se que apenas 3 vacas (os animais 1, 3 e 4) não apresentaram correlação entre produção e ETI.

Os meses em que ETI estiveram mais altos, superior a 33 é o período de início das chuvas nesta região, momento em que houve aumento a umidade relativa do ar (Tabela 1). Os efeitos do aumento da umidade relativa em ambientes de elevada temperatura ambiental foram descritos por diversos autores (7;8;9). Isto ocorre porque com o aumento da umidade reduz a eficiência de perda de calor corporal por evaporação.

Destaca-se ainda que estas vacas nos meses em que o ambiente estava adequado (julho e agosto) tiveram produção média diária de 21,6 kg (Figura 1). Nos meses em que o ETI estava classificando o ambiente como desfavorável para produção teve efeito sobre a produção de leite destes animais, desta forma o impacto será maior sobre vacas com grande capacidade de produção. Este fenômeno foi descrito por (10) que o estresse calórico pode resultar em decréscimo de até 17% na produção de leite de vacas de 15 kg de leite/dia é de 22% em vacas de 40 kg de leite dia. No presente trabalho, a menor produção (15,8), correspondeu à uma redução de 31% em relação à maior produção obtida (22,8) (Figura 1).



Figura

1. Produção média de leite (kg/animal/dia) durante o período experimental.

Fonte: Adaptado de Souza, 2020.

Dessa forma, destaca-se a necessidade de adotar práticas de manejo de instalações, tais como a inserção de estruturas de sombreamento e resfriamento do ambiente sejam elas naturais, com o plantio de árvores, ou artificiais, com adição de sombrites nos piquetes, ventiladores e aspersores na sala de espera da ordenha, bem como o manejo da dieta no sentido de manter o conforto térmico dos animais e amenizar os efeitos do estresse calórico, que indicam um cenário de cautela, e interferência significativa na produção de leite.

CONCLUSÕES

Os estudos indicaram que os animais estiveram expostos a condições climáticas adversas, destacando a necessidade de adotar práticas de manejo e alteração nas instalações para adequação do ambiente de produção. Desta forma, estes animais tiveram restrição para produção leiteira devido ao desconforto térmico nos meses de setembro, outubro, novembro, dezembro e janeiro.

REFERÊNCIAS

1. Titto E. A. L. Clima: influência na produção de leite. Piracicaba: FEALQ, 1998.
2. Souza, R.; Santos, G. T.; Valloto, A. A.; et al. Produção e qualidade do leite de vacas da raça Holandesa em função da estação do ano e ordem de parto. *Revis. Bras. de Saúde Prod. Ani.* 2010;11(2):484-495.
3. Azevedo, M.; Pires, M. F. A.; Saturnino, H. M. et al. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{7}{8}$ Holandes - zebu em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia.* v.34, n.6, p.2000-2008, 2005

4. Dikmen, S.; Hansen, P. J. Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment? *Journal of Dairy Science*, v. 92, n. 1, p. 109-116, 2009.
5. Baeta, F.C.; Meador, N.F.; Shanklin, M.D.; Johnson, H.D. Equivalent temperature index at temperatures above the thermoneutral for lactating cows. Meeting of the american society of agricultural engineers, 1987.
6. Souza, E. I. de; *Influência do ambiente sobre a produção de leite*. Rondonópolis, UFR; 2020.
7. Silva, R. G. **Introdução** à Bioclimatologia Animal. São Paulo: Nobel, 2000.
8. Nããs, I. A.; Arcaro Júnior, I. Influência de ventilação e aspersão em sistemas de sombreamento artificial para vacas em lactação em condições de calor. *Revis. Brasil. de Enge. Agric. e Amb.* 2001:5:139-142.
9. Pires, M. F. A., Vilela, D., Verneque, R. S., & Teodoro, R. L. Reflexos do estresse térmico no comportamento das vacas em lactação. *Simp. Brasil. de amb. na prod. de leite.*1998:68-102.
10. Pinarelli. C. The effect of heat stress on milk yield. *Latte.* 2003:28(12):36-38.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-133>

Capítulo 133

ESTRESSE TÉRMICO NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE E POEDEIRAS: IMPACTOS E SOLUÇÕES NUTRICIONAIS

Guilherme Resende de Almeida¹; Lidianne Carolina de Castro Weitzel²; Tatiana Marques Bittencourt³; Jean Kaique Valentim⁴; Adna Quesia Costa de Oliveira⁵; João Garcia Caramori Junior⁶; Gerusa da Silva Salles Corrêa⁷

¹Estudante de Doutorado em Ciência Animal – FAAZ – UFMT; E-mail: guilhermezootecnista2015@gmail.com, ²Zootecnista – DZO – IFSEMG; E-mail: castroweitzel@hotmail.com, ³Estudante de Doutorado em Ciência Animal – FAAZ – UFMT; E-mail: tatimarquesb@hotmail.com, ⁴Estudante de Doutorado em Zootecnia – UFGD; E-mail: kaique.tim@hotmail.com, ⁵Estudante do Curso de Zootecnia – FAAZ – UFMT, E-mail: adnaquesia@hotmail.com, ⁶Docente/pesquisador do Departamento de Medicina Veterinária – FAMEV – UFMT. E-mail: caramori.ufmt@gmail.com. ⁷Docente/pesquisador do Departamento de Medicina Veterinária – FAMEV – UFMT. E-mail: gerusacorrea@hotmail.com

RESUMO: A avicultura vem passando por grandes transformações no decorrer dos anos, tornando cada vez mais produtiva, sendo garantido pelos avanços nos manejos, controle sanitário e de biossegurança, avanços na nutrição e melhoramento genético e aplicação de tecnologia que garantiu melhores condições ambientais. Esses avanços permitiu aumentar a produção com o objetivo de atender a demanda de carne de frango e ovos, com isso, a intensificação dos sistemas de produção para atender o mercado foi uma das alternativas adotadas pelos produtores. A ambiência é um dos grandes desafios da intensificação dos sistemas de produção, visto que a temperatura interfere diretamente no bem-estar e desempenho produtivo das aves. As aves são animais homeotérmicos, desta forma, mantem a temperatura corporal constante, por meio de troca de calor com o ambiente. Ao sofrerem estresse térmico, as aves buscam mecanismos fisiológicos ou comportamentais para manter o conforto térmico. Algumas alternativas são adotadas com o objetivo de manter a temperatura ambiente dentro da zona de termoneutralidade nas diferentes fases de produção de frangos de corte e poedeiras, entre elas podemos citar nutrição. Com isso, o objetivo desta revisão de literatura é abordar o estresse térmico em frangos de corte e poedeiras, destacando os efeitos na fisiologia das, os impactos causados e as soluções nutricionais para minimizar tais efeitos.

Palavras-chave: Avicultura; Bioclimatologia; Nutrição Animal

INTRODUÇÃO

No decorrer dos anos a avicultura mundial vem sofrendo grandes transformações, tornando a produção avícola cada vez mais produtiva, esta transformação foi permitida por meio de melhorias no manejo sanitário, rigoroso controle de biossegurança, avanços nos estudos que envolvem nutrição buscando atender as exigências nutricionais das aves nos

diferentes sistemas de criação e também os avanços no melhoramento genético que permitiu aves cada vez mais produtivas, onde ocorreu redução na idade ao abate dos frangos de corte com 42 dias de idade e melhores índices de produção das poedeiras.

Este avanço permitiu um aumento na produção mundial de carne de frango e de ovos. A produção mundial de carne de frango no ano de 2020 chegou a 100.413 mil toneladas, sendo os Estados Unidos o maior produtor com uma produção de 20.239 mil toneladas, seguido da China com 14.600 mil toneladas e o Brasil o terceiro maior produtor com uma produção de 13.845 mil toneladas de carne frango (ABPA, 2021). Já a produção de ovos no Brasil em 2020 chegou a 53.533.542.389 unidades (ABPA, 2021). A produção avícola no Brasil vem se destacando ao longo dos anos devido ao correto e eficiente manejo na produção, destacando manejo sanitário e o rigoroso controle de biosseguridade, tornando o país livre de doenças que comprometem o sistema de produção, garantindo uma boa aceitação dos produtos avícolas nos demais países.

A intensificação dos sistemas de criação de aves é umas das formas utilizadas para atender o crescimento da produção e também o mercado consumidor. Sendo assim, o ambiente tem influência direta no bem-estar e comportamento das aves acarretado por diversos fatores que podem comprometer o desempenho das aves e acarretar perdas para o sistema de produção. Entre os fatores que podem comprometer a produção avícola é o conforto térmico, para que as aves mantenham a temperatura constante a temperatura ambiente deve estar dentro da zona de conforto das aves. Em situações onde as aves são expostas a temperaturas elevadas, as aves necessitam de mecanismos para reduzir o estresse provado pelo aumento da temperatura, tais como, resfriamento evaporativo e redução no consumo de ração. Em condições de ambientes de ambiente frio, as aves precisam de mecanismo para aumentar a temperatura, entre eles o aquecimento do galpão e aumento no consumo de ração.

FISIOLOGIA DO ESTRESSE TÉRMICO NAS AVES

As aves são classificadas como animais homeotérmicos e mantêm sua temperatura corporal constante independente da temperatura interna, isso significa que estão em troca contínua de calor com o ambiente, mas para que este processo seja considerado eficiente à temperatura ambiente deve estar mantida dentro dos limites da zona de conforto para as aves, com isso, as aves são capazes de controlar a temperatura corporal por meio de respostas fisiológicas e comportamentais, para determinar a manutenção da temperatura corporal através da produção ou liberação de calor (MACARRI et al., 1994; YAHAV, 2000; ABREU; ABREU, 2011).

A ocorrência do estresse em aves tem relação direta com a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar. Ao serem expostas a condições que provocam estresse térmico, elas buscam mecanismo fisiológicos ou comportamentais para voltar à zona de conforto. De acordo com Furlan (2006), a zona de conforto também conhecida como zona de termoneutralidade, é uma faixa de temperatura ambiente que proporciona conforto térmico aos animais, ou seja, é uma zona de temperatura ambiente, onde os animais mantêm a temperatura corporal com pouca utilização de mecanismos termorreguladores. Segundo Furlan; Macari (2008) a zona de conforto para frangos de corte varia de acordo com a idade, para pintinhos de um dia a temperatura ambiente deve estar entre 33 a 35° e umidade relativa entre 65 a 70%, com o aumento da idade das aves e a maturação do sistema

termorregulador entre 10 e 15 dias de vida, a zona de conforto térmico para frangos de corte com quatro semanas de idade reduz entre 33 a 24°C, e com seis semanas para 21 a 22°C. Para galinhas poedeiras adultas a temperatura ambiente no interior do galpão onde estão alojadas deve estar entre 15 e 28°C, e a umidade relativa do ar deve ser mantida entre 40 a 80% (FERREIRA, 2005).

As aves apresentam respostas quando não estão dentro da zona de conforto térmico ou zona de termoneutralidade, o estresse causado por calor é o mais comum na produção de aves, principalmente em regiões de temperaturas elevadas prejudicando o desempenho das aves, podendo chegar até a morte.

Na produção de galinhas poedeiras, o estresse térmico provoca uma série de consequências tais como, redução no consumo de ração, menor taxa de crescimento, maior consumo de água, aumento do ritmo cardíaco, piora na conversão alimentar, produção de ovos com casca mole e conseqüente queda na produção de ovos, gerando prejuízos para o produtor (TINÔCO, 2005; JÁCOMO et al., 2007). Já na criação de frangos de corte, observa-se queda no consumo de ração em situação de temperatura elevada, na tentativa de reduzir a produção de calor metabólico, a queda no consumo reação provoca queda no ganho de peso e conversão alimentar, além de provocar redução no peso da carcaça, rendimento dos cortes nobres, deposição de gordura abdominal, peso de penas e órgãos abdominais (BAZIZ et al., 1996)

De acordo com Mujahid et al. (2007) e Melo et al. (2016), as aves que sofrem com o estresse por calor aumentam o mecanismo de dissipação por calor e reduz a produção de calor metabólico, reduzindo a ingestão de alimento, conseqüente baixa ingestão de energia metabolizável gerando baixo ganho de peso e conversão alimentar. A baixa ingestão de ração, também reduz a ingestão de nutrientes importantes tanto para produção de carne quanto para produção de ovos, podemos citar entre estes nutrientes os aminoácidos e minerais, ao formular uma dieta para frangos de corte e/ou galinhas poedeiras o nutricionista responsável deve levar em consideração a interação entre nutrição e temperatura para que uma não interfira na outra, sendo assim o desempenho das aves não será comprometido (STRINGHINI et al., 2005).

Temperaturas baixas também comprometem o bom desempenho das aves tanto para produção de carne quanto para produção de ovos. Em situações onde a temperatura esta abaixo da zona de conforto, as aves buscam mecanismo para aumentar a produção de calor, entre estes mecanismo nós temos o aumento do consumo de alimento e atividade muscular (GARCIA, 2003; MELO et al., 2016). A elevação do consumo de ração tem por objetivo aumentar o catabolismo e a produção de calor endógeno, já a atividade muscular participa da regulação térmica através dos processos vitais, ao tremor e á redução na taxa de calor para o ambiente (KUCUK et al., 2003).

Em situações onde as aves se encontram fora da zona de conforto térmico, utilizam de mecanismo e/ou comportamentos para buscar minimizar o desconforto. Entre estes mecanismos, temos o aumento da frequência respiratória, tendo como resultado perdas excessivas de dióxido de carbono (CO₂), resultando na diminuição da pressão parcial de CO₂, ocorrendo à queda na concentração de hidrogênio (H⁺) e ácido carbônico (BORGES et al., 2003). Como resposta, os rins elevam a excreção de HCO₃ reduzindo a excreção de H⁺ buscando o melhor equilíbrio ácido-base, conhecida como alcalose respiratória, sendo

assim o aumento da taxa respiratória é o mecanismo termorregulatório mais eficiente para a dissipação de calor em aves em condições de estresse térmico (NETO et al., 2000).

A vasodilatação periférica é outra resposta fisiológica para a termorregulação das aves criadas em condições de altas temperaturas, aumentando a perda de calor não evaporativo, a ave busca aumentar a dissipação de calor por meio do aumento da área superficial, desta forma elas mantem as asas afastadas do corpo, eriçando as penas e intensificando a circulação sanguínea. A perda de calor não evaporativo pode ocorrer por meio do aumento da produção de urina, a perda de água tem que ser compensada pelo aumento do consumo de água (NETO et al., 2000).

A temperatura ambiente também influencia diretamente nas concentrações dos hormônios tireodianos e triiodotironina (T3), que estão relacionados com o metabolismo plasmático (YAHAV, 2007; MELO et al., 2016). Em temperaturas elevadas ocorre a redução dos níveis plasmáticos destes hormônios, influenciando na atividade da bomba sódio e potássio e o consumo de oxigênio por meio das células animais, resultando na diminuição da taxa metabólica (CHEN et al., 1994).

O sistema sanguíneo também é influenciado pelas mudanças de temperatura, sendo um importante indicador a respostas fisiológicas ao estresse ocasionados pela oscilação na temperatura, o aumento na temperatura para frangos resulta na diminuição da concentração de hemoglobina e eleva os níveis de hematócritos (LAGANÁ et al., 2005; YAHAV, 2007). Segundo estudo realizado por Laganá et al. (2005), observaram que a temperatura ambiente influenciou na concentração de hematócrito, heterofilos e hemoglobina, sendo assim, em ambientes com temperaturas elevadas há necessidade de reduzir a viscosidade do sangue durante a vasodilação.

ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS PARA MINIMIZAR OS EFEITOS DO ESTRESSE TÉRMICO

A elevação da temperatura reduz o consumo de ração com o objetivo de reduzir a produção de calor metabólico, consequentemente reduz a ingestão de energia e demais nutrientes provocando diminuição do desempenho das aves, com isso é importante adotar estratégias nutricionais para minimizar tais efeitos e obter bons índices produtivos na cadeia de produção de aves tanto de corte quanto de postura.

Energia

A adição óleos e gorduras nas dietas das aves que passam por estresse térmico é uma estratégia adota para aumentar o aporte energético, compensando a baixa ingestão de ração. Além disso, a adição de óleos e gorduras nas dietas, possuem menor incremento calórico em comparação aos carboidratos e proteínas favorecendo a absorção de vitaminas lipossolúveis (NOBAKHT et al., 2011). Outra vantagem na utilização de óleos e gordura é a redução da taxa de passagem dos alimentos no trato gastrointestinal, desta forma melhora a digestibilidade e absorção dos nutrientes ingeridos na dietas para as aves (LESSON; SUMMERS, 2005; FURLAN; MACARI, 2008).

Segundo estudos realizados por Oliveira et al. (2000), onde avaliaram o desempenho e consumo de energia metabolizável e proteína bruta em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos sobre estresse térmico (34°C e 60%UR), recebendo ração

com diferentes níveis de energia metabolizável (2850, 2925, 3000, 3075 e 3150 kcal EM/Kg), verificou-se que ao aumentar os níveis de energia da dieta as aves obtiveram melhor ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e o consumo de energia metabolizável, o consumo de proteína bruta se manteve constante.

Proteína Bruta e Aminoácidos

Outra estratégia nutricional adotada para minimizar os efeitos gerados pelo aumento da temperatura é reduzir os níveis de proteína bruta das rações, limitando o incremento calórico gerado pelo metabolismo de proteínas e aminoácidos (SAKOMURA, 1998; TEMIM et al., 2000). A redução dos níveis de proteína nas não compromete o desempenho das aves quando ocorre a suplementação de aminoácidos sintéticos, tais como, lisina, metionina e treonina, a utilização de aminoácido sintético na dieta das aves permite a ingestão de aminoácidos sem sobrecarregar o sistema corporal com excesso de proteína (SAKOMURA, 1998).

Com a utilização de aminoácidos sintéticos nas dietas, permitiu atender as exigências nutricionais das aves, reduzindo os níveis de proteína bruta presentes nas rações. Com isso, passou a adotar o conceito de proteína ideal, fornecendo um balanço entre os aminoácidos, sem que ocorra o excesso ou a deficiência entre os mesmos a partir de um aminoácido referência (Lisina), suprimindo as exigências de todos os aminoácidos essenciais para o desenvolvimento e desempenho produtivo das aves (LIMA; SILVA, 2007).

Vitaminas e Minerais

A queda no consumo de ração reduz a ingestão de vitaminas e minerais importantes para o desempenho produtivo das aves. A vitamina C (ácido-ascórbico), exerce um papel importante na produção de aves, uma vez que participa de reações metabólicas no organismo das aves, atuando como co-fator enzimático, mantendo a integridade do epitélio da mucosa e da parede dos vasos, a vitamina C também participa da formação dos glóbulos vermelhos e dos níveis de corticosteroides circulantes (LOPOES, 2015). A vitamina C é sintetizada no pelo organismo das aves com o objetivo de atuar no crescimento e metabolismo, por intermédio da glicose-1-fosfato, o processo de síntese da vitamina C pelo organismo é prejudicado quando as aves estão em estresse por calor, sendo que a capacidade de síntese não é suficiente nesta condição, pois ocorre a paralisação dos processos enzimáticos envolvidos no processo de síntese (FURLAN; MACARI, 2008; BETERCHINI, 2006). Diante do exposto, há necessidade de realizar a suplementação nas dietas das aves.

O selênio é importante no processo de manutenção da integridade das membranas celulares, atuando na ativação da enzima glutathione peroxidase. A suplementação de zinco na dieta de aves desafiadas por calor também é importante, pois durante as respostas imunológicas, ocorre a redução dos níveis deste mineral no sangue devido a participação da síntese de metalotioneína no fígado, elevando a absorção do mesmo, sendo assim sua exigência aumenta devido a estes fatores (BETERCHINI, 2006; RIBEIRO et al., 2008).

CONCLUSÕES

O estresse térmico desencadeia uma série de fatores que afetam a produção de aves, uma vez que as aves alteram o consumo de ração para controlar a produção de calor

metabólico entre outros mecanismos para retornar a zona de conforto. Algumas estratégias são adotadas para melhorar a criação de aves, tais como modificações no ambiente e modificações na dieta, como forma de amenizar os efeitos que o estresse calórico provoca nas aves para alcançar altos índices produtivos

REFERÊNCIAS

1. Abreu VMN, Abreu PG. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. R. Bras. Zootec. v. 40, n. 2, p. 1-14, 2011.
2. Baziz HA, Geraert PA., Guillaumin S. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. Poultry Science. 1996; 505-513-75.
3. Bertechini AG. Nutrição de monogástricos. Lavras: Ed. UFLA, 2006.
4. Borges AS, Maiorka A, Silva AVF. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. Cienc. Rural. 2003; 975-981-33.
5. Chen CL, Sangiah S, Chen H, Roder JD, Shen Y. Effects of heat stress on Na⁺, K⁺-ATPase, Mg²⁺-activated ATPase, and Na⁺-ATPase activities of broiler chickens vital organs. J. Toxicol. Environ. Health, Part A Current Issues. 1994; 345-356-41.
6. Ferreira, R. A. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos. Viçosa: Aprenda Fácil. 2005
7. Furlan RL. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., 2006, Chapecó. Anais... Chapeco: Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, 2006; 104-135.
8. Furlan RL, Macari M. Termorregulação. In: Macari M, Furlan RL, Gonzales E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2ed. Jaboticabal: Funesp.2008.
9. Garcia JRM. Avanços na nutrição da poedeira moderna. Simpósio sobre manejo e nutrição de aves e suínos. 2003.
10. Jácome IMTD, Furtado DA, Leal AF, Silva JHV, Moura JFP. Avaliação de índices de conforto térmico de instalações para poedeiras no nordeste do Brasil. RBEAA. 2007; 527-531-11.
11. Kucuk O, Sahin N, Sahin K. Supplemental zinc and vitamin A can alleviate negative effects of heat stress in broiler chickens. Biol Trace Elem Res. 2003; 225-235-94.
12. Laganá C, Ribeiro AML, Gonzalez FHD, Almeida Lacerda L, Terra SR, Barbosa PR. Suplementação de vitaminas e minerais orgânicos nos parâmetros bioquímicos e hematológicos de frangos de corte em estresse por calor. BIA. 2005; 157-165-62.
13. Leeson S, Summers JD. Commercial poultry nutrition.3ª ed. Guelph: University Books; 2005.

14. Lima MR, Silva JHV. Efeito da relação lisina:arginina digestível sobre o desempenho de poedeiras comerciais no período de postura. *Acta Vet. Bras.* 2007; 118-124-1.
15. Lopes JCO, Ribeiro MN, Lima VBS. Estresse por calor em frangos de corte. *Nutritime.* 2015; 4478-4487-6.
16. Macari M, Furlan RL, Gonzales E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal : FUNEP/ UNESP; 1994.
17. Melo AS, Fernandes RTV, Marinho JBM, Arruda AMV, Figueirêdo, LC, Fernandes RTV. Relação temperatura e nutrição sobre o desempenho de galinhas poedeiras. *PUBVET.* 2016; 855-860-11.
18. Mujahid A, Akiba Y, Toyomizu M. Acute heat stress induces oxidative stress and decreases adaptation in young white leghorn cockerels by downregulation of avian uncoupling protein. *Poultry Science.* 2007; 364-371-86.
19. Neto ARO, Oliveira RFM, Donzele JL, Rostagno HS, Ferreira RA, Maximiniano HC, Gasparino E. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas controlada e dois níveis de energia metabolizável. *R. Bras. Zootec.* 2000; 183-190-1.
20. Nobakht A, Tabatbaei S, Khodaei S. Effects of Different Sources and Levels of Vegetable Oils on Performance, Carcass Traits and Accumulation of Vitamin E in Breast Meat of Broilers. *Journal of Biological Sciences.* 2011; 601-605-3.
21. Oliveira RFM, Zanusso JT, Donzele JL, Ferreira RA, Albino LFT, Valerio SR, Oliveira ARN, Carmo HM. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente de alta temperatura. *R. Bras. Zootec.* 2000; 810-816-29.
22. Ribeiro AML, Vogt LK Canal CW, Laganá, C, Streck AF. Suplementação de vitaminas e minerais orgânicos e sua ação sobre a imunocompetência de frangos de corte submetidos a estresse por calor. *R. Bras. Zootec.* 2008; 636-644-4. .
23. Sakomura, N. K. Exigências nutricionais das aves utilizando o modelo fatorial. In: *Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos, Viçosa:UFV, Anais... p.319-344, 1998.*
24. Stringhini JH, Jardim Filho RM, Pedroso AA, Café MB, Carvalho FB, Matos, MS. Nutrição no período de pré-postura, pico e pós-pico de poedeiras comerciais. *Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola. Fundação Avícola de Ciência e Tecnologia Avícolas Santos, Santos, 2005.*
25. Temim S, Chagneau AM, Guillaumin S, Michel J, Peresson R, Tesseraud S. Does excess dietary protein improve growth performance and carcass characteristics in heat- exposed chickens? *Poultry Science.* 2000; 312-317-79.

26. Tinôco IFF, Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. Rev. Bras. Cienc. Avic. 2001;1:25-3.
27. YAHAV S, Thermal manipulation during the perinatal period-does it improve thermotolerance and performance of broiler chickens? Proceedings of the 19th Australian Poultry Science Symposium, Sydney, New South Wales, Australia, 12-14 February 2007. Poultry Research Foundation, Australian, 2007.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-134>

Capítulo 134

USO DE FITOTERAPICOS COM ATIVIDADE ANTI-HELMÍNTICA EM OVINOS

Mateus Oliveira Mena^{1*}, Ricardo Velludo Gomes de Soutello³, Tábata Alves do Carmo¹, Isabela de Almeida Cipriano¹, Giordani Mascoll de Favare¹, Gabriel Jabismar Guelpa¹, Bruna Xavier David²

¹Mestrando(a) em Ciência e Tecnologia Animal – FCAT – UNESP;

*mateus.mena@unesp.br ²Graduanda em Zootecnia – FCAT – UNESP;

³Docente/pesquisador do Depto de Parasitologia animal – FCAT – UNESP.

RESUMO: As doenças parasitárias representam impacto negativo em potencial para a produção animal, comprometendo, muitas vezes, o processo de transformação dos produtos de origem animal, com perdas estimadas em 13,96 bilhões de dólares/ano, sendo mais da metade (US\$ 7,10 bilhões) relacionadas somente aos nematoides gastrintestinais. A sensibilidade desses animais a estes parasitas tornou-se grande problema na produção devido a estas helmintoses ocorrerem por meio de infecções de várias espécies de parasitas do trato gastrintestinal. Além disso, causam sérios problemas sanitários como perda de peso, anemia, letargia, anorexia e até a morte, levando a prejuízos como diminuição da produção e aumento do valor do produto final. O controle dessas parasitoses é basicamente feito por meio de anti-helmínticos que permanece essencialmente com bases químicas. Decorrente do insuficiente repasse de tecnologia, ou mesmo de informações inadequadas referentes à frequência de tratamento e à utilização incorreta das drogas antiparasitárias em ovinos, foi observada grande diminuição da eficácia desses produtos nas principais regiões produtoras brasileiras, inclusive, com o aparecimento de cepas resistentes a vários grupos químicos disponíveis no mercado. Neste sentido, as pesquisas estão cada vez mais direcionadas à busca por tratamentos alternativos como, por exemplo, a fitoterapia. Produtos naturais quando vindos de espécies vegetais, apresentam grande importância no desenvolvimento de novos medicamentos. A fitoterapia pode trazer grandes benefícios ao produtor, consumidor e meio ambiente. No entanto, estudos *in vivo* são escassos e carecem de informações. Observa-se que as fontes científicas relacionadas aos fitoterápicos utilizados em ovinos ainda são escassas. Mas muitos autores que utilizaram fitoterápicos obtiveram um resultado satisfatório, sendo assim, é conclusivo que o uso de fitoterápicos no controle das helmintoses em ovinos pode se tornar uma alternativa positiva por ser um produto eficaz, geralmente de fácil acesso e baixo custo, todavia, estudos *in vitro* devem ser realizados e posteriormente *in vivo* na busca e validação de plantas que podem ser utilizadas.

Palavras-chave: helmintose; resistência; controle alternativo

INTRODUÇÃO

A criação de ovinos (*Ovis aries*) é uma atividade executada mundialmente, com produção de carne anual de 14 milhões de toneladas, o que constitui cerca de 3% da produção mundial de carne (1).

Os países tropicais e subtropicais comportam a maioria da população ovina, devido a fatores geoclimáticos aos quais os animais são adaptados (2). O Brasil vem ao longo dos anos se estabelecendo no cenário agropecuário global e a ovinocultura não se torna exceção nesse mercado, sendo uma atividade de grande rentabilidade por meio da carne, couro, leite e lã, possuindo menores exigências de extensão de pastagem com menos animais por área comparada a produção bovina (3).

O Brasil ocupa a 18ª posição na classificação mundial de ovinos e a utilização das áreas de pastagens vem sendo cada vez mais exploradas como fonte primária de energia na dieta de ruminantes, proporcionando papel importante na pecuária de corte e incrementando a oferta de produtos (1). Porém sistemas que incluem pastejo de animais contribuem para o aumento de infecções por helmintos gastrintestinais (4).

As doenças parasitárias representam impacto negativo em potencial para a produção animal, comprometendo, muitas vezes, o processo de transformação dos produtos de origem animal (5), com perdas estimadas em 13,96 bilhões de dólares/ano, sendo mais da metade (US\$ 7,10 bilhões) relacionadas somente aos nematoides gastrintestinais (6).

A sensibilidade desses animais a estes parasitas tornou-se grande problema na produção devido a estas helmintoses ocorrerem por meio de infecções de várias espécies de parasitas do trato gastrintestinal. Além disso, causam sérios problemas sanitários como perda de peso, anemia, letargia, anorexia e até a morte, levando a prejuízos como diminuição da produção e aumento do valor do produto final. (7).

O controle dessas parasitoses é basicamente feito por meio de anti-helmínticos que permanece essencialmente com bases químicas. Decorrente do insuficiente repasse de tecnologia, ou mesmo de informações inadequadas referentes à frequência de tratamento e à utilização incorreta das drogas antiparasitárias em ovinos, foi observada grande diminuição da eficácia desses produtos nas principais regiões produtoras brasileiras, inclusive, com o aparecimento de cepas resistentes a vários grupos químicos disponíveis no mercado (8).

Neste sentido, as pesquisas estão cada vez mais direcionadas à busca por tratamentos alternativos como, por exemplo, a fitoterapia (8). Produtos naturais quando vindos de espécies vegetais, apresentam grande importância no desenvolvimento de novos medicamentos. A fitoterapia pode trazer grandes benefícios ao produtor, consumidor e meio ambiente. No entanto, estudos *in vivo* são escassos e carecem de informações. Portanto, o presente trabalho traz uma revisão sobre a importância de estar procurando novas alternativas com ação anti-helmíntica na fitoterapia.

Desenvolvimento dos Helmintos Gastrintestinais nos Ovinos

Os gêneros de maior ocorrência no estado de São Paulo são *Haemonchus spp.*, *Trichostrongylus spp.*, *Cooperia spp.*, *Oesophagostomum spp.* e *Strongyloides spp.* A família *Trichostrongylidae* tem maior importância e patogenicidade nas infecções (9).

O *Trichostrongylus* em infecções severas causa grave enterite. Quando instalados no intestino delgado penetram abaixo do epitélio do órgão em que se encontram presentes, causando lesões na mucosa e exsudação de proteínas séricas (10). Os principais danos são atrofia das vilosidades, espessamento da mucosa e erosão do epitélio o que levam a alteração e comprometimento da absorção dos nutrientes. Animais parasitados tendem a

ter uma redução no consumo de alimentos (11). Os sinais clínicos da *Coopéria* são similares aos do *Trichostrongylus*.

Os *Strongilóides*, apresentam aspectos biológicos distintos dos demais, pois as larvas infectam seus hospedeiros, por penetração cutânea, ingestão de pastagens contaminadas e pela transmissão da matriz para a cria pela ingestão do colostro. Esta espécie pode habitar o epitélio do intestino delgado, duodeno e jejuno, levando a inflamações semelhantes ao citado anteriormente (12).

O gênero *Oesophagostomum* é um dos mais patogênicos. A enfermidade é causada por larvas que se localizam na mucosa do intestino causando inflamação e formação de nódulos. Os sinais clínicos são anorexia, diarreia intensa e anemia (13). Porém, normalmente as infecções são mistas podendo haver parasitos de outras espécies além dos citados (14).

O *Haemonchus* é hematófago e consome 0,05mL a 0,08mL de sangue por dia, sendo assim um animal infectado por 500 parasitas, uma infecção relativamente leve, perderá de 25 mL a 40 mL de sangue por dia. No entanto ao final de cinco meses, terá perdido até 6 litros de sangue. Um animal com uma infecção severa de 10 a 59 mil helmintos poderá perder diariamente até 4 litros de sangue (15). Os animais que possuem carga parasitária elevada, além da anemia grave, também apresentam edemas submandibulares, caquexia, letargia, prostração e ascite. (14, 16).

O ciclo de vida desses parasitos é dividido em fase exógena (dentro do ovo no meio ambiente) e fase endógena (dentro do hospedeiro). Inicia-se pela ingestão do parasita na fase L3 que é a forma infectante, chegando ao meio externo pelas fezes ou secreções o ovo é eclodido liberando larvas L1 que evoluem até o terceiro estágio no meio exterior podendo ter um desenvolvimento favorecido pela umidade e temperaturas consideravelmente altas de 25°C a 27°C (17).

Controle Anti-Helmíntico

No início da década de 1980, com o lançamento das lactonas macrocíclicas, endectocidas de amplo espectro (avermectinas e milbemicinas) largamente utilizados em animais domésticos, houve uma chamada revolução no mercado de produtos veterinários para o controle de parasitos (18).

Porém, com o tempo, várias formulações contendo avermectinas foram liberadas no mercado com o preço reduzido levando ao uso indiscriminado e, conseqüentemente, à seleção de populações resistentes de endo e ectoparasito. A utilização incorreta e indiscriminada desses produtos e a falta de conhecimento sobre aspectos epidemiológicos do agente parasitário pelos produtores têm provocado o surgimento de resistência dos nematódeos, ou seja, a seleção dos parasitos à ação dos medicamentos utilizados podendo apresentar-se como um dos principais problemas sanitários na cadeia de produção animal (19).

Fitoterápicos e Fitoconstituintes no Controle Anti-Helmíntico

Desde a antiguidade, plantas medicinais são utilizadas para o tratamento de diversas doenças. Estudos revelam que entre os anos de 5.000 e 2.800 a.C, o homem já realizava o cultivo de cereais e fazia uso de algumas plantas medicinais. As plantas medicinais têm sido uma rica fonte para obtenção de moléculas com propriedades farmacológicas. No entanto, a fitoterapia é o tratamento de enfermidades através de vegetais frescos, drogas vegetais ou extratos vegetais (21).

Sendo assim, o uso de fitoterápicos com finalidade profilática ou curativa passou a ser oficialmente reconhecido pela OMS (Organização Mundial da Saúde) em 1978, quando recomendou a difusão mundial dos conhecimentos necessários para seu uso. De acordo com a OMS, 80% da população mundial depende das práticas tradicionais no que se refere à atenção primária a saúde e 85% dessa parcela utiliza plantas ou preparações à base de vegetais (22).

O intenso crescimento de produtos naturais está relacionado a alguns fatores, dentre eles: efeitos indesejáveis e prejuízos causados pelo uso abusivo e incorreto de medicamentos sintéticos. Contudo, diante da carência financeira, devido a ampla camada da população não ter acesso a medicina institucionalizada, a fitoterapia é uma alternativa viável para a maioria dos brasileiros. (23).

Nas últimas décadas, as plantas têm sido usadas como uma fonte promissora de moléculas alvo para o desenvolvimento de novos medicamentos para o tratamento de câncer, dor, infecções e infestações parasitárias. Os metabólitos secundários são compostos orgânicos produzidos pelas plantas e não estão diretamente relacionadas com seu crescimento, desenvolvimento e reprodução, porém garantem vantagens para manutenção de sua vida e perpetuação da espécie. (24).

As propriedades biológicas ou toxicidade exibidas pelas plantas estão relacionadas diretamente à natureza e quantidade de seus fitoconstituintes. Sendo assim, a ação antiinflamatória de muitas plantas medicinais normalmente está associada à presença de flavonoides, compostos polifenólicos e lignanas (25).

Vários grupos de pesquisa em todo o mundo realizaram estudos sobre o uso de plantas e extratos para o tratamento de parasitas gastrointestinais em ovinos. Esses estudos demonstraram a importância dessa área de pesquisa como alternativa no controle da infecção (26).

A atividade anti-helmíntica dessas plantas está geralmente associada à presença de taninos (27). No entanto, alguns estudos vêm ressaltando a atividade em plantas não-taníferas como por exemplo *Cymbopogon citratus*, cujas propriedades anti-helmínticas estão relacionadas a outros tipos de componentes contidos em óleos essenciais (28).

Em um estudo, 35 extratos vegetais foram avaliados *in vitro* contra nematóides gastrintestinais de ovinos. Destes, 13 extratos apresentaram eficiência superior a 80%: coraçãozinho (*Melochia villosa*), aster (*Aster lanceolatus*), capim arroz (*Oryza latifolia*), roseira do brejo (*Pavonia angustifolia*), pitomba (*Trichilia pallida*), guiné (*Petiveria alliacea*), jenipapo (*Genipa americana*), xaxim (*Dicksonia sellowiana*) (pó seco 1 g), *D. sellowiana* (pó seco 2 g), *D. sellowiana* (extrato bruto), *D. sellowiana* (extrato filtrado), *Pterocaulon interruptum* (fração acetila) e *P. interruptum* (extrato bruto). Nos testes *in vivo* em ovinos, o extrato de *P. interruptum* foi administrado por via oral, na dosagem de 33,34 mg kg⁻¹ de peso corporal e obteve-se redução de 47% no número de ovos de trichostrongilídeos eliminados nas fezes. Já a administração de *Dicksonia sellowiana* em forma de pó seco, na dose de 5 g kg⁻¹ p.c., determinou 86,6% de redução de ovos dos nematóides gastrintestinais (29).

No Nordeste do Brasil, foram feitas avaliações de algumas plantas com atividade anti-helmíntica, tais como: *Cucurbita moschata* (Abóbora), *Momordica charantia* (Melão-de-são-caetano), *Mentha sp.* (Hortelã), *Carica papaya* (Mamão), *Jathropha curcas* (Pinhão-branco), *Scoparia dulces* (Vassourinha), *Spigelia anthelmia* (Erva lombrigueira), *Melia azedarach* (Lírio-do Campo) e *Musa spp.* (Bananeira). Os resultados mostraram-se promissores com redução de ovos por gramas de fezes (OPG) em 45 a 96% (30).

No Brasil, as espécies da família *Piperaceae* são localizadas de Norte a Sul, com boa ocorrência no Estado do Rio de Janeiro. (31). Estudos fitoquímicos de espécies de *Piperaceae* têm levado ao isolamento de metabólitos especiais das vias biossintéticas do chiquimato, acetato-mevalonato e mista, com destaque para as substâncias isoladas do gênero *Piper* (amidas, lignanas, neolignanas, arilpropanoídes, flavonoides, cromenos). Na literatura, registra-se também a ocorrência de derivados do ácido benzoico e seconeolignanas (*Peperomia*), e derivados catecólicos (*Piper*, seção *Pothomorphe*) (32).

O jaborandi-falso (*Piper aduncum*) foi avaliado em ensaio *in vitro* sobre a eclodibilidade dos ovos de helmintos com CI50 de 2,4 mg/mL, entretanto a planta não foi avaliada em ensaios *in vivo* (33).

A *Piper cubeba* é uma planta não-tanífera nativa da Indonésia que nas últimas décadas vem sendo muito estudada principalmente pela presença de lignanas bioativas como a hinoquinina, cubebina, diidrocubebina entre outras (34).

As sementes providas de frutos coletados e cuidadosamente secos antes de se madurar resultam numa aparência muito semelhante a popular pimenta-do-reino. O sabor é picante, ligeiramente amargo e persistente e possuem óleos essenciais usados para tratamentos de distúrbios circulatórios e doenças das vias urinárias. Na medicina tradicional indiana é usada para aliviar dores gástricas, enterites, diarreias e inflamações e para tratar icterícia aguda (35). O fruto de *P. cubeba* contém um óleo rico em terpenos, sendo o sabineno e o eucaliptol a maior proporção (36).

Além disso, o extrato hidroalcoólico de frutas de *P. cubeba* apresenta cerca de 24 lignanas com estruturas químicas altamente variadas (37). Apesar da diversidade estrutural dos componentes presentes no extrato de *P. cubeba*, as atividades biológicas desse extrato são geralmente atribuídas às lignanas cubebina e hinokinina, que são os compostos nas concentrações mais altas (38). A pimenta também possui atividade antiparasitária como esquistossomicida (36) e tripanocida (39).

As lignanas consistem em metabólitos secundários que apresentam uma ampla gama de propriedades biológicas. Entre essa grande variedade estrutural de lignanas estudadas em plantas, destaca-se a cubebina que vem se tornando alvo de estudo por vários grupos de pesquisa principalmente a fim de potencializar propriedades farmacológicas. A cubebina é encontrada em várias espécies de plantas, porém na *Piper cubeba* possui quantidades consideráveis, sendo está atualmente a principal fonte de extração (40).

Resultados de avaliações *in vitro* preliminares concluem que essas lignanas quando atuam em sinergismo podem apresentar atividade anti-helmíntica no controle de parasitoses em ovinos confirmando também a segurança do consumo da planta.

CONCLUSÕES

Observa-se que as fontes científicas relacionadas aos fitoterápicos utilizados em ovinos ainda são escassas. Mas muitos autores que utilizaram fitoterápicos obtiveram um resultado satisfatório, sendo assim, é conclusivo que o uso de fitoterápicos no controle das helmintoses em ovinos pode se tornar uma alternativa positiva por ser um produto eficaz e geralmente de fácil acesso, todavia, estudos *in vitro* devem ser realizados e posteriormente *in vivo* na busca e validação de plantas que podem ser utilizadas.

REFERÊNCIAS

1. FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Statistics division. Production, live animals, regions, sheep. 2016. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/pt/>. Acesso em: 10 de agosto de 2021.
2. JIMENEZ-SANZ, A. L.; QUIRINO, C. R.; PACHECO, A.; COSTA, R. L. D.; BELTRAME, R. T.; RUA M, A. S.; MADELLA-OLIVEIRA, A. F. Relação entre fatores associados às parasitoses gastrointestinais, desempenho e estado fisiológico de ovelhas Santa Inês. *Agropecuária Técnica*, v. 37, n. 1, p. 88-95, 2016.
3. GIANLORENÇO, V. K. Produção de carne ovina pode ser mais rentável que bovina. São Paulo: SEBRAE. 2013. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/> Acesso em: 10 de agosto de 2021.
4. MENDONÇA, V. M.; SANTOS, A. J.; NASCIMENTO, I. R.; OLIVEIRA, M. A. S.; ROCHA, S. S.; CABRAL, E. S. Perspectivas da fitoterapia veterinária: plantas potenciais na terapia dos animais de produção. *Cadernos de Agroecologia*, v. 9, n. 4, p.1-5, 2014.
5. STOTZER, E. S.; LOPES, L. B.; ECKSTEIN, C.; MORAES, M. C. M. M.; RODRIGUES, D. S.; BASTINETTO, E. Impacto econômico das doenças parasitárias na pecuária: uma Revisão. *Brazilian Journal of Hygiene and Animal Sanity*, v. 8, n. 3, p. 198-221, 2014.
6. GRISI, L.; LEITE, R. L.; MARTINS, J. R. S.; BARROS, A. T. M.; ANDREOTTI, R.; CANÇADO, P. H. D.; LEÓN, A. A. P.; PEREIRA, J. B.; VILLELA, H. S. Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites in Brazil. *Braz. J. Veterinary Parasitology*. v. 23, n. 2, p. 150-156, 2014.
7. TAYLOR, M. A.; COOP, R. L.; WALL, R. L. *Veterinary parasitology*. 3. ed. Philadelphia: Oxford: Blackwell Publishing, 2007. 874 p.
8. MOLENTO, M. B.; TASCA, C.; GALLO, A.; FERREIRA, M.; BONONI, R.; STECCA, E. Método FAMACHA como parâmetro clínico individual de infecção por *Haemonchus contortus* em pequenos ruminantes. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, p. 1139- 1145, 2004.
9. AMARANTE, A. F. T. Atualidades no controle de endoparasitoses ovinas. *In: SIMPÓSIO PAULISTA DE OVINOCULTURA*, Campinas. Anais [...]. Campinas: CATI/SAA, 1995. p. 33- 49.
10. ANDRONICOS, N. M.; MCNALLY, J.; KOTZE, A. C.; HUNT, P. W.; AARON, I. *Trichostrongylus colubriformis* larvae induce necrosis and release of IL33 from intestinal epithelial cells *in vitro*: Implications for gastrointestinal nematode vaccine design. *Int. J. Parasitol.*, v. 42, p. 295-304, 2012.

11. HOLMES, C. R. Application of a weighing system for measuring total evaporative water losses in large ruminants. *Journal of Thermal Biology*. v. 10, p. 5-7, 1985.
12. AMARANTE, A. F. T.; SALES, R. O. Controle de endoparasitoses dos ovinos: uma revisão. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v. 1, n. 2, p. 25-47, 2007.
13. HORAK, I. G.; CLARK, R. The pathological physiology of helminth infestations: *Oesophagostomum columbianum*. *Onderstepoort J. Vet. Res.*, v. 33, p. 139-60, 1966.
14. AMARANTE, A. F. T.; BRICARELLO, P. A.; ROCHA R. A.; GENNARI, S. M. Resistance of Santa Ines, Suffolk and Ile de France lambs to naturally acquired gastrointestinal nematode infections. *Veterinary Parasitology*, v. 120, p. 91-106, 2004.
15. MARQUADT, W. H.; DEMAREE, R. S.; GRIEVE, R. B. *Parasitology and Vector Biology*. 2. ed. [S.l.]: Academic Press, 2000.
16. URQUHART, G. M.; ARMOUR, J.; DUNCAN, J. L.; DUNN, A. M.; JENNINGS, F. W. *Parasitologia veterinária*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. p. 273.
17. SEQUEIRA, T. C. G. O.; AMARANTE, A. F. T. *Parasitologia veterinária: animais de produção*. Rio de Janeiro: EPUB, 2001.
18. GEARY, T. G. Ivermectin 20 years on: Maturation of a wonder drug. *Trends Parasitol.*, v. 21, n. 11, p. 530-532, 2005.
19. PAIVA, F. Resistência a ivermectina constatada em *Haemonchus placei* e *Cooperia punctata* em bovinos. *A Hora Veterinária*, v. 20, n.120, p.29-32, 2001.
20. CEZAR, A. S.; TOSCAN, G.; CAMILLO, G. Multiple resistance of gastrointestinal nematodes to nine diferente drugs in a sheep flock in southern Brazil. *Veterinary Parasitology*, v. 173, p. 157-160, 2010.
21. OLIVEIRA F, AKISUE M. K. *Fundamentos de farmacobotânica*. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 1997.
22. MAIOLI-AZEVEDO, V.; FONSCA-KRUEL, V. S. da. Plantas Medicinais e ritualísticas vendidas em feiras livres no município do Rio de Janeiro, R. J.: Brasil: estudo de caso da zona norte e sul. *Acta Botânica Brasílica*, São Paulo, v. 21, n. 2, 2007.
23. ALBUQUERQUE, J. M. *Plantas medicinais de uso popular*. Brasília: Ministério da Educação, 1989.

24. SANTOS, A. R.; PINHEIRO, A. C.; SODERO, A. C. R.; CUNHA, A. S.; PADILHA, M. C.; SOUSA, P. M.; FONTES, S. P.; *Quim. Nova* 2007, 30, 125.
25. KUMAR, S.; PANDEY, A. K. Chemistry and biological activities of flavonoids. *The Scientific World Journal*, New York, v. 1, n. 1, p. 1-16, 2013.
26. SOLDERA-SILVA. Assessment of anthelmintic activity and bio-guided chemical analysis of *Persea americana* seed extracts. *Veterinary Parasitology*, v. 251, n.15, p. 34-43, 2018.
27. KATIKI, L. M.; BARBIER, A. M. E.; ARAUJO, R. C.; VERÍSSIMO, C. J.; LOUVANDINI, H.; FERREIRA, J. F. S. Synergistic interaction of ten essential oils against *Haemonchus contortus* *in vitro*. *Vet. Parasitol.* v. 243, p. 47-51, 2017.
28. MACEDO, I. T. F.; OLIVEIRA, L. M. B.; RIBEIRO, W. L. C.; SANTOS, J. M. L.; SILVA, K. C.; ARAÚJO FILHO, J. V.; CAMURÇA-VASCONCELOS, A. L. F.; BEVILAQUA, C. M. L. Anthelmintic activity of *Cymbopogon citratus* against *Haemonchus contortus*. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, v. 24, n.3, p. 268-275, 2015.
29. KRYCHACKY-FURTADO, S. Alternativas fitoterápicas para o controle da verminose ovina no estado do Paraná: testes *in vitro* e *in vitro*. 2006. 127 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
30. OLIVEIRA, D. B.; AMORIM, A.; BRAGA, M. M.; MATTOS, D. G.; ALMOSNY, N. R. P. Atividade anti- Helmíntica da babaneira (*Musa sp*) em caprinos. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PARASITOLOGIA*, Salvador. Anais [...]. Salvador: Sociedade Brasileira de Parasitologia, 1997. p. 65.
31. SUNILA, E. S.; KUTTAN, G. Immunomodulatory and antitumor activity of *Piper longum* Linn. And piperine. *J. Ethnopharmacol.*, v. 90, n. 2-3, p. 339- 346, 2004.
32. MARQUES, A. M.; VELOZO, L. S. M.; MOREIRA, D. L.; GUIMARÃES, E. F.; KAPLAN, M. A. C. Aristolactams from roots of *Ottonia anisum* (Piperaceae). *Natural Product Communications*, v. 6, p. 939-942, 2011.
33. OLIVEIRA, P. A.; PINTO, D. M.; RUAS, J. L.; SANTOS, T. R. B.; PAPPEN, F. G.; SALVADEGO, T. A.; BORBA, T. C.; FERIGOLLO, A. P. Eficácia de diferentes fármacos no controle parasitário em ovinos. *Science and Animal Health*, v. 2, n. 2, p. 126- 136, 2014.
34. LAURENTIZ, R. S. Avaliação da atividade antimicobacteriana da lignana diidrocubebina extraída da *Piper cubeba* e de seus derivados semissintéticos. *Revista Brasileira de Plantas medicinais*, v. 17, n. 4, p. 782-789, 2015.
35. CHOPRA, R. N.; NAYER, S. L.; CHOPRA, I. C. Glossary of indian medicinal plants. New Delhi: Council of Scientific and Industrial Research, 1956.

36. MAGALHÃES, L. G.; SOUZA, J. M.; WAKABAYASHI, K. A.; LAURENTIZ, R. S.; VINHÓLIS, A. H.; REZENDE, K. C.; SIMARO, G. V.; BASTOS, J. K.; RODRIGUES, V.; ESPERANDIM, V. R.; FERREIRA, D. S.; CROTTI, A. E.; CUNHA, W. R.; SILVA, M. L. A. *In vitro* efficacy of the essential oil of *Piper cubeba* L. (Piperaceae) against *Schistosoma mansoni*. *Parasitol Res.*, v. 110, n. 5, p. 1747-1754, 2012.
37. ELFAHMI RUSLAN, K.; BATTERMAN, S.; BOS, R.; KAYSER, O. WOERDENBAG, H. J.; QUAX, W. Lignan profile of *Piper cubeba*, an Indonesian medicinal plant. *Biochem. Syst. Ecol.*, v. 35, p. 397-402, 2007.
38. LIMA, R. G.; BARROS, M. T.; LAURENTIZ, R. S. Medicinal Attributes of Lignans Extracted from *Piper cubeba*: Current Developments. *ChemistryOpen*, v. 7, p. 180- 191, 2018.
39. ESPERANDIM, V. R. *in vitro* antiparasitic activity and chemical composition of the essential oil obtained from the fruits of *Piper cubeba*. *Planta Medica*. v. 79, p. 1653–1655, 2013.
40. PISSURNO, A. P. R.; LAURENTIZ, R. S. Cubebina: uma molécula com grande potencial. *Revista virtual de química*, v. 9, n. 2, p. 656-671, 2017.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-135>

Capítulo 135

FUNGOS NEMATÓFAGOS NO CONTROLE BIOLÓGICO DE NEMATOIDES GASTRINTESTINAIS DE EQUINOS MANTIDOS À PASTO

Tábata Alves do Carmo^{1*}; Mateus Oliveira Mena¹; Isabela de Almeida Cipriano¹; Giordani Mascoli de Favare¹; Gabriel Jabismar Guelpa¹; Lucas Boaventura Scavacini²; Ricardo Velludo Gomes de Soutello³

¹Mestrando (a) em Ciência e Tecnologia Animal. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena, SP; E-mail: tabata.alves@unesp.br, ²Graduando - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas. Professor/Doutor – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas. E-mail: ricardo.vg.soutello@unesp.br.

RESUMO: Os equinos são apontados como sendo um dos animais mais susceptíveis a uma gama de parasitos e podem abrigar várias espécies em um mesmo momento. O parasitismo ocupa lugar de destaque devido aos prejuízos consequentes da infecção parasitária. Conforme a carga parasitária, os helmintos podem causar desde um pequeno desconforto abdominal, fraqueza, pelagem áspera, retardo de crescimento, hiporexia, anemia, cólicas, diarreias ou constipações até episódios fulminantes de cólica e pode levar o animal a óbito. Devido à alta valorização destes animais e sua relevância na economia mundial, é indispensável a atenção quanto à saúde dos equinos, pois são animais vulneráveis à inúmeras doenças. A principal forma de controle de helmintose, na maioria dos sistemas de criação utiliza-se exclusivamente compostos químicos antiparasitários. Normalmente são administrados antiparasitários comerciais, e os principais grupos químicos utilizados para o controle de helmintose em equinos são os benzimidazóis e as lactonas macrocíclicas. Mas o problema vem sendo o uso de maneira indevida, indiscriminada e sem a associação de estratégias auxiliares de controle. A situação mundial atual é de resistência à maior parte das classes de antiparasitários comerciais disponíveis no mercado. O controle biológico com fungos nematófagos pode ser empregado para diminuir populações de parasitos, já que estes são seus antagonistas naturais. Uma das vantagens na utilização dos fungos nematófagos no controle biológico é devido ao sinergismo no controle químico, o que obtém uma maior atuação sobre as formas infectantes presentes nas fezes, bem como sobre os helmintos adultos que estão parasitando o animal.

Palavras-chave: antagonistas; *Duddingtonia flagans*; eficácia; equídeo; helmintos

INTRODUÇÃO

Estima-se que o número de equinos no Brasil gire em torno de 5 milhões de animais, o que permite o país ocupar a 4ª posição no ranking dos países com maiores rebanhos equinos no mundo, atrás somente de Estados Unidos, China e México, sendo o maior rebanho da América Latina e o terceiro maior rebanho no mundo (1). A equinocultura brasileira gera um valor bruto acima de R\$ 16 bilhões de reais e contribui com 610 mil empregos diretos e 2.430 empregos indiretos (2).

No Brasil, grande parte da criação dos equinos ainda é realizada sob regime extensivo, no qual os animais são mantidos durante todo o tempo no pasto, o que favorece constantemente as helmintoses por nematoides presentes na pastagem (3).

Quanto a sanidade animal, o parasitismo ocupa lugar de destaque devido aos prejuízos consequentes da infecção parasitária. Conforme a carga parasitária, os helmintos podem causar desde um pequeno desconforto abdominal, fraqueza, pelagem áspera, retardo de crescimento, hiporexia, anemia, cólicas, diarreias ou constipações até episódios fulminantes de cólica e pode levar o animal a óbito (4).

Os equinos são apontados como sendo um dos animais mais susceptíveis a uma gama de parasitos e podem abrigar juntamente várias espécies. Devido à alta valorização destes animais e sua relevância na economia mundial, é indispensável a atenção quanto à saúde dos equinos, pois são animais vulneráveis à inúmeras doenças (5).

O controle parasitário é fundamental pois resulta em um melhor desempenho dos animais, principalmente quando a carga animal/área é elevada. A forma de controle é baseada na administração de compostos antiparasitários escolhidos pela sua praticidade e eficiência, relação custo-benefício e pela facilidade de aquisição (6).

Principais helmintos gastrintestinais de equinos

A fauna parasitária dos equinos é muito vasta, compreendendo diversas famílias e gêneros, dentre eles, os nematoides estrongilídeos se destacam como os mais prevalentes. (7). Os estrongilídeos mais comuns em equinos são os pequenos estrôngilos ou ciatostomíneos: *Cyathostomum* spp., *Triodontophorus* spp., *Cylicostephanus* spp.; os grandes estrôngilos: *Strongylus vulgaris*, *Strongylus equinus*, *Strongylus edentatus* e ainda, *Parascaris equorum*, *Oxyuris equi*, *Strongyloides westeri*, *Trichostrongylus axei*, *Gasterophilus* spp., *Habronema* spp., *Dictyocaulus arnfieldi*, *Anoplocephala* spp. (6; 5).

Os pequenos estrôngilos pertencem à subfamília *Cyathostominae*, conhecidos como ciatostomíneos, esses são considerados os helmintos de maior importância, isso se dá pela sua atual prevalência, potencial patogênico e capacidade de desenvolver resistência anti-helmíntica (8). Estes podem parasitar equinos de todas as idades, porém, apresentam maior patogenicidade aos animais jovens (9; 10; 11; 12). Podem comprometer o peristaltismo e a conversão alimentar, formando nódulos na parede do trato gastrintestinal a cada mudança de estado larval, possuindo larvas hematófagas e adultos histiófagos (13). Eventualmente os ciatostomíneos compreendem 95-100% da carga parasitária total (14).

Tratamento anti-helmíntico

A principal forma de controle de helmintoses gastrintestinais, na maioria dos sistemas de criação utiliza-se exclusivamente compostos químicos antiparasitários (15). Os esquemas de controle de helmintose equina preconizados no Brasil e em outros países são,

normalmente supressivos, com seis tratamentos por ano (16). Normalmente são administrados antiparasitários comerciais, e os principais grupos químicos utilizados para o controle de helmintose em equinos são os benzimidazóis (ex: albendazole e oxibendazole), pirimidinas, imidazotiazóis (ex: pamoato de pirantel e levamisole) e principalmente o grupo das lactonas macrocíclicas (ex: ivermectina, abamectina e moxidectina). A diferença entre os grupos químicos está no seu mecanismo de ação e nas formas de eliminação do parasito (15). As lactonas macrocíclicas são as mais eficientes para o controle de parasitas gastrintestinais, pois sua atividade é de amplo espectro, com alta eficiência e elevada margem de segurança (17). Porém, quando seus metabólitos e substâncias ativas são eliminados através da urina e das fezes dos animais diretamente na pastagem, intensificando o volume de substâncias químicas compartilhadas no meio ambiente intervindo negativamente a biodiversidade e a sustentabilidade dos ecossistemas (18; 19).

O grande problema vem sendo o uso de maneira indevida, indiscriminada e sem a associação de estratégias auxiliares de controle (6). Portanto, a situação mundial atual é de resistência à maior parte das classes de antiparasitários comerciais disponíveis no mercado (20).

Resistencia anti-helmintíca

A disseminação das populações de nematoides resistentes aos parasiticidas tornou-se uma séria ameaça para a saúde e produção animal em vários países. Muitos nematoides de importância veterinária têm características genéticas que favorecem o desenvolvimento da resistência anti-helmíntica (21). Assim, a resistência aos anti-helmínticos é hereditária e a administração repetida selecionará, portanto, uma proporção cada vez maior de indivíduos resistentes. Isso acontece porque o parasito adquire a capacidade de mudar a metabolização do fármaco e/ou mudar o local de ligação do fármaco (22).

Existem várias associações de bases químicas utilizadas em equinos no controle parasitário dos equinos. No entanto, as formulações devem apresentar eficácia elevada quando testadas isoladamente. A eficácia das drogas diminui consideravelmente devido seu caráter seletivo, favorecendo a permanência de organismos resistentes e a eliminação de indivíduos susceptíveis (6).

Sendo assim, se faz necessário a atribuição de novas formas de controle parasitário, promovendo a redução do número de larvas infectantes nas pastagens, ocasionando assim a diminuição da reinfecção dos animais e conseqüentemente o uso de anti-helmínticos (23; 3).

Controle Biológico

O controle biológico pode ser definido como um mecanismo pelo qual se utilizam de antagonistas naturais, disponíveis no ambiente, para controlar ou diminuir a um limiar aceitável uma população de organismos considerados nocivos ou indesejados, tanto na pecuária quanto na agricultura (24; 25). Entre os numerosos organismos que atacam nematoides destacam-se: bactérias, vírus, ácaros, besouros, fungos nematófagos, nematoides predadores dentre outros (26).

O controle biológico com fungos nematófagos pode ser empregado para diminuir populações de parasitos, já que estes são seus antagonistas naturais. Uma das vantagens na utilização dos fungos namatófagos no controle biológico é devido ao sinergismo no

controle químico, o que obtém uma maior atuação sobre as formas infectantes presentes nas fezes, bem como sobre os helmintos adultos que estão parasitando o animal (27; 28).

Fungos Nematófagos

Mais de 150 espécies de fungos nematófagos já foram catalogadas. Esses fungos também são conhecidos como destruidores de helmintos (29). Pesquisas utilizando fungos nematófagos vêm se intensificando cada vez (23). Atualmente são aceitos no controle biológico os gêneros *Arthrobotrys*, *Dactylaria*, *Dactylella*, *Duddingtonia*, *Lactydina*, *Monacrosporium* e *Trichothecium* (30).

Apesar do grande número de fungos estarem catalogadas, a maioria dos estudos tem sido com as espécies *Duddingtonia flagrans* e *Arthrobotrys oligospora* (31). Suas vantagens em relação aos demais, devido a sua rápida taxa de crescimento, além de sua afinidade para capturar e digerir nematoides (32).

Os fungos nematófagos vivem na matéria orgânica do solo (33). No meio ambiente, produzem um extensivo sistema de hifas e a intervalos ao longo da hifa, são formadas armadilhas que capturam os nematóides mecanicamente ou por adesão. As armadilhas são divididas em: hifas adesivas não modificadas ou não diferenciadas, ramificações hifais anastomosadas formando redes adesivas tridimensionais, ramificações adesivas que algumas vezes formam redes simples e na maioria das vezes bidimensionais, nódulos adesivos, anéis constritores e anéis não constritores (34).

Eles se comportam como antagonistas naturais, promovendo a captura e a destruição do parasito, e de acordo com sua ação, são classificados em endoparasitas, predadores e oportunistas, sendo que os grupos dos predadores e oportunistas têm sido estudados no controle biológico das helmintoses com resultados promissores (35; 36; 37; 38; 39).

A presença dos fungos *Duddingtonia flagrans* em bolos fecais não afeta os valores de matéria seca, conteúdo de matéria orgânica e que não houve alterações significativas na fauna de nematóides nesse ambiente (40). O controle biológico com essa classe de fungos baseia-se na redução de larvas infectantes na pastagem. Portanto, técnicas que objetivam diminuir a contaminação nesses locais, significam um grande avanço no controle dessa enfermidade (41), e a aplicação do controle biológico tem apresentado resultados promissores *in vitro* e *in vivo* (42) tornando-se uma alternativa sustentável de combate às parasitoses (43).

O desenvolvimento de formulações fúngicas para uso no controle biológico é um dos principais passos para a produção comercial destes microorganismos. Entretanto, não podemos nos esquecer do fator econômico. Deste modo, pesquisas que visam produzir material fúngico de maneira economicamente viável são extremamente necessárias além de ser um passo importante para viabilizar a produção comercial de fungos nematófagos (29).

CONCLUSÕES

Com base no que foi exposto nesta revisão, o controle biológico utilizando fungos nematófagos surge como uma alternativa promissora no combate as helmintoses gastrintestinais de equinos. A utilização destes, não busca abolir a utilização de anti-helmínticos, mas, sim realizar o controle de maneira sinérgica, contribuindo para a redução da infestação das pastagens por larvas infectantes. Assim, sugere que a utilização de fungos

nematófitos em um programa de controle para as helmintoses de equinos mantidos à pasto é plausível.

REFERÊNCIAS

1. Anualpec. Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria, 2019. Anual. 309-3015 p.
2. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Revisão do Estudo do Complexo do Agronegócio do Cavalo. 2016 [acesso em 10 de julho de 2021]. Disponível em: <https://tinyurl.com/ybjn6er3>.
3. Braga, F.R.; Araújo, J.V.; Silva, A.R. et al. Biological control of horse cyathostomin (Nematoda: Cyathostominae) using the nematophagous fungus *Duddingtonia flagrans* in tropical southeastern Brazil. *Veterinary Parasitology*, v.163, n.4, p.335-340, 2009.
4. Lagaggio, V.R.A., Jorge L.L., Oliveira V., Flores M.L. & Silva J.H. 2007. Achados de formas parasitárias em camas de equinos. Santa Maria -RS/Brasil. Acesso em 20 mar 2020. Disponível na Internet: http://www.hipismobrasil.com.br/teses/formas_parasitarias.asp.
5. Rehbein, S.; Martin, V.; Renate, W. Prevalence, intensity and seasonality of gastrointestinal parasites in abattoir horses in Germany. *Parasitology Research*, Berlin, v. 112, n. 1, p. 407-413, 2013.
6. Molento, M.B. Resistência parasitária em helmintos de equídeos e propostas de manejo, *Ciência Rural*, v. 35, n. 6, p. 1469-1477, 2005.
7. Lichtenfels, J.R.; Kharchenko, V.A.; Dvojnos, G.M. Illustrated identification keys to strongylid parasites (Strongylidae: Nematoda) of horses, zebras and asses (Equidae). *Veterinary parasitology*, v.156, n.1, p.4-161, 2008.
8. Lester, H.E.; Spanton, J.; Stratford, C. H.; Bartley, D. J.; Morgan, E. R.; Hodgkinson, J. E.; Coumbe, K.; Mair, T.; Swan, B.; Lemon, G.; Cookson, R. & Matthews, J. B. Anthelmintic efficacy against cyathostomins in horses in Southern England. *Veterinary Parasitology*, v. 197, n. 1–2, p. 189-196, 2014.
9. Kaplan, R. M. Anthelmintic resistance in nematodes of horses. *Veterinary Research*, Les Ulis, v. 33, n. 5, p. 491-507, September 2002.

10. Kaplan, R. M.; Nielsen, M. K. An evidence-based approach to equine parasite control: it ain't the 60s anymore. *Equine Veterinary Education*, Newmarket, v. 22, n. 6, p. 306-316, June 2010.
11. Luksovsky, J. et al. Determining treatment to control two multidrug-resistant parasites on a Texas horse farm. *Journal of Equine Veterinary Science*, Wildomar, v. 33, n. 2, p. 115-119, 2013.
12. Matthews, J. B. Facing the threat of equine parasitic disease. *Equine Veterinary Journal*, London, v. 43, n. 2, p. 126-132, February 2011.
13. Barbosa, O. F.; Rocha, U. F.; Costa, A. J.; Silva, G. S.; Landim, V. J. C.; Soares, V. E.; Veronez, V. A. A survey on the Cyathostomine nematodes (Strongylidae, Strongylidae) in pasture bred horses of the North East of São Paulo State, Brazil. *Semina, Ciências Agrárias*, Londrina, v. 22, n.1, p. 21-28, 2001.
14. Gasser, R. B.; Williamson, R. M. C.; Beveridge, I. *Anoplocephala perfoliata* of horses: significant scope for further research improved diagnosis and control. *Parasitology*, v. 131, p. 1-13, 2005.
15. Martin, R. J. Modes of action of anthelmintic drugs. *Veterinary Journal*, v. 154, p.11-34, 1997.
16. Honer, M. R.; Bianchin, I. Verminose equina: sugestões para um melhor controle em animais de fazenda. *Comunicado Técnico*, n. 28, 4 p. Embrapa – CNPGC. Campo Grande, 1995. Disponível em: <http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/cot/CoT28.html>.
17. Mulroy, A. Monitoring and analysis of water and wastes. *Water Environment Technology*, v. 13, n. 2, p. 32-36, 2001.
18. Sommer C.; BIBBY B. M. The influence of veterinary medicines on the decomposition of dung organic matter in soil. *European Journal of Soil Biology*, v. 38, p. 155-159, 2002.
19. Kolar L.; Flajs V. C.; Kuzner J.; Marc I.; Pogacnik M.; Bidovec A.; Van Gestel C. A. M.; Erzen, N. K. Time profile of abamectin and doramectin excretion and degradation in sheep faeces. *Environmental Pollution*, v.144, p.197-202, 2006.

20. Nielsen, M.K.; Reinemeyer, C.R.; Donecker, J.M. *et al.* Anthelmintic resistance in equine parasites—Current evidence and knowledge gaps. *Veterinary Parasitology*, v.204, p.55-63, 2014.
21. Hodgkinson J.E.; Clark H.J.; Kaplan R.M.; Lake S.L.; Matthews J.B. The role of polymorphisms at beta tubulin isotype 1 codons 167 and 200 in benzimidazole resistance in cyathostomins. *International Journal for Parasitology*.38:1149-1160, 2008.
22. Taylor, M.A.; Coop, R.L.; Wall, R.L. *Parasitologia Veterinária*. Tradução da 3a edição (2007). Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, 2010. 742p.
23. Araújo, J. V.; Mota, M. A.; Campos, A.K. Controle biológico de helmintos parasitos de animais por fungos nematófagos. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 13, suplemento 1, p. 165-170, 2004.
24. Gronvold, J.; Wolstrup, J.; Larsen, M.; Henriksen, S.A.; nansen, P. Aspects of biological control with special reference to arthropods, protozoans and helminthes of domesticated animals. *Veterinary Parasitology*, Amsterdam, v. 64, p.47-64, 1996.
25. LAZAROVITS, G.; GOETTEL, S.M.; VINCENT, C. *Adventures in Biocontrol*. En: *Biological control. A Global Perspective. Case Studies from Around the World*. CAB International. Wallingford, Oxforshire, UK, p 1 -6, 2007.
26. Gaugler, R.; Bilgrami, L. A. *Nematode Behavior*. CAB Publishing. Wallingfors, Oxforshire. UK. p. 219, 2004.
27. Ribeiro, R. R. Atividade predatória sobre larvas de Trichostrongilídeos de isolados fúngicos do gênero *Monacrosporium* após a passagem pelo trato gastrointestinal de bovinos. 2003. 44f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
28. Braga, F. R.; Araújo, J. V.; Carvalho, R. O.; Silva, A. R.; Araujo, J. M.; Tavela, A. O. Observação in vitro da ação dos fungos nematófagos *Duddingtonia flagrans*, *Monacrosporium thaumasium* e *Pochonia chlamydosporia* sobre ovos de *Eurytrema coelomaticum*. *Parasitologia Latinoamericana*, v. 63, n. 1-2-3-4, p. 40 - 45, 2008.

29. Mota, M. A.; Campos, A. K.; & Araújo, J. V. 2003. Controle Biológico de helmintos parasitos de animais: estágio atual e perspectivas futuras. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, Brasília. 23: 93-100.
30. Rubner, A. Revision of predacious hyphomycetes in the *Dactylella-Monacrosporium* 152 complex. *Studies in mycology*, v.39, p. 1-135, 1996.
31. Larsen, M. Prospects for controlling animal parasitic nematodes by predacious microfungi. *Parasitology*, Cambridge, v. 120, p.121-131, 2000.
32. Waller, P. J. Sustainable nematode parasite control strategies for ruminant livestock by grazing management and biological control. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v. 126, p. 277-289, 2005.
33. Gray A., Dull T.J., Ullrich A. Nucleotide sequence of epidermal growth factor cDNA predicts a 128.000-molecular weight protein precursor. *Nature*. v.303, p. 722-725, 1983.
34. Barron, G. L. The nematode-destroying fungi. Ontario: Canadian Biological Publications, 110 p. 140, 1977.
35. Araújo, J.V.; Gomes, A.P.S.; Guimarães, M.P. Biological control of bovine gastrointestinal nematode parasites in southern Brazil by the nematode – trapping fungus *Arthrobotrys robusta*. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v.7, n.2, p.117-122, 1998.
36. Braga, F.R.; Araújo, J.V.; Campos, A.K.; Carvalho, R.O.; Silva, A.R.; Tavela, A.O.; Maciel, A.S. Observação in vitro da ação dos isolados fúngicos *Duddingtonia flagrans*, *Monacrosporium thaumasium* e *Verticillium chlamydosporium* sobre ovos de *Ascaris lumbricoides* (Lineu, 1758). *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v.40, n.3, p.356-358, 2007.
37. Araújo, J. M. ; Araújo, J. V. ; Braga, F. R. ; Carvalho, R. O. ; Ferreira, S. R. Activity of the nematophagous fungi *Pochonia chlamydosporia*, *Duddingtonia flagrans* and *Monacrosporium thaumasium* on egg capsules of *Dipylidium caninum*. *Veterinary Parasitology*, v. 166, p. 8689, 2009.
38. Braga, F.R.; Carvalho, R.O.; Araujo, J.M.; Silva, A.R.; Araújo, J.V.; Lima, W.S.; Tavela, A.O.; Ferreira,S.R. Predatory activity of the fungi *Duddingtonia flagrans*, *Monacrosporium thaumasium*, *Monacrosporium sinense* and *Arthrobotrys robusta* on *Angiostrongylus vasorum* first-stage larvae, *Journal of Helminthology*,v. 83, p. 303–308, 2009.

39. Carvalho, R. O. ; Araújo, J. V.; Braga, F. R. ; Ferreira, S. R.; Araujo, J. M.; Silva, A. R. E.; Frassy, L. N.; Alves, C. D. F. Control of Ancylostomosis in dogs using the nematode-trapping fungus *Monacrosporium thaumasium* in southeastern Brazil. *Veterinary Parasitology*, v. 165, p. 179-183, 2009.
40. Fernández, A. S.; Larsen, M.; Nansen P.; Henningsen E.; Grønvold, J.; Wolstrup, J.; Henriksen, S. A.; & Bjorn, H. 1999. The ability of the nematode trapping fungus *Duddingtonia flagrans* to reduce the transmission of infective *Ostertagia ostertagi* larvae from faeces to herbage. *Journal of Helminthology*, London. 73: 115-122.
41. Castro, A. A.; Almeida, L. R.; Guedes Júnior, D. S.; Faria, M. F. R.; FONSECA, A. H. Migração vertical de larvas infectantes de nematóides gastrintestinais de ruminantes em pastagens, durante a estação chuvosa, no município de Seropédica, RJ, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE Parasitologia Veterinária, 12, 2002, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: Colégio Brasileiro de Parasitologia Veterinária, 2002. 1 CD-ROM.
42. Graminha, E. B. N.; Monteiro, A. C.; Silva, H. C.; Oliveira, G. P.; Costa, A. J.; Controle de nematóides parasitos gastrintestinais por *Arthrobotrys musiformis* em ovinos naturalmente infestados mantidos em pastagens. *Pesq. Agropec. Brás. Brasília*, V.40, n.9, p.927-933, set. 2005. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/pvb/v23n3/a01v23n3.pdf>. Acesso em 10 junho 2021.
43. César, A.P.; Rigo, A.; Raineri, C.; Nadaletto, C.E.S.; Terencio, D.A.B.; SOUZA, F.M.; Marques, L.J.; Condeli, M.; Baldin, S.R. Manual de boas práticas para ovinos de corte. 1ª. Ed. Sebrae/ Anpovinos. São José do Rio Preto: SR Gráfica e Editora. v.62, 2008.

doi <https://doi.org/10.53934/9786599539633-136>

Capítulo 136

IMPACTO DO RESÍDUO DAS LACTONAS MACROCÍCLICAS NOS MICROORGANISMOS PRESENTES NO AMBIENTE E NA DECOMPOSIÇÃO DAS FEZES DE BOVINOS

Tábata Alves do Carmo^{1*}; Giordani Mascoli de Favare¹; Isabela de Almeida Cipriano¹; Mateus Oliveira Mena¹; Gabriel Jabismar Guelpa¹; Yasmim Soares Dias²; Ricardo Velludo Gomes de Soutello³

Mestrando (a) em Ciência e Tecnologia Animal. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena, SP; tabata.alves@unesp.br*.

²Graduanda. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena, SP. ³Professor/ Doutor. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena, SP

RESUMO: Os parasitos influenciam de maneira significativa a bovinocultura no Brasil, sendo a aplicação de endectocidas da família das lactonas macrocíclicas umas das formas mais utilizadas para o controle, porém podem proporcionar contaminação ao ambiente, visto que sua eliminação é principalmente via fezes e urina. as altas concentrações destes fármacos excretadas nas fezes, principalmente nas primeiras semanas pós-tratamento, afetam as populações de fauna coprófaga que mantiveram contato com estas fezes e há espécies vulneráveis mesmo em concentrações mínimas destes fármacos sendo que a ivermectina possui um forte poder de adsorção ao solo e a matéria orgânica possuindo baixo potencial de dessorção e, conseqüentemente, baixo potencial de lixiviação. Portanto, os distúrbios que as lactonas macrocíclicas podem produzir em invertebrados não alvo e sobre a participação dos seus associados na degradação do esterco e reciclagem de elementos no solo são imprevisíveis, e podem influenciar negativamente a biodiversidade e a sustentabilidade dos ecossistemas agrícolas.

Palavras-chave: Ruminantes, nematódeos, endectocidas.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho comercial de bovino do mundo, com mais de 213,68 milhões de cabeças e com um abate de bovinos de aproximadamente 43,3 milhões de cabeças, resultando em um PIB da pecuária de corte que representou 8,5% do PIB total, movimentando cerca de 618,50 bilhões de reais e evidenciando a potência do mercado de bovinos de corte nacional (1).

Uma característica importante da pecuária brasileira é ter a maior parte de seu rebanho criado em pasto, por ser uma forma mais econômica e prática para produzir e oferecer alimentos para os bovinos (2) desta forma, um dos principais problemas que afetam a saúde do gado é a infecção gastrointestinal por nematoides que causam perdas significativas na produção, explicado pelo ciclo evolutivo dos helmintos que passam uma parte de sua existência no trato gastrintestinal e o restante está presente nas pastagens e em qual os ruminantes acabam sendo infectados durante o pastejo devido a ingestão de larvas

infectantes existentes que previamente foram eliminadas via fezes por um animal já parasitado (3). Os bovinos que apresentam infecções por parasitas sofrem um retardo no crescimento, uma redução no desempenho reprodutivo e um menor rendimento de carcaça, e como consequência causam prejuízos a produção (4).

Deste modo, a aplicação de medidas eficazes de profilaxia e controle para resultar em um desempenho adequado dos rebanhos é de acentuada importância, diminuindo assim os efeitos dessas parasitoses e mantendo-as dentro de níveis aceitáveis (5).

O principal método de controle de parasitas é a utilização de fármacos sendo a família das lactonas macrocíclicas as mais utilizadas, em consequência do seu amplo espectro de atividade, alta eficiência, elevada margem de segurança e por serem muito acessíveis economicamente aos pecuaristas. (6). Os anti-helmínticos da família das lactonas macrocíclicas são manipulados para serem persistentes no organismo do animal e podem proporcionar uma contaminação prolongada aos produtos de origem animal e ao meio ambiente, visto que a eliminação deste fármaco (50 a 90%) é principalmente via fezes e urina (7).

O uso frequente de anti-helmínticos para controlar infecções por nematódeos em bovinos tem contribuído para o surgimento de parasitas resistentes (8) resultado do uso indiscriminado dos fármacos e que além de proporcionarem este prejuízo ao rebanho também pode vir a influenciar no equilíbrio do ecossistema do solo, devido aos resíduos que são eliminados nas fezes e vão afetar os invertebrados coprófagos que são fundamentais na decomposição das fezes dos bovinos, por meio do enterramento, que consequentemente enriquecem os horizontes edáficos (9) e os microartrópodes que transformam os excrementos em ambiente epígeo e podem influenciar nos processos de incorporação das fezes no solo (10).

E além destes fatores bióticos, também influenciam nesse processo os fatores abióticos como tamanho e forma das fezes, composição, umidade, pH, e localização, bem como condições meteorológicas e as perturbações mecânicas. (11).

Helminhos Gastrointestinais

As infecções com helmintos gastrintestinais em ruminantes causam perdas econômicas, devido à mortalidade e redução na produtividade dos animais, afetando a conversão alimentar, o ganho de peso e queda no índice de crescimento (12).

Os helmintos de maior interesse na parasitologia zootécnica, pertencem a dois filos, Filo Platyhelminthes: classes Trematoda e Cestoda; e o Filo Nematelminthes: Classe Nematoda (13), os quais parasitam os bovinos causando sérios problemas. Em bovinos, os principais parasitas gastrintestinais são nematódeos da ordem Strongylida e especialmente da família Trichostrongylidae, denominados: Cooperia, Haemonchus, Trichostrongylus e Ostertagia (14).

Supõe-se que cerca de 10 milhões de cabeças de bovinos morrem em consequência direta ou indireta provocada pela presença de helmintos (15). Sendo que a heamonchose, a infecção causada pelas espécies de Haemonchus, por serem parasitos hematófagos, são apontadas as mais patogênicas, causando debilidade especialmente em animais jovens (16). Na região do Brasil central mais da metade do gado de corte está localizado em criações extensivas e a taxa de mortalidade pode chegar a 2% devido à verminose (17). Esses parasitas inibem o apetite, e em consequência da infecção do trato digestivo a digestibilidade dos alimentos é afetada negativamente causando um desequilíbrio na absorção dos nutrientes e em contrapartida, um manejo nutritivo adequado aumentaria a resistência dos animais contra o parasitismo e minimizaria as infecções secundárias, a

ingestão de vitamina A, vitaminas do complexo B e seus precursores, proteína e minerais, está diretamente relacionada ao aumento da resistência dos animais a parasitas gastrintestinais, principalmente em períodos críticos do ano (18).

Na maioria das vezes, os bovinos com infecções helmínticas não apresentam sintomas aparentes, pois se expressam na forma subclínica. E é nesse ponto que o problema agrava-se, pois o animal comporta um mal imperceptível aos olhos dos produtores irá afetar diretamente em sua produtividade.

O ciclo reprodutivo dos principais nematódeos, limita-se ao tubo digestivo e os ovos produzidos pelas fêmeas são eliminados juntamente com as fezes. Nas primeiras 24 horas no bolo fecal, os ovos embrionados evoluem para larvas de primeiro estágio (L1), as quais sofrem muda para segunda fase (L2), substituindo a cutícula protetora. Ambas se alimentam de bactérias e outros microrganismos presentes nas fezes. As L2 mudam para larvas de terceiro estágio (L3), e retém a cutícula da fase anterior.

As L3 constituem-se na fase de resistência às adversidades climáticas e, após abandonarem o bolo fecal, migram para a vegetação adjacente, e sendo ingeridas pelos animais. As L3 são dependentes do teor de oxigênio, temperatura e umidade relativa. O ciclo de ovos à L3 se completa entre 7 e 10 dias ou podem permanecer viáveis por dias ou meses. (19).

Os ovos e principalmente as larvas de helmintos, têm a competência de sobreviver por longos períodos no pasto, pois o bolo fecal beneficia as larvas infectantes da dissecação, fazendo com que algumas perdurem no pasto por vários meses, ou até mais de um ano (20).

Em território nacional, os bovinos criados em pastagens naturais estão expostos à infecção por larvas de nematódeos gastrintestinais e pulmonar, particularmente dos gêneros: *Cooperia* spp., *Haemonchus* spp., *Ostertagia* spp., *Strongyloides* spp., *Trichostrongylus* spp., *Oesophagostomum* spp., e *Dictyocaulus* spp.

A incidência e distribuição destes parasitos, variam de regiões e sazonalidade, dependendo de vários fatores como regime pluvial, ecossistema, manejo, tipo e idade dos animais. Mesmo em períodos de seca, encontra-se considerável quantidade de larvas, principalmente de *Cooperia* spp. nas pastagens (21,22).

Lactonas Macrocíclicas

Os helmintos gastrintestinais em bovinos resultam em sérios prejuízos, ocasionados pela queda na produtividade, portanto, a descoberta dos endectocidas macrocíclicos revolucionou o tratamento e profilaxia das doenças parasitárias sendo muito importante a família das lactonas macrocíclicas (LMs) que são endectocidas de amplo espectro (avermectinas e milbemicinas), utilizados em animais domésticos e em algumas parasitoses de humanos (23,24).

São amplamente utilizados devido ao seu amplo espectro de atividade, alta eficiência e elevada margem de segurança, sendo que as lactonas macrocíclicas disponíveis para aplicação em bovinos aparecem em diversas formulações com diferentes princípios ativos, concentrações e associações, conferindo alternativas ao produtor para a escolha de fármacos eficazes no seu rebanho e adequadas ao seu manejo (25).

Qualifica-se que as lactonas macrocíclicas potencializam a ação inibidora neuronal dos vermes, mediada pelo ácido gama-aminobutírico (GABA), promovendo hiperpolarização do neurônio e, portanto, inibindo a transmissão nervosa (26).

Como citado, as avermectinas são substâncias semissintéticas derivadas do microrganismo de solo e possuem atividade acaricida e anti-helmíntica pertencentes a um

grupo químico chamado de macrolactonas ou lactonas macrocíclicas (27) e são comumente administradas aos animais, como bovinos, suínos, ovinos e equinos (28).

Essas substâncias incluem o grupo de compostos macrocíclicos formados por uma extensão de cadeia de múltiplos propionatos e ciclizados a uma lactona grande, tipicamente de 12, 14 e 16 membros. As avermectinas e a milbemicinas também são grupos de derivados macrocíclicos da lactona de 16 membros que, diferente dos antibióticos macrolídeos, não tem atividade antifúngica ou antibacteriana (29). Esses dois grupos colidem principalmente em um ligante dissacarídeo ao carbono-13 presente na avermectina, mas não nas milbemicinas. Estas milbemicinas, descobertas em 1967, são produzidas pela fermentação de actinomicetos (*Streptomyces avermitilis*) e os compostos deste grupo comercializados como endectocidas são a abamectina, ivermectina, eprinomectina, doramectina e selamectina. Este último é um derivado semi-sintético da doramectina, e é utilizado estritamente em cães e gatos (30).

Dois compostos desta classe são importantes comercialmente como vermífugos, sendo a ivermectina e a moxidectina, sendo esse segundo princípio ativo sintetizado a partir da nemadectina e utilizada como endectocida em animais de produção. Sua descoberta foi em 1983, composto resultante da fermentação de *Streptomyces hygroscopicus* subsp. *Noncyanogenus* (31).

As lactonas macrocíclicas possuem massas moleculares (639,4 g mol⁻¹) e valores de coeficiente de partição (6,0 Log Ko-1) elevados, caracterizando-se como substância lipofílica. Segundo Ong et al. (1996), a velocidade de absorção de substâncias lipofílicas por um organismo é diretamente proporcional ao coeficiente de partição, sendo a moxidectina a molécula mais lipofílica segundo estudos, permitindo seu armazenamento no tecido adiposo, viabilizando um efeito acumulativo e sustentada permanência deste fármaco no organismo do animal (32).

A eficácia das avermectinas é conferida devido ao seu mecanismo de ação, principalmente sobre a sua interação com os canais de cloreto dependentes de glutamato em invertebrados, atua impedindo o fechamento desses canais, aumentando a permeabilidade ao íon Cl⁻, ocasionando uma hiperpolarização e transmissão neuronal reduzida, resultando em paralisia e morte dos parasitos. Além disso, inibem os canais de cloro ligados ao ácido g-aminobutírico (GABA), que ocorrem no sistema nervoso periférico de invertebrados, e no sistema nervoso central dos vertebrados (33,34,35).

As avermectinas ocupam posição de destaque em relação à persistência da atividade antiparasitária, pois além do seu amplo espectro de ação contra diferentes tipos de parasitos, também possuem longo período residual de proteção. Em contrapartida, este mesmo efeito, que é positivo para o controle parasitário, pode originar consequências danosas ao meio ambiente (HERD, 1995). São eliminadas especialmente através das fezes uma considerável parcela do medicamento original, sendo eliminado de forma não metabolizada, ou seja, inalterado, independentemente da formulação comercial utilizada (36,37).

Desta forma, se o fármaco é aplicado em animais sob pastejo, seus metabólitos e substâncias ativas serão eliminados juntamente com a urina ou as fezes diretamente no campo, elevando a carga de substâncias químicas despejadas no ambiente local (38).

Sua ação contra nematódeos e artrópodes ocorre por meio da afinidade das lactonas macrocíclicas aos neurotransmissores, glutamato dos seres invertebrados e ácido g-aminobutírico (GABA) de alguns invertebrados e vertebrados (39). Em um estudo com bovinos tratados com dose única por via subcutânea, 35% da ivermectina administrada foi excretada como composto principal nas fezes dentro de 31 dias após o tratamento (40).

A eliminação é prolongada, apresentando um aporte contínuo do fármaco ativo, tendo como consequência a maior permanência no ambiente (41). Já outros autores relataram que a concentração de ivermectina permaneceu relativamente constante nas fezes depositadas em pastagem, durante 60 dias, mesmo quando expostas às condições ambientais (42).

A importância da Fauna Edáfica e sua composição

A emergência de áreas degradadas resultantes de manejos insustentáveis tem sido progressista, ocasionando diversos problemas ao solo, correspondente à remoção da camada superficial contendo a matéria orgânica e conseqüentemente dos nutrientes (43). No sistema de criação da bovinocultura a pasto, o solo é um recurso precioso e o manejo adotado pode conservá-lo (44), contribuindo para a sua fertilidade, o aumento da qualidade nutricional e podendo tornar possível a colonização de habitats antes desfavoráveis (45), uma vez que disponibilidade e qualidade são princípios fundamentais, em contrapartida, ao degradá-lo pode resultar em erosão, perda da matéria orgânica e dos nutrientes (46).

A ação resultante da intervenção humana através das práticas agrícolas interfere na fauna edáfica que utiliza o agro ecossistema como habitat (47), devido ao uso intenso do sistema que resulta em uma modificação do equilíbrio (48) alterando o abastecimento de alimento, promovendo a formação de microambientes e acentuando as competições intra e interespecífica (46) afetando então, a diversidade dos invertebrados da fauna edáfica (49,50,51).

A fauna edáfica, por sua vez, abrange uma grande porção de organismos que têm como habitat o solo ou que passam uma ou mais fases da vida nele (52) e é habitualmente utilizada como indicador biológico da qualidade do solo, característica conferida devido a atuação nos processos biológicos dentro dos ecossistemas, mostrando eficácia inclusive na avaliação de agroecossistemas degradados (53,54).

A fauna também apresenta importante aplicabilidade na sustentabilidade em razão da composição da comunidade dos invertebrados que pode refletir (55) na regulação dos processos de decomposição da matéria orgânica e liberação de nutrientes (56) assim, organismos como estes desempenham o importante trabalho de decompor as fezes, incorporar os nutrientes e realizar o controle biológico.

A fauna do solo é uma comunidade de invertebrados, composta por: microfauna, mesofauna e macrofauna, estas podem diferir entre si devido ao tamanho e diâmetro e através do ciclo de vida, pois podem viver permanentemente, ou ter um ou mais ciclos de vida no solo (57).

A microfauna compreende invertebrados de diâmetro do corpo inferior a 100 μm , incluindo os protozoários e nematoides (58) e confere a estes um papel importante na regulação da matéria orgânica no perfil do solo devido ao costume de se alimentarem de raízes, fungos e bactérias.

Os componentes da microfauna vivem em um filme de água e não desenvolvem relações mutualísticas com a microflora. Já a mesofauna é composta pelos invertebrados com tamanho médio de 100 μm a 4 mm, constituída pelos ácaros e colêmbolos, incluindo os proturos, dipluros, tisanuros, e pequenos insetos que se movimentam em fissuras, poros e na interface do solo (59) e são afetados pela compactação do solo pois habitam os espaços porosos e não são capazes de criar sua própria galeria (60). Alimentando-se de fungos, bactérias entre outros animais do solo e atuam como transformadores e micro predadores.

E por último, a macrofauna que é composta pelos organismos de maior diâmetro, de 4 a 20 mm, incluindo minhocas, coleópteros em estado larval e adultos, centopeias, cupins, formigas, piolhos de cobra (milipeias), tatuzinhos e aracnídeos (61), com tamanho suficiente para romperem as estruturas dos horizontes minerais e orgânicos do solo ao se alimentarem, movimentarem e construírem galerias no solo (62).

Destaque para a classe das minhocas que influenciam tanto na porosidade do solo, quanto nas relações de nutrientes por meio da formação de túneis e da ingestão de minerais e matéria orgânica. Também auxiliam na regulação das populações dos organismos em escalas espaciais menores: mesofauna e microfauna.

A macrofauna do solo desempenha papel fundamental no funcionamento do ecossistema ocupando diversos níveis tróficos dentro da cadeia alimentar do solo e afetando a produção primária de maneira direta e indireta, absorvendo e enriquecendo o solo com resíduos de plantas, micro-organismos, húmus e água por meio das cadeias alimentares (63).

Na microfauna ocorre a predação seletiva de fungos e bactérias influenciando na estimulação, digestão e disseminação de microrganismos, fragmentação dos detritos previamente realizada pelas mesofauna e macrofauna que vão interferir na decomposição da matéria orgânica (64). Desse modo, os organismos do solo estão interligados e ao impactar um componente da cadeia alimentar irá afetar diretamente todas as demais.

Impacto do resíduo de lactonas macrocíclicas no ambiente

Conforme citado, as lactonas macrocíclicas, como as avermectinas e milbemicinas, são potentes anti-helmínticos, exercendo atividade contra endo e ectoparasitas (65).

Contudo, as altas concentrações destes fármacos excretadas nas fezes, principalmente nas primeiras semanas pós-tratamento, afetam as populações de fauna coprófaga que mantiveram contato com estas fezes e há espécies vulneráveis mesmo em concentrações mínimas destes fármacos (66) sendo que a ivermectina possui um forte poder de adsorção ao solo e a matéria orgânica (67,68) possuindo baixo potencial de dessorção (69) e, conseqüentemente, baixo potencial de lixiviação (70).

As avermectinas ainda são insolúveis em água e possuem forte tendência para se ligarem a partículas, fazendo com que os resíduos medicamentosos ocasionem efeitos adversos em alguns organismos que habitam o esterco e invertebrados não alvo que vivem no solo (71). Portanto, os distúrbios que as lactonas macrocíclicas podem produzir em invertebrados não alvo e sobre a participação dos seus associados na degradação do esterco e reciclagem de elementos no solo são imprevisíveis, e podem influenciar negativamente a biodiversidade e a sustentabilidade dos ecossistemas agrícolas (72).

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que a utilização de moxidectina 1% não alterou a dinâmica populacional das bactérias e não foi influenciada por nenhum dos ambientes expostos. Já a ivermectina em suas duas concentrações 1 e 3,15% interferiram no desenvolvimento da população microbiana.

A decomposição não foi afetada pela utilização de lactonas macrocíclicas, porém a incorporação da matéria orgânica ao solo foi fator determinante para a redução de matéria orgânica.

REFERÊNCIAS

1. Abiec, 2020. Beef Report. Disponível Em: <Http://Abiec.Com.Br/Publicacoes/Beef-Report-2020/>. Acesso Em: Junho, 2020.
2. Ferraz, J. B. S.; Felício, P. E. D. Production Systems - An Example From Brazil. *Meat Science*, V. 84, N. 2, P. 238-243, 2010.
3. Alves, M. V.; Baretta, D.; Cardoso, E. J. B. N. Fauna Edáfica Em Diferentes Sistemas De Cultivo No Estado De São Paulo. *Res. Cien. Agrovet.*, Lages, V. 5, N. 1, P. 33-43, 2006. Doi: 10.1590/S1983- 40632013000200001.
4. Alvinerie, M.; Sutra, J. F.; Galtier, P.; Lifschitz, A.; Virkel, G.; Anderson, J. M. Invertebrate-Mediated Transport Process In Soils. *Agriculture Ecosystems And Environment*, V. 25, P. 5-14, 1988.
5. Andrade, L. B. De. O Uso Da Fauna Edáfica Como Bioindicadora De Modificações Ambientais Em Áreas Degradadas, 2000, 51 F. Monografia (Bacharel Em Ecologia), Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro – Ufrj, 2000.
6. Baretta, D.; Santos, J. C. P.; Mafra, A. L.; Wildner, L. Do P.; Miquelluti, Barth, D. Importance Of Methodology In The Interpretation Of Factors Affecting Degradation Of Dung. *Veterinary Parasitology*, V. 48, P. 99-108, 1993.
7. Andrade, P. C. Níveis De Anticorpos *Ostertagia Ostertagi* No Tanque De Leite Em S. Miguel – Açores. Instituto De Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade Do Porto, P.15, 2012.
8. Aquino, A. M. De; Assis, R. L. De. (Ed.). Fauna Do Solo E Sua Inserção Na Regulação Funcional Do Agroecossistema. In: Aquino, A. M. De. *Processos Biológicos No Sistema Solo-Planta: Ferramentas Para Uma Agricultura Sustentável*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, P. 47-75, 2005.
9. Araújo, K. D.; Parente, H. N.; Correia, K. G.; Rodrigues, M. Q.; Dantas, Armour, J. The Influence Of Host Immunity On The Epidemiology Of *Trichostrongyle* Infections In Cattle. *Veterinary Parasitology*, V. 32, P. 5-19, 1989.
10. Assad, M. L. L. Fauna Do Solo. In: Vargas, M. A. T.; Hungria, M. *Biologia Dos Solos Do Cerrado*. Embrapa Cerrados, Planaltina, P. 363-443, 1997. Disponível Em: .Doi: 00063220.

11. Balic A, Bowles Vm, Meeusen En. Mechanisms Of Immunity To Haemonchus Contortus Infection In Sheep. Parasite Immunol. 2002 Jan;24(1):39-46. Doi: 10.1046/J.0141-9838.2001.00432. X. Pmid: 11856445. 40
12. Bianchin I.; Mello, H. J. H. Epidemiologia E Controle De Helmintos Gastrointestinais Em Bovinos De Corte Nos Cerrados. 2. Ed. Campo Grande, Embrapa/Cnpgc,1985. P. 7.
13. Decaens, T.; Lavelle, P.; Jiménez, J.J.; Escobar, G.; Rippstein, G.; Schneidmadl, J.; Sanz, J.I.; Hoyos, P.; Thomas, R.J. Impacto Del Uso De La Tierra En La Macrofauna Del Suelo De Los Llanos Orientales De Colombia. In: Jiménez, J.J.; Thomas, R.J. (Ed.). El Arado Natural: Las Comunidades De Macroinvertebrados Del Suelo En Las Savanas Neotropicales De Colombia. Cali, Colombia: Centro Internacional De Agricultura Tropical, 2003. P.21-45. (Publicación Ciat, 336).
14. Bianchin, I. Controles Estratégicos Dos Nematódeos Gastrintestinais Em Bovinos De Corte No Brasil. Hora Veterinária, V.39, P.49-53, 1987.
15. Bianchin, I. Epidemiologia Dos Nematódeos Gastrintestinais Em Bovinos De Corte Nos Cerrados E O Controle Estratégico No Brasil. In: Controle Dos Nematódeos Gastrointestinais De Bovinos. Embrapa, P. 113 – 156, 1996.
16. Cavalcante, A.C.R., Vieira, L., Chagas, A.C.S., Molento, M.B. Doenças Cezar, Alfredo Skrebsky Et Al. Ação Anti-Helmíntica De Diferentes Formulações De Lactonas Macrocíclicas Em Cepas Resistentes De Nematódeos De Bovinos. Pesquisa Veterinária Brasileira [Online]. 2010, V. 30, N. 7 [Acessado 21 Junho 2021] , Pp. 523-528. Disponível Em: <Https://Doi.Org/10.1590/S0100-736x2010000700002>. Epub 03 Set 2010. Issn 1678-5150. Https://Doi.Org/10.1590/S0100-736x2010000700002.
17. Chiu, S. L.; Green, M. L.; Baylis, F. P.; Eline, D.; Rosegay, A.; Meriwether, H.; Jacob, T. A. Absorption, Tissue Distribution, And Excretion Of Tritium- Labeled Ivermectin In Cattle, Sheep, And Rat. J. Agric. Food Chem. V. 38, P. 2072– 2078, 1990.
18. Coles, G. C.; Bauer, C.; Borgsteede, F. H. M. World Association For The Advancement Of Veterinary Parasitology (Waavp) Methods For Detection Of Anthelmintic Resistance In Nematodes Of Veterinry Importance. Veterinary Parasitology, V.44, P.35-44, 1992.

19. Compostagem: Reciclagem De Resíduos Sólidos Orgânicos. In: Spadotto, C.A.; Ribeiro, W. Gestão De Resíduos Na Agricultura E Agroindústria. Fepaf. Botucatu. P. 63-94, 2006. Sas Institute Inc. 2008. Statistical Analysis System. Release 9.3. (Software). Cary. Contortus: Hcglucla Expressed In Xenopus Oocytes Forms A Glutamate-Gated Ion Channel That Is Activated By Ibotenate And The Antiparasitic Drug Ivermectin. Molecular And Biochemistry Parasitology, V. 129, P.115-121, 2003.
20. Cooperia Spp. E Haemonchus Spp. Às Avermectinas Em Bovinos De Corte. Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinária E Zootecnia, V.57, N.2, P.186-190, 2005.
21. Correia, K. G.; Araujo, K. D.; Azevedo, L. G. De.; Barbosa, E. A.; Souto, J. S.; Santos, T. S. Macrofauna Edáfica Em Três Diferentes Ambientes Na Região Do Agreste Paraibano, Brasil. Engenharia Ambiental, Espírito Santo Do Pinhal, V. 6, N. 1, P. 206-213, 2009. Disponível Em: . Doi: 10.18188/1983- 1471/Sap.V15n1p94-99.
22. Correia, M. E. F. Potencial De Utilização Dos Atributos Das Comunidades De Fauna De Solo E De Grupos Chave De Invertebrados Como Bioindicadores Do Manejo De Ecossistemas. Documento Nº 157, Embrapa Agrobiologia, Seropédica, 14 P., 2002. Disponível Em: . Doi: 1517-88498.
23. Cragg, R. G.; Bardgett, R. How Changes In Soil Faunal Diversity And Composition Within A Trophic Group Influence Decomposition Processes. Soil Biology And Biochemistry, V. 33, P. 2073-2081, 2001.
24. Cristina, S.; Heloisa, F.; Parâmetros Farmacocinéticos E Atividade Endectocida De Uma Nova Formulação Contendo Avermectinas, Via Tópica (Pour- On), Em Bovinos. 121 Tese (Doutor Em Medicina Veterinária)- À Faculdade De Ciências Agrárias E Veterinárias, Unesp, Jaboticabal, 2008.
25. D. J. Fauna Edáfica Avaliada Por Armadilhas E Catação Manual Afetada Pelo Manejo Do Solo Na Região Oeste Catarinense. Revista De Ciências Agroveterinárias, Lages, V. 2, N. 2, P. 97-106, 2003. Disponível Em: Doi: 2238-1171.
26. Da Fauna Edáfica Em Solos Submetidos A Diferentes Sistemas De Manejo No Semiárido Nordestino. Scientia Agrária, Curitiba, V. 10, N. 1, P. 043-049, 2009. Disponível Em: . Doi: 10.5380/Rsa.V10i1.13162.

27. Devede, A. C. P.; Castro, C. M. De. Manejo Do Solo E A Dinâmica Da Fauna Edáfica. *Pesquisa & Tecnologia*, V. 5, N. 2, 7 P., 2008. Disponível Em: < [Http://Www.Aptaregional.Sp.Gov.Br/Pesquisa-Tecnologia/Pesquisa-Etecnologia.Html?Thanks=Enquete](http://www.apta regional.sp.gov.br/pesquisa-tecnologia/pesquisa-etecnologia.html?thanks=enquete) >. Doi: 2316-5146.
28. Ehrlich, A. (1978). The Diatoms Of The Hyperhaline Solar Lake (Ne Sinai). *Israel Journal Of Botany* 27: 1-13
29. Fernandez, C.; San Andres, M.; Porcel, M. A.; Rodriguez, C.; Alonso, A.; Tarazona, J. V. Pharmacokinetic Profile Of Ivermectin In Cattle Dung Excretion, And Its Associated Environmental Hazard. *Soil Sediments Contamination*, V.18, P. 564–575; 2009.
30. Floate, K.; Wardhaugh K.; Boxall A.; Sherratt T N. Fecal Residues Of Fonseca, A. H. Helminthoses Gastro-Intestinais Dos Ruminantes. Rio De Janeiro: Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro, 2006. [Material Didático].
31. Forrester, S. G.; Prichard, R .K.; Dent, J. A.; Beech, R. N. Haemonchus Franco, B.D.G.M.; Landgra F. M. *Microbiologia De Alimentos*. São Paulo: Atheneu, P. 182, 1996.
32. Garcia, M. V.; Monteiro, A. C.; Szabó, M. P. J. Colonização E Lesão Em Fêmeas Ingurgitadas Do Carrapato *Rhipicephalus Sanguineus* Causadas Pelo Fungo *Metarhizium Anisopliae*. *Ciência Rural*, V. 34, P. 1513-1518, 2004.
33. Giracca, E. M. N.; Antonioli, Z. I.; Eltz, F. L. F.; Benedetti, E.; Lasta, E.; Venturini, S. F. Levantamento Da Meso E Macrofauna Do Solo Na Microbacia Do Arroio Lino, Agudo/Rs. *Revista Brasileira De Agrociência*, V. 9, P. 257-261, 2003.
34. Goldin, A. Reassessing The Use Of Loss-On-Ignition For Estimating Organic Matter Content In Noncalcareous Soils. *Commun. Soil Sci. Plant. Anal.*, V. 18, P.1111-1116, 1987.
35. Hamoda M. F.; Abu Qdais H. A.; Newham B. J. Evaluation Of Municipal Solid Waste Composting Kinetics. *Res., Conserv. And Recycling*, V.23, P. 209-223, 1998.
36. Gomes, F. *Curso De Estatística Experimental*. 12. Ed. Piracicaba: Livraria Nobel, 1985. 467p.

37. Gordon, H. M.; Whitlock, H. V. A New Technique For Counting Nematode Eggs In Sheep Faeces. *Journal Of The Commonwealth Science And Industry Organization*, V.12, P.50-52, 1939.
38. Graef, J.; Claerebout, E.; Geldhof, P. Anthelmintic Resistance Of Gastrointestinal 909 Cattle Nematodes. *Vlaams Diergeneeskd. Tijdschr.* V.82, P.113–123, 2013.
39. Hajdenwurcel, J. R. *Atlas De Microbiologia De Alimentos*. São Paulo: Fonte Comunicações E Editora, P. 66,1998.
40. Hennessy, D. R.; Alvinerie, M. R. Pharmacokinetics Of The Macrocyclic Lactones: Onventional Wisdon And New Paradigms. In: Vercruysse, J.; Rew,R. S. (Ed.) *Macrocyclic Lactones In Antiparasitic Therapy*. Wallingford: Cabi Publishing, P. 97-119, 2002.
41. Kolar L.; Flajs V. C.; Kuzner J.; Marc I.; Pogacnik M.; Bidovec A.; Vangestel C. A. M.; Erzen, N. K. Time Profile Of Abamectin And Doramectin Excretion And Degradation In Sheep Faeces. *Environmental Pollution*, V.144, P.197- 202, 2006.
42. Krogh, K. A.; Björklund, E.; Loeffler, D.; Fink, G.; Halling-Sorensen, B.; Ternes, T. A. Development Of An Analytical Method To Determine Avermectins In Water, Sediments And Soil Using Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry. *Journal Of Chromatography A*, V. 1211, P. 60-69, 2008.
43. Halley, B. A.; Jacob, T. A.; Lu, A. Y. H. The Environmental Impact Of The Use Of Ivermectin: Environmental Effects And Fate. *Chemosphere*. V. 18, P. 1543–1563, 1989.
44. Herd R. Endectocidal Drugs: Ecological Risks And Counter-Measures. *International Journal For Parasitology* V. 8, P. 875-885, 1995.
45. Immobilized-Artificial-Membrane Chromatography Measurements Of Membrane Partition Coefficient And Predicting Drug Membrane Permeability. *Journal Of Chromatography A*, V. 728, P.113-128, 1996.
46. Palermo, A. B; Leite, Romário C ; Bianchin, Ivo . Verminose Dos Bovinos. *Gestão Pecuária*, São Paulo, V. 31, P. 26-34, 2004.

47. Parasitárias De Caprinos E Ovinos Epidemiologia E Controle. Brasília, Df, Cap. 22, P. 547–603, 2009.
48. Jung, M; Saito, A.; Bõescher, G. Chemistry, Pharmacology And Safety: Milbemycin Oxime. In: Vercruyse, J.; Rew, R. S. (Ed.) Macroyclic Lactones In Antiparasitic Therapy. Wallingford: Cabi Publishig, P. 51-74, 2002.
49. Kalisz, P. J.; Stone, E. L. Soil Mixing By Scarab Beetles And Pocket Gophers In North Central Florida. Soil Science Society Of America Journal, V. 48, P. 169-172, 1984.
50. Lanusse, C. E.; Alvarez, L. I.; Lifschitz, A. L. Princípios Farmacológicos Da Terapia Anti-Helmíntica. Publicado Em 1997.
51. Swift, M. J.; Heal, O. W.; Anderson, J. M. Decomposition In Terrestrial Ecosystems. Oxford: Blackwell, P.372, 1979. Yin, X.; Song, B.; Dong, W.; Xin W., Wang, Y. A Review On The Ecogeography Of Soil Fauna In China. Journal Of Geographical Sciences, V. 20, P. 333-346, 2010.
52. Lavelle, P.; Bignell, D.; Lepage, M.; Wolters, V.; Roger, P.; Ineson, P.; Lavelle, P.; Spain, A. V. Soil Ecology. Dordrecht: Kluwer Academic Pub., P.654, 2001.
53. Lima, R. A. S.; Shiota, R.; Barros, G. S. C. Estudo Do Complexo Do Agronegócio Cavalos. Piracicaba: Esalq/Usp, P. 250, 2008.
54. Lima, Ws (2004). Os Inimigos Ocultos Da Pecuária. Dbo – Saúde Animal, 816.
55. Lumaret, J. P.; Errouissi, F. Use Of Anthelmintics In Herbivores And Evaluation Of Risks For The Non Target Fauna Of Pastures. Veterinary Research, V.33, P.547-562, 2002.
56. Mathews, B. W.; Sollenberger, L. E. Grazing Systems And Spatial Distribution Of Nutrients In Pastures: Soil Considerations. In: Nutrient Cycli Ng In Forage Systems, 1996, Columbia. Proceedings. Columbia: University Of Missouri,. P. 213-229, 1996.

57. Heal, O. W.; Dhillon, S. Soil Function In A Changing World: The Role Of Invertebrate Ecosystem Engineers. *European Journal Of Soil Biology*, V. 33, P. 159-193, 1997.
58. Medeiros L.; Girão R.; Girão E.; Pimentel J. “Caprinos – Princípios Básicos Para Sua Exploração”. Teresina: Embrapa Cpmn. Brasília: Embrapa Spi, 1994. 177 P. Isbn 85-85007-29-X.
<https://www.agencia.cnpq.br/embrapa.br/gestor/territorio_sisal/arvore/cont000fbaroeq302wx5eo0wyh66j5uv9k4v.html> Acesso Em 09/08/2021.
59. Melo, F. V. De.; Brown, G. G.; Constantino, R.; Louzada, J. N. C.; Luizão, F. J.; Morais, J. W. De.; Zanetti, R. A Importância Da Meso E Macrofauna Do Solo Na Fertilidade E Como Biondicadores. *Boletim Informativo Da Sbc*, 3 P., 2009.
60. Miranda, C. H. B.; Santos, J. C.; Bianchin, I. The Role Of *Digitonthophagus Gazella* In Pasture Cleaning And Production As A Result Of Burial Of Cattle Dung. *Pasturas Trop.* V. 22, P. 14–18, 2000.
61. Molento, M. F. Método Famacha Tratamento Seletivo No Controle Do *Haemonchus Contortus*. In: *Simpósio Sobre Controle De Parasitas Em Pequenos Ruminantes*, 2005. Anais... [S.L.]: Feinco/Sp, 2005.
62. Mulroy A. Monitoring And Analysis Of Water And Wastes. *Water Environment Technology*, Alexandria, V. 13, N. 2 P. 32-36, 2001.
63. Soutello, R. V. G.; Condi, G. K.; Paes, F.; Fonzar, J. F. Influência Do Parasitismo E Da Suplementação Proteíca No Desenvolvimento Ponderal De Novilhos Mestiços Angus-Nelore E Da Raça Guzerá. *Cienc. Agr. Saúde*, V.2, P.21- 27, 2002.
64. Soutello, R. V. G.; Gasparelli Júnior, A. G.; Menezes, C. F. Et Al. Ação E Importância Dos Anti-Helmínticos Em Relação A Produção De Ruminantes. *Ciências Agrárias E Da Saúde*, V. 1, N. 1, P. 55 – 59, 2001.
65. Strong, L.; James S.; Some Effects Of Ivermectin On The Yellow Dung Fly, *Scatophaga Stercoraria*. *Veterinary Parasitology*, Volume 48, Issues 1–4, 1993, Pages 181-191. Issn 0304-4017, [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(93\)90154-F](https://doi.org/10.1016/0304-4017(93)90154-F). Suárez, V. H. Helminthic Control On Grazing Ruminants And Environmental Risks In South America. *Veterinary Research*, V. 33, P. 563–573, 2002.

66. Pérez, R.; Cabezas, I. Sutra, J. F., Galtier, P.; Alvinerie, M. Fecalexcretion Profile Of Moxidectin And Ivermectin After Oral Administration In Horses. *The Veterinary Journal*, V. 161, P. 85-92, 2001.
67. Prichard, R.; Ménez, C.; Lespine, A. Moxidectin And The Avermectins: Consanguinity But Not Identity. *International Journal For Parasitology: Drugs And Drug Resistance*, V. 2, P. 134-153, 2012.
68. R. T.; Andrade, A. P. De.; Souto, J. S. Influência Da Precipitação Pluvial Sobre A Mesofauna Invertebrada Do Solo Em Área De Caatinga No Semiárido Da Paraíba. *Revista Eletrônica Do Curso De Geografia, Campos Jataí*, N. 12, 12 P., 2009.
69. Yin, X.; Song, B.; Dong, W.; Xin W., Wang, Y. A Review On The Ecogeography Of Soil Fauna In China. *Journal Of Geographical Sciences*, V. 20, P. 333-346, 2010.
70. Silva, N.; Junqueira, V. C. A. Silveira, N. F. A. *Manual De Métodos De Análise Microbiológica De Alimentos*. São Paulo: Varela, P. 259 ,1997.
71. Sommer C.; Bibby B. M. The Influence Of Veterinary Medicines On The Decomposition Of Dung Organic Matter In Soil. *European Journal Of Soil Biology*, V. 38, P. 155–159, 2002.
72. Soutello, R. G. V.; Seno, M. C. Z.; Amarante, A. F. T. Anthelmintic Resistance In Cattle Nematodes In Northwestern São Paulo State, Brazil. *Veterinary Parasitology*, V.148, P.360-364, 2007. Suárez, V. H. Helminthic Control On Grazing Ruminants And Environmental Risks In South America. *Veterinary Research*, V. 33, P. 563–573, 2002.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-137>

Capítulo 137

IMPACTOS ECONÔMICOS E SANITÁRIOS DA CISTICERCOSE NA BOVINOCULTURA DE CORTE BRASILEIRA: UMA REVISÃO

Bruna Fatori de Melo¹; Cibelle Maria de Carvalho Castello Branco¹; Júlia Helena Franca Diniz¹; Mateus Cardoso Santos²; Simone Jales de Barros Diniz¹; Guilherme Santana de Moura³; Maiza Araújo Cordão⁴

¹ Estudante do Curso de Medicina Veterinária - Faculdade de Enfermagem Nova Esperança – FACENE; E-mail: bfatori@hotmail.com, ² Estudante do Curso de Medicina Veterinária - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG; ³ Docente do Depto de Medicina Veterinária - Faculdade de Enfermagem Nova Esperança – FACENE. E-mail: guilhermesmoura@hotmail.com; ⁴ Docente do Depto de Medicina Veterinária - Faculdade de Enfermagem Nova Esperança – FACENE. E-mail: maizacordao@hotmail.com

RESUMO: O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de carne bovina do mundo, título que foi conquistado através do grande esforço e tecnologia depositados para produzir cada vez mais, com qualidade superior. Apesar disso, a bovinocultura de corte ainda está sujeita a uma série de enfermidades que acarretam em grandes perdas produtivas no decorrer da produção, ocasionando em elevados prejuízos econômicos. Entre as doenças parasitárias que levam a tais danos, destaca-se a cisticercose, uma zoonose que tem como o hospedeiro intermediário na sua forma larval o bovino e como hospedeiro definitivo na forma adulta o ser humano. Nos animais, a infecção ocorre após a ingestão de alimentos e/ou água contaminados com os ovos do parasita e os humanos adquirem a teníase através do consumo de cisticercos viáveis. Como o diagnóstico da enfermidade em bovinos é predominantemente impraticável ao longo da fase de criação, normalmente a constatação da infecção é realizada após o abate do animal, durante o exame *post-mortem*, e, que por sua vez, pode resultar na condenação total ou parcial das carcaças dos animais acometidos. Sendo assim, a profilaxia visando melhores condições sanitárias, educação da população e melhor qualificação profissional de produtores e colaboradores são as principais medidas tomadas na tentativa de minimizar o problema e interromper o ciclo parasitário, evitando, assim, perdas econômicas, além de agravos na saúde única.

Palavras-chave: saúde única; sanidade; segurança alimentar; zoonose

INTRODUÇÃO

A bovinocultura brasileira é umas das atividades que mais se destacam no cenário mundial do agronegócio (1). Dados da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (2), mostram que o Brasil conseguiu atingir um número recorde de exportação de carne no acúmulo entre os meses de janeiro e novembro de 2020, com um total de 1,84 milhão de toneladas, caracterizando um avanço de 9% em relação ao mesmo período no ano anterior. No entanto, o aumento dessas exportações muitas vezes é prejudicado em decorrência de doenças parasitárias, tendo destaque a cisticercose (3).

A cisticercose bovina é uma doença zoonótica causada pela *Taenia saginata*, resultante da infecção de seus hospedeiros intermediários, os bovinos, após a ingestão de alimentos e/ou água contaminados com os ovos do parasita, que se chocam e migram para os tecidos musculares onde tornam-se cisticercos e não se desenvolvem até o encontro com o hospedeiro definitivo. Os seres humanos, por sua vez, adquirem a teníase através do consumo de cisticercos viáveis e, por permitirem o desenvolvimento da *Taenia*, são considerados hospedeiros definitivos no ciclo do parasita (3).

Essa zoonose está dentro das Doenças Tropicais Negligenciadas (DTNs), sendo predisposta a partir de várias situações, como o contato com água não tratada, falta de saneamento e a pobreza (4). O acesso a fontes hídricas onde não há um controle de qualidade da água como em locais de pesca, com despejo de esgotos são fatores que facilitam a disseminação do parasita (5).

Diante do exposto, objetivou-se revisar, na literatura científica, as principais consequências econômicas e sanitárias resultantes da cisticercose bovina, além de analisar os fatores de riscos associados com essa parasitose, e por fim, destacar as medidas profiláticas fundamentais.

PANORAMA BRASILEIRO DA PRODUÇÃO DE CARNE BOVINA

O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de carne bovina do mundo ocupando altas posições nas métricas mundiais. Em 2020 o rebanho bovino brasileiro chegou a representar 14,3% do rebanho mundial, alimentando o mercado internacional com 2,2 milhões de toneladas de carne bovina (6). Títulos responsáveis pela geração de milhares de empregos, produção de alimentos de qualidade sem crueldade animal e grandes avanços na tecnologia voltada ao melhoramento do pasto, da linhagem dos animais e do combate a doenças que podem prejudicar a produção e contaminar seres humanos e outras espécies.

IDENTIFICAÇÃO DAS LESÕES *POST MORTEM* E DESTINAÇÃO DE CARÇAÇAS ACOMETIDAS

A inspeção para verificação da presença de cistos em bovinos segue um fluxograma pré estabelecido para exame de órgãos e músculos de acordo com o artigo 185 do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), onde a carcaça poderá ser liberada ao consumo humano sem tratamento apenas se houver um único cisto calcificado e nenhum viável em todos os locais examinados, porém, a área afetada deverá ser retirada e condenada, também gerando perdas na cadeia (7) (8).

De acordo com as novas normas do decreto nº 10.468/2020, publicado pelo Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), a fiscalização de cisticercose bovina passou a ser mais criteriosa. A carcaça que contém cistos passa por um tratamento obrigatório de frio ou calor, durante 15 dias a -10°C, ou encaminhamento para graxaria, diferenciando-se da norma anterior onde aproveitava parte da carcaça retirando somente a área infectada, sem necessidade de tratamento quando verificada infestação discreta ou moderada (9). Gerando impacto financeiro tanto ao pecuarista quanto para a indústria, pois os custos com o tratamento são do produtor e ocorre uma baixa no valor do produto.

IMPACTOS E PREJUÍZOS GERADOS PELA CISTICERCOSE NA CADEIA PRODUTIVA DA CARNE BOVINA

Atualmente, a cisticercose é considerada uma doença de grandes impactos sanitários e econômicos, pois só é descoberta, em sua maioria, após o abate do animal, já no frigorífico. Isso acarreta em uma série de medidas que devem ser tomadas para garantir a segurança dos produtos oriundos do local, visto que esta parasitose tem caráter silencioso, gerando maiores prejuízos no final da produção. A partir do nível de infestação da carcaça, pode haver inviabilização do produto para consumo humano, causando perdas de 50% ou até 100% no valor da peça (8).

As perdas econômicas causadas em virtude da cisticercose bovina são significativas no Brasil. Segundo o estudo realizado em um abatedouro-frigorífico localizado no município de Promissão, no estado de São Paulo, que recebia animais provenientes de 6 estados diferentes, foi estimado um prejuízo equivalente a R\$ 2.072.696,38 ao longo de três anos, devido a detecção de carcaças infectadas com cisticercos de *T. saginata* (3). E quando são considerados os rebanhos maiores, compostos por mais de 215, 20 milhões de cabeças, os prejuízos totalizam um valor de aproximadamente R\$24,5 milhões de reais (10).

Quando detectada a infecção nos frigoríficos, os estabelecimentos precisam submeter a carcaça a tratamentos que resultam na desvalorização da qualidade e do valor da carne em até 15%, gerando assim importantes prejuízos pelos custos envolvidos na manutenção, energia e ocupação das câmaras (11). Já para o produtor, o prejuízo se dá principalmente devido à condenação total ou parcial da carcaça, reduzindo, assim, o valor pago por peso. Quando ela apresenta cistos vivos ocorre uma desvalorização de até 65%; já quando passa por esterilização por calor ocorre uma desvalorização de até 50% e nos casos em que é submetida ao tratamento frio, 30% (10).

A IMPORTÂNCIA DO HOMEM NO CICLO BIOLÓGICO

A cisticercose que acomete os bovinos é causada pelo parasita *Taenia saginata*, na qual infecta o animal a partir da ingestão de alimentos ou água contaminados com os ovos da tênia. Mesmo sendo uma enfermidade de disposição global, por conta do parasita se proliferar em regiões com condições higiênicas precárias, a doença ocorre com maior frequência em países em situação de pobreza (5). No ciclo biológico do parasita, o ser humano é o hospedeiro definitivo e fonte de infecção da parasitose, pois há o desenvolvimento da forma larval no intestino delgado do homem e, posteriormente, há a disseminação dos ovos da tênia pelas fezes (7).

Desse modo, a escassez do saneamento básico é o principal problema que favorece a propagação do complexo teníase-cisticercose, visto que em áreas nas quais não há uma rede pública de esgoto, os dejetos são despejados incorretamente, ocorrendo a contaminação do meio. Somando a isso, o manejo deficitário da criação de bovinos de corte e a negligência ou desconhecimento acerca da cisticercose atuam negativamente no controle e na prevenção do parasita (8).

CAPACITAÇÃO PARA REALIZAÇÃO ADEQUADA DO CONTROLE E PROFILAXIA NA PROPRIEDADE

Diante da necessidade de minimizar os riscos da transmissão de doenças veiculadas por alimentos contaminados com cisticercos, surge a Instrução Normativa nº121 de 26 de Fevereiro de 2021, alertando para a necessidade dos frigoríficos, com infestações maiores que 1% de cisticercose presente nos abates realizados em 2020, ofertarem capacitações aos fornecedores da matéria prima, buscando tratar a origem do problema.

Além disso, está descrito ainda na IN nº121 um prazo de 18 meses para que os frigoríficos se adequem ao Parágrafo 2º do artigo 185 retirado do Decreto nº 10.468 de 18 de agosto de 2020, na qual dispõe penalizações aos produtores, que podem perder até 50% do valor da carcaça de acordo com o grau de infestação, distribuição dos cisticercos presentes, entre outros fatores que geram grandes prejuízos de acordo com a Sociedade Rural Brasileira (12).

Para evitar essas perdas econômicas faz-se necessário tomar algumas medidas preventivas para controle da cisticercose bovina, dentre elas, ambiente, alimentação, manejo sanitário, vacinação, vermifugação e elaboração de campanhas para população carente (13).

CONCLUSÕES

O Brasil é um dos maiores exportadores de carne do mundo, sendo a cisticercose uma doença zoonótica de grande relevância no abate de bovinos devido às perdas econômicas pelo descarte dos produtos contaminados. A redução dessas perdas geradas pela cisticercose pode ser realizada por meio de melhoramentos na questão higiênico sanitária da propriedade como um todo. Para isso, a oferta de treinamentos aos produtores e colaboradores da propriedade são essenciais para que melhorem sua matéria prima e não sejam penalizados ao final da cadeia produtiva. Os esforços realizados na fazenda refletem diretamente na indústria, onde verifica-se o resultado final gerado pelo empenho do produtor antes mesmo do abate, na avaliação *ante-mortem* e depois, na fiscalização do *post-mortem*, garantindo que a carne produzida não represente nenhum risco ao consumidor. Dessa forma, além de melhorar os resultados econômicos, também auxiliará na manutenção da saúde pública.

REFERÊNCIAS

1. Duarte CTD. Fatores de risco associados à transmissão da cisticercose bovina em propriedades rurais rastreadas a partir de estabelecimento de abate. [Tese]. [Internet]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2018 [acesso em 11 de agosto de 2021]. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/21675>
2. ABIEC. Exportações de carnes bovinas devem encerrar 2020 com novos recordes em volume e faturamento. [Internet]. 2020 [acesso em 11 de agosto de 2021]. Disponível em: <http://abiec.com.br/exportacoes-de-carnes-bovinas-devem-encerrar-2020-com-novos-recordes-em-volume-e-faturamento/>
3. Favarin AM, Comin VC, Souza BMS, Rossi G A. M. IMPACTO ECONÔMICO AOS PECUARISTAS DECORRENTE DA DETECÇÃO DE CISTICERCOSE BOVINA EM UM ABATEDOURO-FRIGORÍFICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL. *Ars Veterinaria*. [Internet]. 2021 [acesso em 11 de agosto de 2021];37(2):45–50. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15361/2175-0106.2021v37n2p45-50>
4. Sobreira MFD. Estudo coproparasitológico e epidemiológico do complexo teníase-cisticercose em habitantes do Município de Santa Cruz - Paraíba [TCC]. [Internet]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba Centro de Ciências da Saúde Departamento de Ciências Farmacêuticas. 2017 [acesso em 11 de agosto de 2021].

- Disponível em:
<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/3545/1/MFDS04072017.pdf>
5. Almeida G de, Leal MH, Sakamoto CAM. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA E SANITÁRIA DA CISTICERCOSE NO BRASIL. *rev ci vet* [Internet]. 2017 [acesso em 11 de agosto de 2021];40(2):170. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/RevCiVet/article/view/39838>
 6. EMBRAPA. Brasil é o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo, diz estudo [Internet]. 2021 [acesso em 9 de agosto de 2021]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62619259/brasil-e-o-quarto-maior-produtor-de-graos-e-o-maior-exportador-de-carne-bovina-do-mundo-diz-estudo>
 7. Pinto KA, Medeiros VS, Rodrigues GM. Aspectos Epidemiológicos e Clínicos da Cisticercose. *Revista Liberum accessum*. [Internet]. 2021 [acesso em 11 de agosto de 2021];7(1):25–36. Disponível em: <http://revista.liberumaccessum.com.br/index.php/RLA/article/view/61>
 8. Moraes BSD, Pinto CM, Assi AL, Panetta JC. CISTICERCOSE BOVINA: OCORRÊNCIA EM ABATEDOURO DE SERTÃOZINHO, SP, E RELAÇÃO COM A TENÍASE E CISTICERCOSE HUMANA. *Revista Higiene Alimentar* [Internet]. 2020 [acesso em 11 de agosto de 2021]; 34 (290) : 97-112. Disponível em: <https://higienealimentar.com.br/cisticercose-bovina-ocorrencia-em-abatedouro-de-sertaozinho-sp-e-relacao-com-a-teniase-e-cisticercose-humana/>
 9. BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2020). Decreto nº 10.468, de 18 de agosto de 2020. Altera o Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, que regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. *Diário Oficial da União*. 19 Ago 2020; Seção: 1:5.
 10. Smaniotto B, Brito E, Prieto J, Farias I, Gallo C, Santos C, et al. CISTICERCOSE CAUSADA PELO *Cysticercus bovis* E SEU IMPACTO ECONÔMICO NO REBANHO BOVINO BRASILEIRO. *Veterinária e Zootecnia* [Internet]. 2019 [acesso em 11 de agosto de 2021];26(1):35-44. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vti-25143>
 11. Rossi GAM, Grisólio APR, Prata LF, Bürger KP, Hoppe EGL. Bovine cysticercosis situation in Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*. [Internet]. 2014 [acesso em 11 de agosto de 2021];35(2):927–38. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744140040>
 12. SRB. SRB faz novo alerta sobre normas da cisticercose bovina [Internet]. 2021 [acesso em 11 de agosto de 2021]. Disponível em: <https://srb.org.br/srb-faz-novo-alerta-sobre-normas-da-cisticercose-bovina/>

13. Rossi, GAM, Van Damme, I, Gabriël, S. Systematic review and meta-analysis of bovine cysticercosis in Brazil: current knowledge and way forward. *Parasites & Vectors*. [Internet]. 2020 [acesso em 11 de agosto de 2021];13(92). Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13071-020-3971-0>

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-138>

Capítulo 138

PERCEPÇÃO DE PRODUTORES BRASILEIROS DE BOVINOS LEITEIROS SOBRE O IMPACTO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA PRODUÇÃO

Ana Lígia Braga Mezzina¹; Marcela de Sousa Coelho¹, Natascha Almeida Marques da Silva²; Camila Raineri²

¹Estudante do Curso de Zootecnia – FAMEV – UFU; E-mail: anabmezzina@gmail.com, marcela.sc@ufu.br, ²Docente do Laboratório de Estudos em Agronegócios – LEA – FAMEV – UFU: natascha@ufu.br, camilaraineri@ufu.br

RESUMO: O trabalho visou aprofundar a compreensão da visão de produtores de bovinos leiteiros sobre o conceito de mudanças climáticas e de seus impactos na produção. Foram realizados o levantamento de produtores de gado leiteiro, o convite para participarem da pesquisa, elaboração e divulgação de questionário em plataforma *online*, e análise e interpretação dos dados. As questões abordaram: i) caracterização dos participantes; ii) caracterização dos seus sistemas produtivos; e iii) percepção sobre o tema de mudanças climáticas. A análise foi realizada pelo teste qui-quadrado de Pearson com nível de significância até 5%. Foram avaliadas as hipóteses de que o nível de escolaridade e o tempo ha que o produtor está na atividade leiteira afetam sua percepção sobre as mudanças climáticas. Participaram 87 respondentes. O grau de escolaridade influenciou na crença sobre mudanças climáticas ($P=0,0119$), mas não na compreensão de seu conceito, na crença que manejos realizados na propriedade influenciam na ocorrência das mudanças climáticas, na crença de que elas são capazes de afetar negativamente a produção de leite na região de atuação e em outras regiões, na observação de eventos climáticos extremos e nas fontes das mudanças climáticas. O tempo de atuação na pecuária leiteira não influenciou em nenhuma das questões. A percepção do conceito e a compreensão do que são as mudanças climáticas influenciam na tomada de decisão das ações de mitigação e adaptação nos sistemas de produção e são fundamentais para reduzir de forma significativa e eficaz os efeitos e impactos negativos das mudanças climáticas na produção leiteira.

Palavras-chave: adaptação, mitigação, pecuária leiteira, sustentabilidade

INTRODUÇÃO

As alterações climáticas têm se intensificado com o aumento da exploração dos recursos naturais pelo homem (1) para atender suas necessidades, tornando-se um dos assuntos mais pertinentes e relevantes em todo o mundo. Elas têm como principal causa a emissão de gases nocivos ao meio ambiente, como dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), que retém o calor na atmosfera e provocam o Efeito Estufa (2).

A pecuária está fortemente relacionada ao desmatamento, tanto em pequenas quanto em grandes propriedades (3), considerada uma das atividades que mais reflete nas mudanças climáticas por ser responsável pela degradação do solo e da emissão de

quantidades significativas de gases devido aos processos fermentativos que acontecem no rúmen dos animais, liberados pela eructação e pelos dejetos. Um dos maiores desafios enfrentados pelos nutricionistas têm sido a necessidade de se manipular o ecossistema ruminal (4) para reduzir a produção e emissão desse gás, a fim de minimizar seu impacto na atmosfera, na água e no solo, sem que haja comprometimento do sistema digestório e fisiológico dos animais. Algumas estratégias têm sido utilizadas a fim de aumentar a produtividade animal, por meio da nutrição e do melhoramento genético.

Para que haja sucesso na mitigação da emissão dos gases e redução dos danos gerados pelos mesmos, é preciso entender como os produtores têm percebido essas alterações e como eles se posicionam diante das mesmas em situações do cotidiano e também a longo prazo dentro do seu sistema de produção. O conhecimento dessa percepção no ramo da pecuária leiteira, permite a adoção de estratégias que respondam às dificuldades encontradas nos sistemas de produção, a fim de orientar e garantir que o produtor esteja preparado diante das adversidades futuras que venham a ocorrer (5), sabendo enfrentá-las para sofrer consequências produtivas menores no seu rebanho e aumentar o desempenho do mesmo.

Alguns trabalhos com a percepção de produtores de bovinos leiteiros a respeito das mudanças climáticas foram realizados por (6) na Escócia e (7) no Quênia, porém nenhum deles foi realizado em condições brasileiras. Dada a importância socioeconômica da atividade no país e as grandes diferenças de clima existentes, é relevante que se busque tal conhecimento nas regiões onde a atividade é mais presente, já que pouco se sabe sobre como as mudanças climáticas têm afetado o setor da pecuária de leite no Brasil, devido a maior parte dos estudos serem realizados com rebanhos internacionais. Assim, o objetivo desse trabalho foi investigar percepção de produtores de bovinos leiteiros brasileiros a respeito do conceito das mudanças climáticas e de seus impactos na produção de leite.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi executado em quatro etapas, sendo a primeira o levantamento de organizações que possuíssem contato com produtores de bovinos leiteiros, e a segunda o convite para que participassem da pesquisa. A terceira etapa consistiu na elaboração de um questionário em plataforma online, e na sua divulgação por vias eletrônicas para os participantes. Por fim, no quarto passo foi realizada a análise e interpretação quantitativa e qualitativa dos dados obtidos.

O questionário foi elaborado na plataforma *GoogleDocs*. Ele continha 23 questões fechadas, com três abordagens principais: i) a caracterização dos participantes (faixa etária, nível de escolaridade, renda da família, tempo em que atua na agropecuária, condição em relação às terras, atuação ou não em outras atividades); ii) a caracterização dos seus sistemas produtivos (Estado, produção média diária, tipo de mão de obra empregada, administração da propriedade, nível de intensificação e confinamento, raça predominante utilizada); e iii) a percepção sobre o tema de mudanças climáticas (familiaridade e compreensão do conceito, meio de comunicação pelo qual ouviu o termo, crença na existência do processo, percepção sobre as mudanças climáticas no país todo e em sua região de atuação, influência do manejo, observação de eventos extremos e atividades que impulsionam as mudanças climáticas).

A pesquisa contou com a participação de 87 respondentes. A ferramenta de coleta de dados foi validada através de uma aplicação piloto a 10 respondentes. Estas respostas foram descartadas após a validação, não sendo incluídas na análise de dados.

A análise foi realizada por meio de teste qui-quadrado (χ^2) de Pearson, avaliando por testes de independência as hipóteses de que o nível de escolaridade (i. primeiro grau

incompleto; ii. primeiro grau completo; iii. segundo grau incompleto; iv. segundo grau completo; v. ensino superior incompleto; vi. ensino superior completo) e o tempo há que o produtor está na atividade leiteira (i. menos de 5 anos; ii. 5 a 10 anos; iii. 10 a 15 anos; iv. mais de 15 anos) afetam a percepção dos produtores sobre as mudanças climáticas.

O teste foi expresso em tabelas de contingência, e considerou-se o nível de significância até 5% para os resultados. A análise foi realizada por meio do procedimento FREQ do software SAS System®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir são apresentados os resultados da pesquisa, abordando a percepção de produtores de bovinos leiteiros a respeito das mudanças climáticas em função do seu nível de escolaridade e tempo de atuação na bovinocultura de leite. Foram avaliados o conhecimento que possuem a respeito do assunto, a crença na existência do processo e na possibilidade de afetar seu sistema de produção e a observação de eventos climáticos pelos participantes em suas propriedades.

Constam na Tabela 1 os resultados relativos à crença dos produtores a respeito da realidade das mudanças climáticas, de acordo com o nível de escolaridade que possuem e o tempo em anos de atuação na bovinocultura leiteira.

Tabela 21 - Efeito da escolaridade e do tempo de atuação na atividade sobre a crença de que as mudanças climáticas são um processo real

		Sim	Não	Não sei
Escolaridade ¹	1º Grau Completo	0 (0%)	0 (0%)	1 (100%)
	2º Grau Incompleto	6 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
	2º Grau Completo	21 (95,45%)	1 (4,55%)	0 (0%)
	Superior Incompleto	21 (95,45%)	0 (0%)	1 (4,55%)
	Superior Completo	32 (88,89%)	0 (0%)	4 (11,11%)
Tempo de atuação ²	< 5 anos	18 (90%)	0 (0%)	2 (10%)
	5 a 10 anos	23 (95,83%)	0 (0%)	1 (4,17%)
	10 a 15 anos	14 (93,33%)	1 (6,67%)	0 (0%)
	> 15 anos	25 (89,29%)	0 (0%)	3 (10,71%)

¹P-valor = 0,0119. ²P-valor = 0,3174.

De acordo com a escolaridade, a maior parte dos respondentes (91,95%) acredita que as mudanças climáticas são de fato um processo real. A escolaridade teve efeito estatístico significativo (P=0,0119) sobre a crença dos produtores nas mudanças climáticas, sendo a convicção na existência do processo de mudanças climáticas inversamente proporcional ao nível de escolaridade. A totalidade dos participantes com 2º grau incompleto acredita em sua veracidade, enquanto a proporção cai para 95,45% entre os respondentes com 2º grau completo e superior incompleto, e para 88,89% entre os produtores com ensino superior completo.

Embora esse resultado seja significativo, ele vai na contramão de outros trabalhos como o de (7), que descreve os níveis de educação como um papel importante para a adoção de estratégias de adaptação de acordo com suas percepções e informações a respeito das mudanças climáticas, e de (6), que mostra que aqueles produtores que possuem nível de

educação mais alto são mais propensos a acreditarem nas mudanças climáticas, além de serem mais prováveis de perceberem os riscos causados pelas mesmas.

A significância pode se relacionar ao fato da maior parte dos produtores que afirmam terem cursado ensino superior completo terem informado no formulário que seu tempo de atuação na produção leiteira está entre 5 a 10 anos (41,67%), um período relativamente curto para observar fenômenos indicativos e sentir de fato os impactos relacionados às mudanças climáticas na sua produção. A maior parte dos respondentes com ensino superior completo afirma já praticar técnicas de manejo como climatização (61,11%), integração lavoura pecuária (38,89%), manejo alimentar (22%), reflorestamento (58,33%) e manejo de dejetos (69,44%) como forma de minimizar os impactos das mudanças climáticas que são sentidos na produção agropecuária.

Para o tempo de atuação dos produtores na bovinocultura leiteira, têm-se que 91,95% dos respondentes acreditam que as mudanças climáticas são um processo real, apesar dos resultados não apresentarem significância ($P=0,3174$). (8) argumentaram que a negação da mudança climática tem raiz na motivação de proteger as estruturas sociais atuais, onde esses indivíduos provavelmente já ocupam ou ocuparão posições de poder relativamente altas. A consideração da existência das mudanças climáticas é importante não só para possibilitar condições e formas de adaptação da propriedade a elas, mas também para que o produtor seja capaz de entender os fenômenos que estão relacionados e adaptar suas estratégias às condições reais do seu sistema de produção (9).

Na Tabela 02 constam os resultados da relação entre o nível de escolaridade dos respondentes e tempo de atuação na bovinocultura leiteira sobre a compreensão do conceito.

Tabela 22 - Efeito da escolaridade e do tempo de atuação na pecuária leiteira sobre a compreensão do conceito de mudanças climáticas

		Sim	Não, mas já ouvi falar	Não, e nunca ouvi falar
Escolaridade ¹	1º Grau Completo	0 (0%)	1 (100%)	0 (0%)
	2º Grau Incompleto	5 (83,33%)	1 (16,67%)	0 (0%)
	2º Grau Completo	14 (63,64%)	8 (36,36%)	0 (0%)
	Superior Incompleto	20 (90,91%)	2 (9,09%)	0 (0%)
Tempo de atuação ²	Superior Completo	27 (75%)	8 (22,22%)	1 (2,78%)
	< 5 anos	14 (70%)	6 (30%)	0 (0%)
	5 a 10 anos	21 (87,50%)	3 (12,50%)	0 (0%)
	10 a 15 anos	10 (66,67%)	5 (33,33%)	0 (0%)
	> 15 anos	21 (75%)	6 (21,43%)	1 (3,57%)

¹P-valor = 0,2968. ²P-valor = 0,5310.

Quase 76% dos produtores de bovinos de leite entrevistados se dizem capazes de compreender o conceito de mudanças climáticas, independentemente do nível de escolaridade. Enquanto isso, 24,14% dos produtores, apesar de não serem capazes de compreendê-lo, já ouviram falar a respeito do assunto. A relação não foi significativa ($P=0,2968$). Essa compreensão é importante pois, como descrito por (10), os produtores se tornam mais propensos a adotarem ações adaptativas em seus sistemas.

Para o tempo de atuação na pecuária leiteira, a tabela também aponta que 75,86% dos entrevistados afirmam compreendê-lo. Aqueles que já ouviram falar a respeito, somaram 23%. A relação não apresentou significância estatística ($P=0,5310$).

A mídia é desempenha um papel importante para que a população construa percepções e conceitos a respeito das mudanças climáticas (11). 32,2% dos produtores afirmaram terem contato e receber informações a respeito das mudanças climáticas por meio de profissionais. Mais de 65% dos entrevistados afirmaram terem adquirido esse conhecimento por outras fontes. (12) afirmam que o conhecimento do fenômeno é um fator decisivo para o sucesso e eficiência das atitudes mitigatórias as quais os mesmos estarão propensos a adotar em seus sistemas de produção.

Na Tabela 03 são apresentadas as respostas de acordo com a relação entre o efeito da escolaridade e o tempo de atuação na bovinocultura de leite sobre o fato de acreditarem que manejos realizados no sistema de produção são capazes de contribuir para a ocorrência das mudanças climáticas.

Tabela 23 - Efeito da escolaridade e tempo de atuação na pecuária leiteira sobre a crença de que manejos realizados nos sistemas de produção de leite são capazes de contribuir para a ocorrência das mudanças climáticas

		Sim	Não	Não sei
Escolaridade ¹	1º Grau Completo	0 (0%)	0 (0%)	1 (100%)
	2º Grau Incompleto	4 (66,67%)	1 (16,67%)	1 (16,67%)
	2º Grau Completo	11 (50%)	8 (36,36%)	3 (13,64%)
	Superior Incompleto	15 (68,18%)	4 (18,18%)	3 (13,64%)
	Superior Completo	17 (47,22%)	13 (36,11%)	6 (16,67%)
	Tempo de atuação ²	< 5 anos	11 (55%)	6 (30%)
	5 a 10 anos	13 (54,17%)	5 (20,83%)	6 (25%)
	10 a 15 anos	8 (53,33%)	5 (33,33%)	2 (13,33%)
	> 15 anos	15 (53,57%)	10 (35,71%)	3 (10,71%)

¹ P -valor = 0,3516. ² P -valor = 0,8317.

A adoção de boas práticas de manejo em sistemas de produção de leite é fundamental para que a propriedade e a produção se tornem eficientes (13). Manejos inadequados são capazes de prejudicar potencialmente a produção, pois impulsiona a emissão de gases precursores do aquecimento global (14). Portanto, quanto mais adequado o manejo, mais as ações de mitigação se tornam eficazes.

Observando o nível de escolaridade dos entrevistados, a tabela mostra que mais da metade (54,02%) acredita que os manejos interferem diretamente para que ocorram as mudanças climáticas e 29,88% não concorda. A relação não foi significativa ($P=0,3516$).

Ao observar o tempo de atuação, a relação não se mostrou significativa estatisticamente ($P=0,8317$). Cerca de 54% demonstraram acreditar no impacto dos manejos sobre as mudanças climáticas, e 29,9% discordam da afirmação.

No entanto, trabalhos como os de (15) demonstram que a bovinocultura leiteira é a segunda maior fonte de gases de efeito estufa (GEE) entre todas as produções animais, emitindo anualmente cerca de 1,4 gigatons de GEE. A produção fica atrás somente da produção de carne bovina (2,9 gigatons), e é maior que de galinhas poedeiras, carne de frango, carne suína, carne e leite de bubalinos e de pequenos ruminantes.

A Tabela 04 contém os resultados sobre o efeito da escolaridade dos produtores de leite e o tempo de atuação na atividade leiteira na crença que as mudanças climáticas são capazes de afetar de maneira negativa a produção de leite em diferentes regiões do país.

Mais de 89% dos respondentes acreditam que as mudanças climáticas podem ter efeito negativo sobre a produção leiteira em diferentes regiões do país, independentemente do nível de escolaridade. A relação não foi estatisticamente significativa ($P=0,1341$).

Entender as mudanças climáticas é necessário para compreender quais necessidades se aplicam em cada sistema de produção, e auxiliar na tomada de decisão sobre medidas adaptativas. Medidas de adaptação às mudanças climáticas são necessárias visto que o avanço na mitigação dos gases responsáveis pelo efeito estufa ainda é lento (16).

Dentre as estratégias de adaptação, alternativas adaptativas como alterar a raça dos animais por raças mais tolerantes ao estresse climático são descritas por (15). Outras alternativas são descritas por (17), como a manipulação do microclima, através da utilização de sombra natural ou artificial e uso de aspersores ou ventiladores.

Os resultados para a relação com o tempo em que os respondentes atuam na pecuária leiteira mostraram que 89,65% dos entrevistados acreditam que isto pode ocorrer. Porém essa relação não se mostrou significância ($P=0,0789$).

Tabela 24 - Efeito da escolaridade e do tempo de atuação na pecuária leiteira sobre a crença de que as mudanças climáticas podem ter impactos negativos na produção de leite em alguma região brasileira

		Sim	Não	Não sei
Escolaridade ¹	1º Grau Completo	0 (0%)	0 (0%)	1 (100%)
	2º Grau Incompleto	6 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
	2º Grau Completo	20 (90,91%)	1 (4,55%)	1 (4,55%)
	Superior Incompleto	20 (90,91%)	0 (0%)	2 (9,09%)
	Superior Completo	32 (88,89%)	0 (0%)	4 (11,11%)
	Tempo de atuação ²	Menos que 5 anos	16 (80%)	0 (0%)
	5 a 10 anos	23 (95,83%)	0 (0%)	1 (4,17%)
	10 a 15 anos	14 (93,33%)	1 (6,67)	0 (0%)
	Mais que 15 anos	25 (89,29%)	0 (0%)	3 (10,71%)

¹ P -valor = 0,0789. ² P -valor = 0,1341.

A seguir, a Tabela 05 apresenta os resultados da relação entre a escolaridade e tempo de atuação sobre as mudanças climáticas serem capazes de afetar a produção de leite na sua própria propriedade e/ou na região/estado.

Tabela 25 - Efeito da escolaridade e do tempo de atuação na pecuária leiteira sobre a crença de que as mudanças climáticas podem ter impactos negativos na produção de leite na região do respondente

		Sim	Não	Não sei
Escolaridade ¹	1º Grau Completo	0 (0%)	0 (0%)	1 (100%)
	2º Grau Incompleto	5 (83,33%)	0 (0%)	1 (16,67%)
	2º Grau Completo	19 (83,36%)	2 (9,09%)	2 (4,55%)
	Superior Incompleto	20 (90,91%)	1 (4,55%)	1 (4,55%)

	Superior Completo	31 (86,11%)	1 (2,78%)	4 (11,11%)
Tempo de atuação ²	Menos que 5 anos	15 (75%)	2 (10%)	3 (15%)
	5 a 10 anos	22 (91,67%)	0 (0%)	2 (8,33%)
	10 a 15 anos	14 (93,33%)	1 (6,67%)	0 (0%)
	Mais que 15 anos	24 (85,71%)	1 (3,57%)	3 (10,71%)

¹P-valor = 0,1125. ²P-valor = 0,5132.

Para os níveis de escolaridade, 86,2% dos respondentes acreditam que as mudanças climáticas têm a capacidade de afetar negativamente a produção de leite na propriedade/região onde se encontra, mesmo valor encontrado para o tempo de atuação. A relação não foi significativa em ambos os casos (P=0,1125; P=0,5132).

Os produtores possuem facilidade em observar eventos que ocorrem em sua própria região, pois os efeitos das mudanças climáticas são distintos de uma região para outra (5), onde as divergências de clima, temperatura e manejo são grandes. A percepção ambiental que os produtores têm sobre as mudanças climáticas é uma observação local e extremamente relacionada com a realidade de sua propriedade rural e região de atuação (18).

A Tabela 06 corresponde aos resultados do efeito da escolaridade dos produtores sobre quais eventos climáticos extremos eles foram capazes de observar mais frequentemente em sua propriedade em relação a anos anteriores.

Tabela 26 - Efeito da escolaridade e do tempo de atuação na pecuária leiteira sobre a observação de eventos climáticos extremos na região ou propriedade

	Seca prolongada	Aumento exagerado no volume de chuvas	Temperaturas muito acima ou muito abaixo do normal	Redução de água em nascentes, córregos e afins	Mais de uma alternativa	Todas as alternativas	Não observei nenhum evento extremo	
Escolaridade ¹	1º Grau Completo	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	
	2º Grau Incompleto	1 (16,67%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	5 (83,33%)	0 (0%)	
	2º Grau Completo	2 (9,09%)	1 (4,55%)	2 (9,09%)	2 (9,09%)	10 (45,45%)	4 (18,18%)	1 (4,55%)
	Superior Incompleto	4 (18,18%)	0 (0%)	1 (4,55%)	1 (4,55%)	14 (63,64%)	1 (4,55%)	1 (4,55%)
	Superior Completo	6 (16,67%)	1 (2,78%)	4 (11,11%)	3 (8,33%)	17 (47,22%)	4 (11,11%)	1 (2,78%)
Tempo de atuação ²	< 5 anos	3 (15%)	0 (0%)	2 (10%)	2 (10%)	11 (55%)	2 (10%)	0 (0%)
	5 a 10 anos	3 (12,50%)	1 (4,17%)	1 (4,17%)	2 (8,33%)	14 (58,33%)	3 (12,50%)	0 (0%)
	10 a 15 anos	0 (0%)	1 (6,67%)	2 (13,33%)	0 (0%)	8 (53,33%)	1 (6,67%)	3 (20%)
	> 15 anos	7 (25%)	0 (0%)	2 (7,14%)	2 (7,14%)	14 (50%)	3 (10,71%)	0 (0%)

¹P-valor = 0,9950. ²P-valor = 0,1452.

O evento isolado mais observado pelos produtores nos níveis de escolaridade avaliados foi a seca prolongada, somando 14,94%. De maneira geral, 54,02% dos produtores afirmaram terem observado mais de uma alternativa contendo um evento

climático extremo. 10,34% afirmaram terem observado os eventos descritos em todas as alternativas e 3,44% não observaram nenhum. Essa relação não apresentou significância estatística ($P=0,1452$).

Para que os produtores estejam preparados para esse tipo de adversidade, é necessário que haja mais acesso à informação a respeito do assunto (19). Esses eventos extremos destacam-se na mídia por acontecimentos drásticos no país que alteram a rotina e impactam economicamente na vida da população. Com o crescimento populacional e intensificação da urbanização, os extremos provocam impactos nunca observados (20).

A grande maioria dos respondentes ao observarmos o tempo de atuação na atividade, afirmou ter observado algum evento climático extremo em sua região, totalizando 96,55%. Muitos deles afirmaram ter observado mais de um evento climático (54,02%) ou até mesmo todos os eventos climáticos descritos na questão (10,34%). (21) descrevem o aumento dos eventos climáticos extremos como um reflexo da fragilidade da população e dos nossos ecossistemas, tornando o Brasil cada vez mais vulnerável às mudanças climáticas. A relação entre os dois fatores não foi significativa ($P=0,9950$).

Os eventos extremos são responsáveis por alterar o desenvolvimento e crescimento dos grãos (22), prejudicar o metabolismo e termorregulação e podem interferir no aparecimento de enfermidades, alterando a distribuição geográfica de algumas doenças de importância zootécnica, ou trazendo novas ao meio (17).

Encontram-se na Tabela 7 os dados referentes a quais atividades ou processos os produtores consideram ser a principal causa da ocorrência das mudanças climáticas, de acordo com o nível de escolaridade e tempo de atuação na bovinocultura de leite.

Tabela 27 - Efeito da escolaridade e do tempo na pecuária leiteira sobre a crença dos produtores sobre qual atividade é a principal responsável pelo aquecimento global

	Atividades urbanas e industriais	Agricultura e pecuária	Atividades urbanas e agropecuárias	Processo natural do planeta	Todas as anteriores	
Escolaridade ¹	1º Grau Completo	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (100%)	0 (0%)
	2º Grau Incompleto	2 (33,33%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (66,67%)
	2º Grau Completo	11 (50%)	0 (0%)	3 (13,64%)	2 (9,09%)	6 (27,27%)
	Superior Incompleto	12 (54,55%)	0 (0%)	2 (9,09%)	3 (13,64%)	5 (22,73%)
	Superior Completo	19 (52,78%)	1 (2,78%)	4 (11,11%)	5 (13,89%)	7 (19,44%)
Tempo de atuação ²	< 5 anos	9 (45%)	0 (0%)	2 (10%)	4 (20%)	5 (25%)
	5 a 10 anos	10 (41,67%)	0 (0%)	3 (12,50%)	1 (4,17%)	10 (41,67%)
	10 a 15 anos	8 (53,33%)	0 (0%)	1 (6,67%)	2 (13,33%)	4 (26,67%)
	> 15 anos	17 (60,71%)	1 (3,57%)	3 (10,71%)	4 (14,29%)	3 (10,71%)

¹P-valor = 0,4987. ²P-valor = 0,55453.

Metade (50,57%) dos produtores respondentes acreditam que a maior contribuição para a ocorrência das mudanças climáticas são atividades urbanas e industriais, independentemente do nível de escolaridade que possuem. Aqueles que acreditam nas duas atividades como principal causa somaram 10,34%. Os que creem ser um processo natural do planeta foram 12,64%. Aqueles que indicaram todas as alternativas como fontes igualmente influenciadoras somaram 25%. Não houve relação estatística significativa ($P=0,5545$).

As mudanças climáticas não são consequência única da urbanização e industrialização. Segundo o relatório do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) de 2019, a agricultura é responsável pela emissão de 13% de dióxido de carbono, 44% de gás metano e 82% de óxido nitroso. Esses valores representam 23% da emissão de gases responsáveis pelo Efeito Estufa advindos de fontes antrópicas. Apesar de processos naturais, as mudanças climáticas vêm se intensificando cada vez mais.

De acordo com o tempo de atuação, 50,57% disseram acreditar que são oriundas de ações urbanas e industriais. Os que acreditam ser um processo natural do planeta (12,64%) superaram o número daqueles que acreditam que ambas atividades são responsáveis pela ocorrência das mudanças climáticas (10,34%). Os respondentes que acreditam em todos os processos unidos somaram 25,28%. A relação não teve significância estatística ($P=0,4987$).

Isso provoca uma grande dificuldade em entender como a pecuária pode ser responsável por influenciar tanto a ocorrência das mudanças climáticas no planeta, já que processos urbanos e industriais são mais fáceis e corriqueiros de serem observados.

CONCLUSÕES

A compreensão dos produtores brasileiros de bovinos leiteiros ainda deixa a desejar sobre o processo das mudanças climáticas, como a pecuária o afeta e sobre o potencial de afetar a produção.

O pouco contato com extensionistas e profissionais da área prejudica a compreensão, transparecendo a necessidade de inclusão dos mesmos nos sistemas de produção, a medida que os produtores são capazes de observar fenômenos que afetam sua produção de maneira negativa, mas não estão preparados para encarar as adversidades do clima.

Iniciativas para promoção de medidas de adaptação e mitigação relacionadas a mudanças climáticas e à bovinocultura leiteira devem ser como um de seus pilares a extensão rural e a educação dos produtores, pois tais medidas somente serão efetivas caso os produtores compreendam o tema.

REFERÊNCIAS

1. VIEIRA ACP, GARCIA JR, BRUCH KL. Análise Exploratória Dos Potenciais Efeitos Das Mudanças Climáticas Nos “Vales Da Uva Goethe.” *Ambient Soc.* 2015;18(3):171–92.
2. Campbell-Lendrum D, Corvalán C, Neiraa M. Global climate change: Implications for international public health policy. *Bull World Health Organ.* 2007;85(3):235–7.
3. Codognoto C, Porto MO, Cavali J, Ferreira E, Stachiw R. Alternatives of mitigating the emission of enteric methane in livestock. *Rev Bras Ciências da Amaz.* 2014;3(1):81–92.
4. Pereira LGR. Métodos de avaliação e estratégias de mitigação de metano entérico em ruminantes. *Rev Colomb Ciencias Pecu.* 2013;26:264–77.
5. Pires M, Cunha D, Reis D, Alexandre B. Percepção de produtores rurais em relação às mudanças climáticas e estratégias de adaptação no estado de Minas Gerais, Brasil. *Rev Ciencias Agrar.* 2014;37(4):431–40.

6. Barnes AP, Toma L. A typology of dairy farmer perceptions towards climate change. *Clim Change*. 2012;112(2):507–22.
7. Wetende E, Olago D, Ogara W. Perceptions of climate change variability and adaptation strategies on smallholder dairy farming systems: Insights from Siaya Sub-County of Western Kenya. *Environ Dev [Internet]*. 2018;27(January):14–25. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2018.08.001>
8. Jylhä KM, Cantal C, Akrami N, Milfont TL. Denial of anthropogenic climate change: Social dominance orientation helps explain the conservative male effect in Brazil and Sweden. *Pers Individ Dif [Internet]*. 2016;98:184–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.paid.2016.04.020>
9. Silva MES, Guetter AK. Mudanças climáticas regionais observadas no estado do Paraná. *TerraLivres*. 2003;1(20):111–26.
10. Arbuckle JG, Prokopy LS, Haigh T, Hobbs J, Knoot T, Knutson C, et al. Climate change beliefs, concerns, and attitudes toward adaptation and mitigation among farmers in the Midwestern United States. *Clim Change*. 2013;117(4):943–50.
11. Rodas CDA, Di Giulio GM. Mídia brasileira e mudanças climáticas: uma análise sobre tendências da cobertura jornalística, abordagens e critérios de noticiabilidade. *Desenvolv e Meio Ambient*. 2017;40:101–24.
12. Carlos S de M, Cunha DA da, Pires MV. Conhecimento sobre mudanças climáticas implica em adaptação? Análise de agricultores do Nordeste brasileiro. *Rev Econ e Sociol Rural*. 2019;57(3):455–71.
13. Heitor FD, Soroldoni WA. IMPORTÂNCIA DO MANEJO NA PRODUÇÃO LEITEIRA. 2015;2013–5.
14. Oliveira PPA, Pezzopane JRM, Méo Filho P de, Berndt A, Pedroso A de F, Bernerdi ACC. Balanço e emissões de gases de efeito estufa em sistemas integrados. *Palestras intensificação com sustentabilidade [Internet]*. 2017;23–32. Available from: <http://www.utfpr.edu.br/patobranco/estrutura-universitaria/diretorias/dirgrad/departamentos/dagro/publicacoes/cbsipa-eilpsb>
15. Herrero M, Wiersenius S, Henderson B, Rigolot C, Thornton P, Havlík P, et al. Livestock and the Environment: What Have We Learned in the Past Decade? *Annu Rev Environ Resour*. 2015;40:177–202.
16. Rodrigues Filho S, Lindoso DP, Bursztyn M, Nascimento CG. O Clima Em Transe: Políticas De Mitigação E Adaptação No Brasil (Climate in Trance: Mitigation and Adaptation Policies in Brazil). *Rev Bras Climatol*. 2016;19:74–90.
17. Mcmanus C, Canozzi ME, Bracellos J, Paiva SR. Pecuária e Mudanças Climáticas. *Rev UFG*. 2012;13:73–82.

18. Alves EBBM, Jacovine LAG, Lima GS, Bontempo GC, Torres CMME. As mudanças climáticas e a produção agropecuária: Percepção dos produtores rurais da região da Zona da Mata Mineira, Brasil. *Espacios*. 2017;38(18):1–12.
19. Nardone A, Ronchi B, Lacetera N, Ranieri MS, Bernabucci U. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livest Sci*. 2010;130(1–3):57–69.
20. Dias MAF da S. Eventos Climáticos Extremos. *Rev USP*. 2014;(103):33.
21. Santos RS dos, Costa LC, Sedyama GC, Leal BG, Oliveira RA de, Justino FB. Avaliação da relação seca/produtividade agrícola em cenário de mudanças climáticas. *Rev Bras Meteorol*. 2011;26(2):313–21.
22. Streck NA, Alberto CM. Simulação do impacto da mudança climática sobre a água disponível do solo em agroecossistemas de trigo, soja e milho em Santa Maria, RS. *Ciência Rural*. 2006;36(2):424–33.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-139>

Capítulo 139

A IMPORTÂNCIA DO LEVANTAMENTO FLORÍSTICO E PALINOLÓGICO PARA A CERTIFICAÇÃO DE PRODUTOS APÍCOLAS E MELIPONÍCOLAS

Isabella Cristina Cantelles de Souza¹; Enzo Henrique Morás²; Isabel Ribeiro do Valle Teixeira³; Nayara Couto Moreira⁴; Adriana de Oliveira Fidalgo⁵; Cynthia Fernandes Pinto da Luz⁶

¹Estudante do Curso de Ciências Biológicas – IFSULDEMINAS *Campus* Poços de Caldas, MG; E-mail: isabellacristina1659@outlook.com, ²Estudante do Curso de Ciências Biológicas – IFSULDEMINAS *Campus* Poços de Caldas, MG; E-mail: enzo_henriq5@outlook.com, ³Docente do IFSULDEMINAS – *Campus* Poços de Caldas, MG; E-mail: isabel.teixeira@ifsuldeminas.edu.br, ⁴Bióloga do Herbário BHCB – UFMG, MG; E-mail: mnayaracm@gmail.com, ⁵Pesquisadora do Núcleo de Pesquisa em Palinologia – Instituto de Pesquisas Ambientais, SP; E-mail: aofidalgo@hotmail.com, ⁶Pesquisadora do Núcleo de Pesquisa em Palinologia – Instituto de Pesquisas Ambientais, SP; E-mail: cyluz@yahoo.com.br.

RESUMO: O estudo florístico e palinológico de uma determinada localidade envolve várias etapas de trabalho de campo e laboratório. A coleta de plantas em floração para confecção de exsicatas e lâminas de microscopia contendo os grãos de pólen dessas plantas é parte essencial para diversas pesquisas. No presente trabalho foi realizada a coleta de plantas do entorno do IFSULDEMINAS – *Campus* Poços de Caldas, Minas Gerais, e a subsequente confecção de exsicatas e lâminas de microscopia. Os resultados mostraram que a maior riqueza se deu nos espécimes da família Fabaceae, seguida de Asteraceae e Verbenaceae. Esses dados serão importantes para os estudos ecológicos em desenvolvimento no meliponário da instituição.

Palavras-chave: angiospermas; coleção científica; floração; grãos de pólen

INTRODUÇÃO

As coleções biológicas são importantes para o conhecimento dos organismos vivos, pois agregam informações sobre a composição da biota de diferentes locais e sobre a distribuição das populações. Quando as coletas são feitas em várias ocasiões ao longo do tempo auxiliam no entendimento da variação temporal da biodiversidade local (1,2). Destacam-se as coleções de plantas secas, devidamente preservadas, que compõem os herbários, por serem fontes de dados importantes para o conhecimento da flora de uma região, e essenciais para os estudos de morfologia vegetal, taxonomia, sistemática vegetal, biogeografia, fenologia, dentre outros (3).

A variedade florística no Brasil é apontada como uma das mais ricas do mundo, tanto em número de espécies quanto em níveis de endemismo (4). A rica diversidade da flora brasileira é fonte incalculável de possibilidades para o uso econômico de seus

recursos, gerando benefícios socioeconômicos com o desenvolvimento de novas cadeias produtivas (5). Estudos sobre a biodiversidade podem ser realizados a partir do histórico biológico da localidade e/ou dos dados armazenados em acervos ou bancos de dados, como os dos herbários e palinotecas (1,6).

A exsicata é a unidade principal do acervo do herbário. Os ramos colhidos com folhas, flores, frutos, ou esporos são secos em estufa e preservados contra o ataque de insetos e fungos, costurados ou colados em cartolina e acompanhados da ficha de identificação do espécime, compondo as exsicatas. Estas são organizadas de maneira sistemática nos armários da coleção (3).

A coleção da palinoteca é constituída pelas lâminas de microscopia contendo os grãos de pólen e esporos de samambaias e licófitas provenientes das exsicatas depositadas nos herbários. Cada lâmina é identificada com o nome da espécie e família, número de registro da exsicata (n.º de tombo) e sigla do herbário, ou, na falta desses, sobrenome do coletor e número de coleta. O gerenciamento das informações é feito em uma base material como em um catálogo geral (livros ou cadernos) e/ou em um sistema de banco de dados digitais, por exemplo, utilizando-se do software Excell (6).

A palinoteca serve as pesquisas de polinização zoófila e anemófila e em suas aplicações em diversas áreas da Ciência (6). A polinização realizada pelas abelhas silvestres ou indígenas (popularmente chamadas de abelhas sem ferrão) garante a reprodução e manutenção da diversidade de espécies de plantas com flores, além de prover alimentos para humanos e animais. Com sua visita influenciam na produtividade de cerca de 90% das culturas agrícolas, resultando na formação de frutos com melhor qualidade (7,8). A polinização agrícola no Brasil tem um valor anual de cerca de 12 bilhões de dólares (8,9). Um estudo (10) levantou dados existentes na literatura sobre as espécies de abelhas silvestres que atuam na polinização agrícola, mostrando que apenas 2% das espécies de polinizadores são responsáveis por 80% dos serviços de polinização. Somando-se a isso, em muitas publicações enfatizou-se a importância dos polinizadores silvestres para a manutenção da vegetação nativa regional. Portanto, conhecer a flora visitada pelas abelhas é importante para a conservação e manutenção dos ambientes naturais e cultivados.

Uma das formas indiretas de reconhecimento da flora apícola e meliponícola é a análise melissopalínológica dos estoques alimentares existentes nas colmeias e do pólen aderido aos seus corpos durante a visita às flores. Os grãos de pólen presentes no mel, favos de cera com pólen, no saburá (pólen estocado nos potes de alimento de colmeias de abelhas indígenas) e corbículas, são marcadores naturais que podem indicar quais flores foram visitadas pelas abelhas na busca desses recursos. Para tanto, é fundamental a existência de um herbário com as plantas coletadas nas regiões de estudo, e a montagem de uma palinoteca a partir desse acervo, já que é necessária a comparação do pólen das plantas com os observados nas amostras apícolas e meliponícolas para fins de identificação (11,12,13,14).

O objetivo do presente trabalho foi realizar o levantamento da flora nativa e exótica que circunda o meliponário do IFSULDEMINAS - *Campus* Poços de Caldas, Minas Gerais, para auxiliar na certificação de amostras de pólen recolhidas das corbículas de cinco espécies de abelhas indígenas mantidas no local.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta das plantas para a construção do herbário de referência do IFSULDEMINAS, localizado na Zona Sul de Poços de Caldas (46° 33' 39" Oeste, 21° 47' 16" Sul) (Figura 1), se deu de agosto de 2019 a junho de 2020, em um raio de 500 m ao redor do meliponário existente na instituição. Essa atividade fez parte do projeto de pesquisa intitulado “Análise da interação entre abelhas sem ferrão e plantas por meio de recursos polínicos” desenvolvido durante o Curso de Graduação em Ciências Biológicas dos dois primeiros autores.

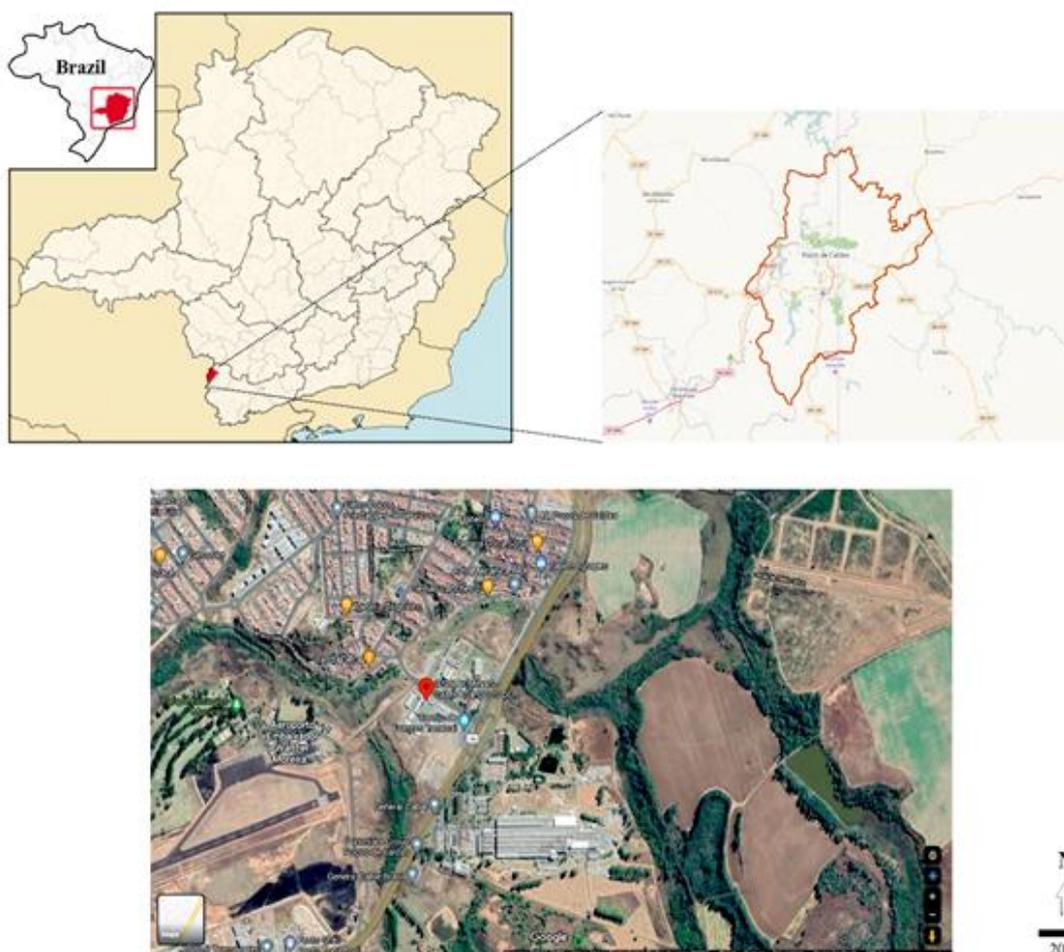


Figura 1 – Localização do Estado de Minas Gerais e do município de Poços de Caldas (em vermelho, acima a direita). Abaixo, vista aérea do IFSULDEMINAS - *Campus* Poços de Caldas (marcador em vermelho) (Fontes: Google Maps, Open Street Map 2017 e Wikipédia, modificado).

De acordo com a classificação de Köppen e Geiger, predomina na região o clima do tipo Cwb (subtropical de altitude) com inverno seco e verão ameno, cuja pluviosidade média anual é de cerca de 1.686 mm. A classe de uso da terra do município é o “Mosaico de agropecuária com remanescentes florestais”. O bioma original é a Mata Atlântica (15,16).

Ramos em floração dos espécimes vegetais de Angiospermas existentes no entorno do IFSULDEMINAS foram coletados com o auxílio de uma tesoura de poda. Anotou-se

em caderno de campo as informações sobre o ambiente onde foram coletadas as plantas, seus hábitos (modo de vida) e detalhes sobre sua morfologia, como as particularidades das flores, coloração das pétalas e sépalas, se apresentavam odor, dentre outras características, procurando-se sempre fotografá-las em campo (Figura 2).



Figura 2 – Espécime de Fabaceae com flores róseo-lilases em floração no período de março de 2020, ocorrente no IFSULDEMINAS, *Campus* Poços de Caldas, Minas Gerais. Fonte: os autores.

Ainda em campo, os ramos férteis foram dispostos em folhas de jornal, envolvidos em papelão e colocados em prensas de madeira que foram amarradas com corda de náilon. Paralelamente foram preenchidas as fichas de campo com as informações relevantes.

Posteriormente, as prensas foram colocadas em uma estufa elétrica do IFSULDEMINAS por 48 h a 60 °C para secagem do material e confecção das exsicatas de herbário. Após seco, o material coletado foi enviado para identificação pela especialista Nayara Couto Moreira do herbário BHCB situado no Departamento de Botânica do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. As exsicatas foram digitalizadas por meio de equipamento fotográfico e os dados foram informados através do gerenciador de banco de dados BRAHMS, pois segundo (17) a digitalização e disponibilização dos dados facilita a disseminação da coleção biológica e reduz a necessidade de envios do material, que em alguns casos danificavam as amostras.

As lâminas de microscopia com o pólen das plantas coletadas foram preparadas segundo o método descrito por Wodehouse (18), em triplicata. Estas foram incorporadas na Palinoteca do Núcleo de Pesquisa em Palinologia do Instituto de Pesquisas Ambientais da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente de São Paulo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento florístico resultou na incorporação de 151 exsicatas no acervo do herbário BHCB, sob o nome do coletor Morás EH. As respectivas lâminas de microscopia, que foram depositadas na Palinoteca do Instituto de Pesquisas Ambientais, estão sendo utilizadas para compor o banco de imagens digitalizadas dos grãos de pólen das plantas coletadas.

Foram coletadas plantas em floração pertencentes a 25 famílias botânicas (Tabela 1). Do total de exsicatas depositadas no herbário BHCB foram identificadas 67 espécies em nível de espécie. Trinta e uma espécies de plantas foram coletadas mais de uma vez por

estarem em floração durante vários meses na ocasião das coletas. Além dessas, foram identificados 11 táxons em nível genérico pertencentes a essas mesmas famílias. Esses 11 táxons identificados em nível genérico não foram contabilizados na Tabela 1, incluindo um espécime de *Callistemon* (família Myrtaceae – BHC205387).

Tabela 1 – Número de espécies vegetais identificadas de cada família coletadas no IFSULDEMINAS, *Campus* Poços de Caldas (Minas Gerais) de agosto de 2019 a junho de 2020 e seus respectivos modos de vida (hábito) (n=67). A= árvore, B= árvore/arbusto; C= árvore/arbusto/liana; D= arbusto; E= subarbusto; F= subarbusto/arbusto; G= erva; H= erva/subarbusto; I= erva/subarbusto/arbusto; J= erva/liana; K= liana; L= liana/subarbusto. Fonte: autores.

Famílias/Hábito	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Total
Amaryllidaceae							2						2
Apiaceae							1						1
Apocynaceae	1												1
Asteraceae		1		2	1	1	7	1	1			2	16
Bignoniaceae				1									1
Brassicaceae							1						1
Convolvulaceae											1		1
Ericaceae				1									1
Euphorbiaceae								1					1
Fabaceae	3	2		3	2	1	3	3		1			18
Iridaceae							3						3
Lamiaceae				1									1
Lythraceae		1						1					2
Nyctaginaceae			1										1
Oleaceae				1									1
Onagraceae				1									1
Oxalidaceae							1						1
Poaceae							1						1
Polygalaceae								1					1
Primulaceae							1						1
Rubiaceae								1					1
Scrophulariaceae				1									1
Solanaceae				1			1						2
Verbenaceae				3			4						7

A frequência de ocorrência das 67 espécies identificadas em relação a seus modos de vida segue apresentada na Figura 3. Verificou-se que o hábito herbáceo predominou, seguido do arbustivo, e de plantas que podem exibir tanto o hábito herbáceo quanto o subarbustivo. Desse total, 48 eram nativas, nove naturalizadas e dez exóticas cultivadas.

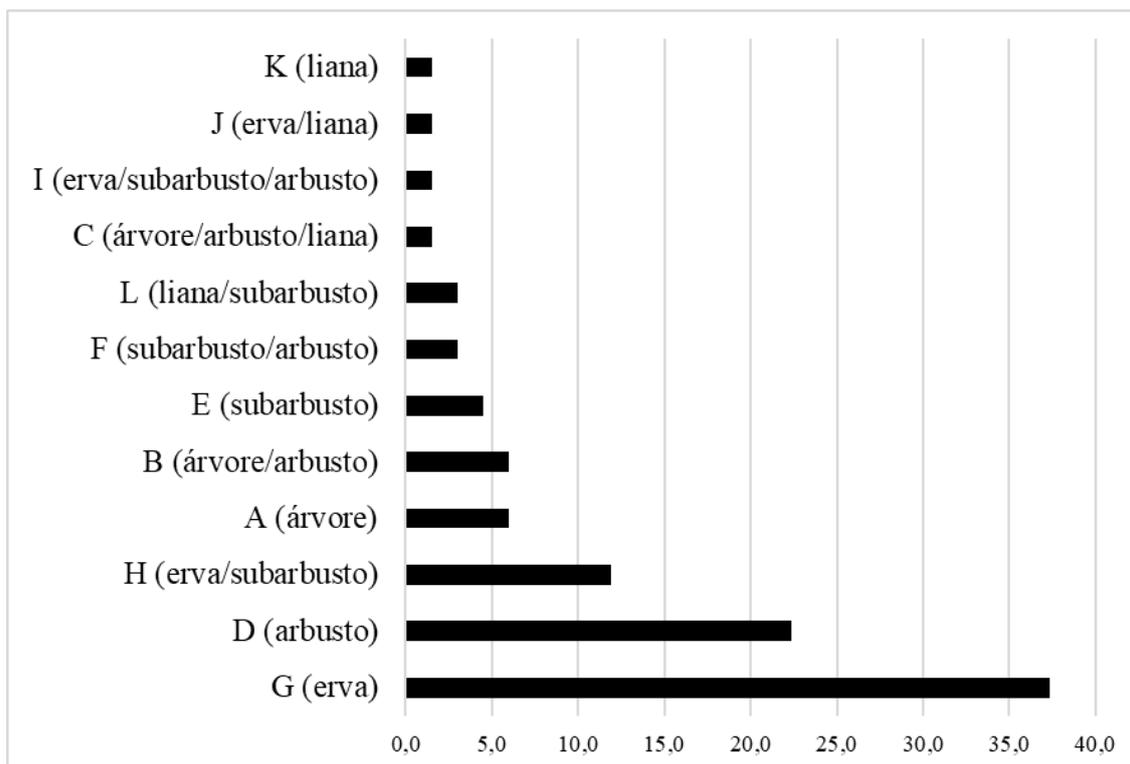


Figura 3 – Frequência de ocorrência das espécies vegetais identificadas e coletadas no IFSULDEMINAS, *Campus* Poços de Caldas (Minas Gerais), e seus respectivos modos de vida (hábito) (n=67). Valores em %. Fonte: os autores.

Os meses com maior número de indivíduos coletados foram abril e março de 2020, respectivamente, com 23 e 22 espécimes (Figura 4).

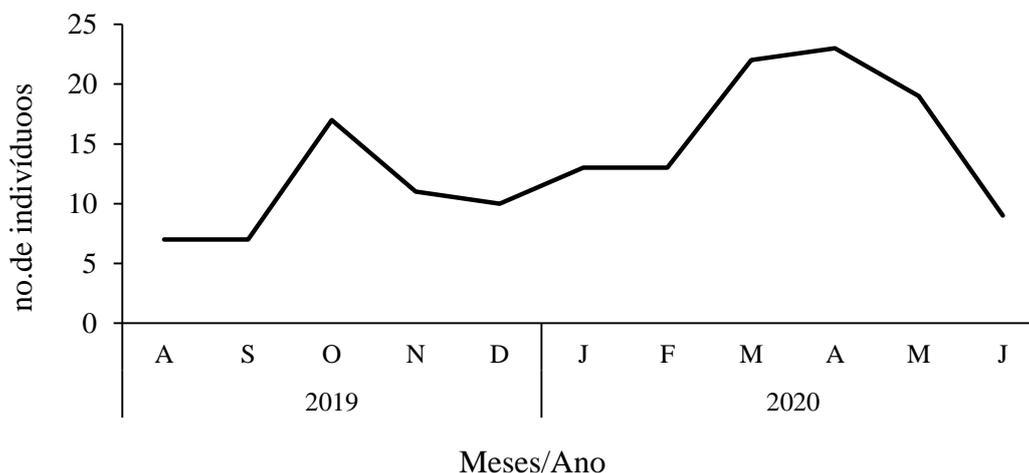


Figura 4 – Número de espécimes vegetais coletados no IFSULDEMINAS, *Campus* Poços de Caldas (Minas Gerais) nos respectivos meses de 2019 a 2020 (n=151). Fonte: os autores.

As famílias Asteraceae e Fabaceae estiveram em floração em todos os meses de coleta. Os indivíduos de Verbenaceae floriram em outubro e novembro de 2019, com nova floração ocorrendo em fevereiro de 2020 a junho do mesmo ano. As demais famílias

apresentaram um período de floração mais curto.

Segundo alguns autores (19,20,21,22,23), a família Fabaceae é conhecida como uma das mais importantes em número de espécies que fornecem recursos para as abelhas. Asteraceae é uma das famílias de grande importância polinífera e nectarífera, sendo apontada como essencial em termos de flora apícola/meliponícola em inúmeros ambientes (23). A família Verbenaceae também possui grande importância para as abelhas por apresentar nectários florais que produzem grande quantidade de néctar, sendo de suma importância na meliponicultura (23).

CONCLUSÕES

O levantamento florístico e o respectivo laminário com os grãos de pólen das espécies existentes no IFSULDEMINAS serão essenciais para o desenvolvimento das pesquisas em andamento sobre os recursos florais utilizados pelas abelhas indígenas, incluindo a certificação de seus produtos, como o mel, pólen estocado nas colônias e própolis. Os dados florísticos serão também importantes para futuros estudos ecológicos que poderão ser desenvolvidos na região, pois as exsicatas já se encontram depositadas no herbário BHCB da Universidade Federal de Minas Gerais e poderão ser consultadas.

REFERÊNCIAS

1. Peixoto AL, Morim MP. Coleções botânicas: documentação da biodiversidade brasileira. *Ciência & Cultura* 2003;55: 21–24.
2. Dias KNL, Silva ANF, Guterres AVF, Lacerda DMA, Almeida JR EB. A importância dos Herbários na construção de conhecimento sobre a diversidade vegetal. *Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas* 2019;11: 25–35.
3. Peixoto AL, Maia LC. Manual de Processamento para Herbário, Editora Universitário, Universidade Federal de Pernambuco, 2013.
4. Albagli S. Amazônia: fronteira geopolítica da biodiversidade. *Parcerias estratégicas* 2010;6: 5–20.
5. Oliveira Júnior CJF, Voigtel SDS, Nicolau SA, Aragaki S. Sociobiodiversidade e agricultura familiar em Joanópolis, SP, Brasil: potencial econômico da flora local. *Hoehnea* 2018;45: 40–54.
6. Luz CFP, Esteves LM, Corrêa MAS, Cruz-Barros MAV. A palinoteca do Núcleo de Pesquisa em Palinologia, Centro de Pesquisa em Plantas Vasculares, Instituto de Botânica, São Paulo, Brasil. *Boletín de la Asociación Latinoamericana de Paleobotánica y Palinología* 2014;14: 155–161.
7. Heard TA. The role of stingless bees in crop pollination. *Annu. Rev. Entomol.* 1999;44: 183–206.
8. CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Importância dos polinizadores na produção de alimentos e na segurança alimentar global. Brasília, DF; 2017. 124p.
9. Gianinni TC, Boff S, Cordeiro GD, Cartolado JR. E.A, Veiga, AK, Imperatriz-Fonseca, VL, Saraiva, AM. Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. *Apidologie* 2015;46: 209–223.

10. Kleijn D, Winfree R, Bartomeus I, Carvalheiro LG, Henry M, Isaacs R. *et al.* Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation. *Nature Commun.* 2015;6: 7414.
11. Luz CFP. Determinação da origem geográfica e botânica do mel usando a análise palinológica. *O Apiário. Revista do Apiário* 2001;160: 14–17.
12. Barth OM. Melissopalynology in Brazil: A review of pollen analysis of honeys, própolis and pollen loads of bees. *Scientia Agricola* 2004;61: 342–350.
13. Luz CFP, Fidalgo AO, Silva SAY, Rodrigues SS, Nocelli RCF. Floral resources and risk of exposure to pesticides for *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepelletier 1836 in a Cerrado of São Paulo (Brazil). *Grana* 2018;57: 377–400.
14. Luz CFP, Fidalgo AO, Silva SAY, Rodrigues SS, Nocelli RCF. Comparative floral preferences in nectar and pollen foraging by *Scaptotrigona postica* (Latreille 1807) in two different biomes in São Paulo (Brazil). *Grana* 2019;58: 200–226.
15. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Cobertura e Uso da Terra do Brasil [Internet]. 2014; [acesso em 9 Mai 2021]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/cobertura-e-uso-da-terra/15833-uso-da-terra.html?=&t=o-que-e>
16. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades [Internet]. 2017; [acesso em 9 Mai 2021]. Disponível em www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php
17. Silva MFP. Análise do esforço amostral para estudos de flora (angiospermas) no RN [dissertação]. Rio Grande do Norte: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2015.
18. Wodehouse RP. Pollen grains - their structure, identification and significance in science and medicine. 30. ed. McGraw-Hill Publ; 1935.
19. Pott A, Pott VJ. Inventário da flora apícola do Pantanal em Mato Grosso do Sul. Embrapa-CPAP. 1986; 1–16.
20. Carvalho CAL, Marchini LC, Fontes de pólen utilizadas por *Apis mellifera* L. e algumas espécies de Trigonini (Apidae) em Piracicaba (SP). *Bragantia* 1999;58: 49–56.
21. Marchini LC, Moreti ACCC, Teixeira EW, Silva ED, Rodrigues RR, Souza VC. Plantas visitadas por abelhas africanizadas em duas localidades do estado de São Paulo. *Scientia Agricola* 2001;58: 413–420.
22. Viana, BF, Silva FO, Kleinert, AMP. A flora apícola de uma área restrita de dunas litorâneas, Abaeté, Salvador, Bahia. *Revista Brasileira de Botânica* 2006; 29: 13-25.
23. Vieira KIC, Luz CFP, Moreira NC, Bandeira OHS, Resende HC. Levantamento florístico e estudo palinológico de áreas sob influência do rompimento da barragem de Fundão em Mariana, MG, Brasil, visando o desenvolvimento da Meliponicultura como estratégia para a recuperação ambiental. *Hoehnea* 2020;47: e292019.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-140>

Capítulo 140

PRODUTOS ORGÂNICOS DE ORIGEM ANIMAL: REVISÃO

Camila Lopes Carvalho¹; Nathalia de Oliveira Telesca Camargo²; Caroline Romeiro de Oliveira³; Gabriela Miotto Galli⁴; Marcia Monks Jantzen⁵; Ines Andretta⁶

¹Mestranda em Zootecnia- FAGRO- UFRGS; E-mail: camila.lps.carvalho@gmail.com,

²Doutoranda em Zootecnia- FAGRO- UFRGS; E-mail: nathytcamargo@gmail.com,

³Graduanda em Zootecnia- FAGRO- UFRGS; E-mail: caroline_romeiro@outlook.com,

⁴Doutoranda em Zootecnia – UFRGS; E-mail: gabi-gmg@hotmail.com, ⁵Docente do Depto. de Medicina Veterinária Preventiva – FAVET – UFRGS; Email: marcia.jantzen@ufrgs.br, ⁶Docente do Depto. de Zootecnia- FAGRO- UFRGS; E-mail: ines.andretta@ufrgs.br;

RESUMO: O mercado consumidor procura cada vez mais por alimentos naturais, sustentáveis, ecológicos e que respeitem o bem-estar animal. A alta produtividade requerida nos animais de produção de sistemas convencionais trouxe desvantagens neste quesito. Ao não utilizar agrotóxicos, substâncias tóxicas, fertilizantes químicos e sintéticos, e ao criar animais em sistemas extensivos, os alimentos orgânicos ganham uma demanda cada vez maior. O processo de produção de orgânicos não é apenas benéfico para o consumidor, mas também pode auxiliar na preservação do meio ambiente, da biodiversidade e consequentemente proporciona uma cadeia de suprimentos ecológicos fortalecida. Com isso, o objetivo desta revisão é abordar a produção de produtos orgânicos de origem animal (leite, carnes, ovos e mel) com foco na Portaria nº 52 de 2021, a qual estabelece o regulamento técnico para os sistemas orgânicos, e assim esclarecer ao leitor as novas regras de produção de produtos de origem animal em sistemas orgânicos.

Palavras-chave: pecuária orgânica; mel; leite; ovos; sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

A produção animal sofreu grande influência da busca pela máxima produtividade, oriunda da revolução industrial e da revolução verde. Para máxima produtividade, ações como redução de mão de obra, criação de uma única espécie animal ou criações específicas em um único período de vida do animal (recria de bezerras, de leitões, de pintinhos, etc) tornaram-se comuns. Tais práticas levaram a adoção da criação comercial no qual os animais vivem com pouco contato a áreas externas e são submetidos a processos contínuos e restritivos de profilaxia (1)(2).

No entanto, o cenário tem mudado nos últimos anos e os produtos orgânicos ganharam espaço no Brasil. Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária aqueles que adotam técnicas específicas, que têm como objetivo a viabilidade econômica e a sustentabilidade, que priorizam a convivência harmônica entre seres humanos e natureza, proibindo o uso de materiais sintéticos na produção animal e vegetal (fertilizantes, agrotóxicos), de organismos geneticamente modificados, de radiações ionizantes, entre outras práticas agropecuárias (3, 4).

A legislação brasileira mais recente é a Portaria nº 52 de 2021, a qual estabelece o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção e as listas de substâncias e práticas para o uso nos sistemas orgânicos de produção. Esta portaria utiliza o princípio da prevenção: saúde e bem-estar animal; práticas de manejo diferenciadas; nutrição orgânica; espécies adaptadas as condições locais; instalações adequadas e manejo de resíduos (5). Assim, esta legislação trouxe atualizações tanto para quem quer investir na produção orgânica, quanto para o consumidor, sendo esta portaria o foco desta revisão bibliográfica.

LEGISLAÇÃO DE ALIMENTOS ORGÂNICOS

A comercialização de produtos orgânicos foi aprovada no Brasil a partir da Lei nº 10.831, de dezembro de 2003 (3), a qual regulamenta a produção, a certificação, a fiscalização, entre outros. O Decreto nº 6.323 de 27 de dezembro de 2007 (4) regulamenta a lei anterior e cria o sistema brasileiro de conformidade orgânica. Outras instruções normativas (IN) são criadas nos anos posteriores, sendo elas: IN nº64/2008, a qual regula a produção animal e vegetal sob sistema orgânico (6); IN nº17/2009, regula a obtenção de produto orgânico oriundo do extrativismo sustentável (7); IN nº18/2009, processamento, armazenamento e transporte de produtos orgânicos (8); IN nº19/2009, controle e informação da qualidade orgânica (9); IN nº46/2011, produção animal e vegetal (10) e IN nº 17/2014 (11) que altera alguns artigos da IN Nº46/2011. A legislação mais recente é a Portaria nº 52 de 2021 (5).

MERCADO DE ALIMENTOS ORGÂNICOS

O Relatório *The World of Organic Food* trouxe uma análise sobre produtos orgânicos de 2000 a 2018. Em 2018 o número de produtores chegou a 2,8 milhões, com um aumento médio de 14,3% ao ano. Os maiores líderes do mercado são Estados Unidos, Alemanha e França, respectivamente. Os países com o maior número relativo de produtores orgânicos são Índia, Uganda e Etiópia. Também vale ressaltar que cerca de 72,3 milhões de hectares no mundo são de manejo orgânico (12).

Na América do Sul, o Brasil é o maior produtor de alimentos orgânicos (13). Segundo o Conselho Brasileiro de Produção Orgânica (Organis), a venda de produtos orgânicos faturou cerca de R\$ 5,8 bilhões em 2020, registrando um aumento de 30% em comparação com 2019. Para 2021, projeta-se um crescimento de 10% (14).

Também vale ressaltar que produtos orgânicos agregam cerca de 30% a mais no preço quando comparados aos produtos convencionais, sendo que a formação de preços irá depender de fatores como a oferta e demanda, gerenciamento da unidade de produção e do canal de comercialização (15).

PRODUÇÃO ORGÂNICA E CERTIFICAÇÃO

Para ser caracterizado como produção orgânica, a unidade de produção deve buscar: proteção, conservação, uso racional dos recursos naturais, manutenção ou incrementos da biodiversidade, regeneração de áreas degradadas, gestão de resíduos, manutenção de cobertura do solo, interação da produção animal e vegetal. Além disso, o modo orgânico de produção agropecuária deve valorizar os aspectos culturais e regionais da produção, reduzir o uso de insumos externos, manejar a fertilidade do solo por meio da reciclagem de resíduos orgânicos e capacitar continuamente os agentes da produção orgânica (5).

A alimentação dos animais de sistema de manejo orgânico deve estar de acordo com as exigências nutricionais de cada espécie, além de ser saudável, nutritiva, em quantidade e qualidade adequada. Os sistemas orgânicos de produção animal também

devem utilizar alimentação da própria unidade de produção ou de outra que também seja sob sistema orgânico. Somente em casos de escassez ou casos especiais que será permitida a utilização de alimentos não orgânicos, entretanto, eles não podem conter organismos geneticamente modificados. Nestes casos, a proporção de ingestão diária de alimentos não orgânicos com base na matéria seca para animais ruminantes é de 15% e para não ruminantes é de até 20%. Importante ressaltar que substâncias, aditivos e auxiliares tecnológicos só poderão ser utilizados na alimentação animal quando aprovados. Compostos nitrogenados não proteicos e nitrogênio sintético não são permitidos. Ademais, suplementos minerais e vitamínicos são permitidos quando atendem a legislação específica (5).

Quanto à sanidade nos sistemas orgânicos, deve-se utilizar o princípio da prevenção (exercícios regulares, alimentação adequada e acesso à água) para promover as defesas imunológicas. O uso de produtos provenientes de organismos geneticamente modificados só é permitido quando não houver fonte semelhante natural, no caso de vacinas, vitaminas, aminoácidos, entre outros. Em casos de doenças e ferimentos nas quais os tratamentos naturais não estejam surtindo efeito, é possível utilizar produtos não autorizados na normativa. Entretanto, ao fazer uso de produtos não autorizados, o período de carência deve ser respeitado, sendo este o dobro do período estipulado na bula. Cada animal só pode ser tratado com medicamentos não autorizados duas vezes por um período de 12 meses. Caso seja necessário efetuar um número maior de tratamentos, o animal deve ser retirado da produção orgânica (5).

O sistema orgânico de produção também deve atender princípios de bem-estar animal, sendo eles: princípio da nutrição, certificando-se que os animais estejam adequadamente nutridos e sem fome; princípio do estado sanitário, através da ausência de dor; princípios das instalações, abrangendo áreas de descanso confortáveis, conforto térmico e facilidade de movimentação) e, ainda, princípio do comportamento, através da expressão de comportamento sociais adequados, boa relação humano-animal, expressão de comportamentos inatos e estado emocional positivo dos animais. Ademais deve ser dada preferência para raças adaptadas às condições climáticas em que são criadas (5).

A unidade de produção orgânica deve possuir os registros e os documentos da produção, sendo necessário o estabelecimento de pontos críticos para fins de rastreabilidade e de fiscalização pelo órgão competente. Tais documentos devem informar áreas ocupadas, aquisição, produção, uso de insumos, além de vendas e saída de produtos. Também é necessário o Plano de Manejo Orgânico, o qual deve informar o período estimado para o fim do processo de conversão, momento em que os produtos serão considerados orgânicos. Outras informações que deverão constar no documento são o manejo de resíduos, a conservação do solo e da água e o manejo da produção animal, incluindo o bem-estar, a alimentação, a reprodução, o transporte dos animais, as instalações e os equipamentos (5).

A certificação das unidades de produção e dos produtos orgânicos pode ser realizada de três diferentes maneiras: as certificadoras, os Sistemas Participativos de Garantia e o Controle Social, para a venda direta sem certificação. Os Organismos de Avaliação da Conformidade Orgânica (OAC), compreendem as Certificadoras e os Organismos Participativos de Avaliação da Conformidade Orgânica (OPAC), os quais formam o Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade Orgânica (SisOrg). Tais organismos orientam, avaliam e atestam a produção segundo a legislação vigente. A OPAC é uma organização que assume a responsabilidade das atividades desenvolvidas num

sistema participativo de garantia, formado por representantes dos produtores rurais e colaboradores (consumidores, técnicos, organizações públicas e privadas; 5).

A Organização de Controle Social (OCS) é formada por atores envolvidos na produção que agem como parceiros para garantir que todos os processos sejam acompanhados, desde o plantio até a venda dos produtos. São exemplos de OCS: grupos, associações e cooperativas. As OCS devem ser credenciada nas Superintendências Federais do Ministério da Agricultura, devendo ser garantir o direito de visita pelo órgão fiscalizador às suas unidades de produção (5). Esse formato é o utilizado para vendas em feiras e eventos, ou seja, diretamente ao consumidor. Além disso, o certificado de produtor orgânico deverá estar em local de fácil visualização no local da comercialização.

PRODUÇÃO DE MEL ORGÂNICO

De acordo com a FAO (16), no ano de 2019, a China liderou o ranking mundial de produção de mel *in natura*, com 444.100 toneladas, sendo seguida pela Turquia e Canadá. Apesar de o Brasil apresentar um grande potencial para produção de mel devido à grande diversidade de flora, extenso pasto apícola e boas condições climáticas, o país ainda não se encontra entre os 10 maiores produtores globais (17). A produção de alimentos orgânicos, em contrapartida, cresce cada vez mais, e se torna uma nova oportunidade para os apicultores.

Na produção de mel orgânico, a área ao redor do apiário e dos meliponários deve seguir os preceitos das unidades de produção orgânica. Fontes de contaminação (zonas industriais e urbanas, aterro e depósitos de lixo) são proibidas em um raio de 3 km, sendo que nele os recursos alimentares disponíveis e as resinas devem ser observados quanto sua conformidade. É importante que no plano de manejo orgânico esteja previsto medidas para a prevenção e mitigação de riscos na área do raio de 3 km. Ademais, a área contida no raio permitido deverá ser construída com culturas de manejo orgânico, vegetação nativa e espontânea ou implantação de pasto sem organismos geneticamente modificados (5).

Já em relação a origem das abelhas, elas não devem ser geneticamente modificadas e deve ser levado em consideração a capacidade de adaptação dos animais as condições locais, sua vitalidade e resistência às doenças. Os apiários e meliponários também devem ter origem, preferencialmente, de enxames de produção orgânica. Aqueles que não são de origem orgânica devem passar pelo período de conversão. Para fins de reposição, 10% de enxames podem ser de origem não orgânica. Enxames também podem ser capturados na natureza, quando comprovada ausência de doença e o período de conversão for respeitado (5).

O período de conversão aplica-se para colmeias, produtos e subprodutos. O período de conversão de colmeias em produção ou enxames (capturados ou adquiridos) de produção não orgânica é de 120 dias. Já para enxames oriundos de unidades de produção orgânica, o período é de 30 dias. Além disso, toda cera necessária para as melgueiras e ninhos deve ser proveniente de unidades orgânicas de produção (5).

Toda água próxima ao apiário e meliponário deve ser de boa qualidade. Ao término das estações, reservas de mel e pólen devem ser fornecidas para a sobrevivência do enxame até o início da nova estação de produção. Em casos adversos, alimentação artificial (produzidas organicamente) pode ser fornecida ao enxame. Alimentação suplementar só poderá ser fornecida após a última colheita, 15 dias antes do início do período subsequente de produção ou mediante a aprovação pelo OAC ou OCS (5).

Para o manejo das colmeias, é proibido colheita de mel a partir de favos que contenham ovos ou larvas de abelhas. Também não é permitida a mutilação de abelhas,

como o corte das asas da abelha rainha. A substituição da abelha-rainha é permitida com a supressão da antiga, já a supressão dos machos só é permitida em casos de varroatose. O deslocamento da colmeia poderá acontecer mediante aprovação do OAC ou OCS. Ficam proibidos o uso de repelentes, com exceção da fumaça, a qual deve ser oriunda de materiais naturais ou madeira sem tratamento químico. E também é proibido o uso de materiais sintéticos (para confecção das colmeias), materiais tóxicos (para revestimento e proteção das colmeias) e telhas de amianto (5).

PRODUÇÃO DE OVO ORGÂNICO

Em relação aos ovos, de acordo com a Associação Brasileira de Proteína Animal, o número total de poedeiras alojadas no Brasil é de cerca de 124 milhões de cabeças e a produção foi de aproximadamente 53 bilhões de ovos em 2020, com consumo *per capita* de 251 ovos por habitante (18). A maior parte desta produção de ovos provem do sistema de criação em gaiolas. Entretanto, tal sistema é prejudicial ao bem-estar das aves por não permitir seu comportamento natural (tomar banho de areia, ciscar e ter amplo ambiente exploratório; 19). Porém, como já discutido anteriormente, a demanda dos consumidores por produtos de qualidade, sustentáveis e não prejudicial ao bem-estar das aves está crescendo. O sistema orgânico de produção de ovos, por ser um sistema extensivo, possibilita que as aves expressem seu comportamento natural, além de respeitar o meio ambiente.

Está definido que aves de postura devem ser criadas em regime de vida livre e com acesso a área externa pelo menos uma vez ao dia. A densidade populacional para galinhas é de no máximo 3 m² por ave e 0,8 m² quando em sistema rotacionado (piquetes). Já para codornas, as densidades são 0,5 m² em sistema extensivo e 0,2 m² no sistema rotacionado. Em relação as instalações, deve-se respeitar as densidades máximas de 7 galinhas por m² e 18 codornas por m². Também é necessário, para que a produção de ovos seja considerada orgânica, que as aves de postura permaneçam por no mínimo 75 dias em um sistema de manejo orgânico e codornas no mínimo 45 dias (5).

Vale ressaltar que nem todos os sistemas extensivos ou livres de gaiolas são orgânicos, embora esta seja uma confusão frequente entre os consumidores. Porém, o uso de gaiolas ou qualquer método permanente que restrinja os movimentos das aves é proibido nos sistemas orgânicos, assim como também é vetado o uso de debicagem e muda forçada. A iluminação artificial só será permitida para garantir um período mínimo de oito horas por dia no escuro, entretanto, isto não se aplica quando a iluminação artificial for a melhor opção como fonte de calor disponível (5).

PRODUÇÃO DE CARNE ORGÂNICA

No século XXI os produtores tem buscado meios para agregar valor aos seus produtos. A diferenciação na produção de alimentos não se limita ao produto final, mas ao processo como um todo, onde insere-se a criação animal na produção de carne e a pecuária orgânica. No 3º trimestre de 2020, o Brasil abateu 7,69 milhões de cabeças de bovinos sob algum tipo de serviço de inspeção sanitária (20). No que se refere a carne suína, o Brasil em 2020 produziu 4,436 milhões de toneladas de carne suína e, associado a isto, observa-se um consumo per capita anual de carne suína no país de 16 kg/habitante. Já em relação a carne de frango, em 2020 foram produzidas 13 milhões de toneladas no Brasil, com consumo per capita anual de 45 kg/habitante (18). Porém, apenas uma pequena parcela deste total é oriunda de sistemas orgânicos.

No sistema orgânico de criação animal, conforme a Portaria 51 (5), os bovinos devem receber tanto o aleitamento natural quanto a alimentação artificial por no mínimo 90 dias após o nascimento. Também fica proibido o emprego de compostos nitrogenados não proteicos e nitrogênio sintético na alimentação dos demais. As instalações para bovinos de corte devem respeitar no mínimo, 1,5 m² para cada 100 kg de peso vivo dos animais, enquanto que em áreas externas a densidade máxima permitida é de 500 m²/100 kg. São proibidas técnicas de transferência de embrião, fertilização *in vitro*, sincronização de cio e manejos que utilizem indução hormonal artificial. Assim, somente é permitido a sincronização de cio por métodos físicos ou comportamentais, ademais, o uso de inseminação artificial só pode ser realizado caso o sêmen seja oriundo de animais de sistemas orgânicos. Já a respeito do corte de ponta de chifres, castração, mochamento e marcações, quando necessários, devem ser realizados na idade apropriada para facilitar o tempo de recuperação, respeitando-se o bem-estar animal. Os bovinos devem permanecer ao menos 2/3 ou 12 meses da sua vida em unidade de produção orgânica, para serem considerados orgânicos (5).

No que se refere a suínos, a portaria relata que pelo menos $\frac{3}{4}$ (três quartos) do período de vida do animal deve ser em sistema de manejo orgânico ou no mínimo seis meses. Sobre as instalações, são permitidas diferentes lotações para diferentes pesos, sendo assim: leitões acima de 28 dias e de até 30 kg, a lotação máxima permitida é de no mínimo 0,6 m² para cada animal; suínos adultos de até 50 kg, no mínimo 0,8 m²; suínos de até 85 kg lotação máxima de 1,1 m², já para suínos de até 110 kg, lotação máxima de 1,3 m². Já em sistema extensivo, para suínos de até 25 kg a lotação deve ser de no mínimo 5 m²; para suínos de 26 até 50 kg, no mínimo 10 m²; de 51 até 85 kg, 15 m²; de 86 até 110 kg, 20 m²; de 111 até 200 kg, 40 m² e para fêmeas suínas reprodutoras acompanhadas de leitegada e suínos acima de 201 kg, 60 m². A castração, se necessária, deve ser feita por imunocastração ou por outros métodos, sob condição de uso de anestésico e/ou analgésico local de longa duração. Outro detalhe importante é que não é permitido o uso de anel de borracha na castração dos animais, o que não é usual nos sistemas convencionais. Porém, o desgaste de dentes e corte da cauda dos leitões, que são bastante praticados nos sistemas convencionais não são permitidos nos sistemas orgânicos (5).

Para criação de frangos de corte orgânico, a densidade máxima em sistema extensivo é de 2 m² por animal, 0,4 m² em piquetes (sistema rotacionado) ou 30 kg por m². Para o período de conversão, é necessário que pelo menos $\frac{3}{4}$ do período de vida dos animais seja em sistema de manejo orgânico. Já a idade máxima para o ingresso de um frango em um sistema orgânico é de 15 dias de vida (5).

Ovinos e caprinos de corte também devem permanecer pelo menos $\frac{3}{4}$ da vida em sistema orgânico, sendo este período de no mínimo 6 meses. O aleitamento natural deve ser de no mínimo 45 dias. Ademais, deve respeitar o espaço mínimo de 1,5 m² por animal de reprodução e 0,5 m² por animal jovem. Já em relação a coelhos de corte, o período de conversão deve ser de no mínimo 3 meses e sua densidade deve ser estipulada pela OAC ou OCS, respeitando as características da espécie (5).

PRODUÇÃO DE LEITE ORGÂNICO

O Brasil possui o segundo maior rebanho de vacas ordenhadas do mundo, sendo o terceiro maior produtor de leite (21). A produção total de leite no Brasil foi de 34,8 bilhões de litros em 2019 (22). A demanda por lácteos orgânicos teve um rápido aumento nos últimos 20 anos, apresentando uma taxa de crescimento anual igual a 8%, que representou

20% das vendas totais de produtos orgânicos em 2017 (23). O aumento dos custos de produção e os problemas ambientais e de contaminação dos alimentos provindos da agricultura convencional foram fatores determinantes para o acréscimo na demanda (24). Ademais, o leite fluido corresponde à maior porcentagem das vendas totais (24%) do mercado global de lácteos orgânicos (23).

A composição do leite orgânico e convencional são extremamente semelhantes, exceto pelo fato do leite orgânico geralmente possuir um maior teor de alguns ácidos graxos como ácido linoleico conjugado e ômega 3, os quais possuem importante função na membrana celular, e são capazes de atuar na prevenção do câncer, doenças cardiovasculares e no desenvolvimento infantil. Desta forma, o leite orgânico apresenta uma melhor relação entre ômega 6 e ômega 3 que é desejável, visto que contém menores quantidades de ômega 6 que o leite convencional (25). O leite orgânico também tem em sua constituição α -tocoferol e ferro, em teores significativamente maiores, em contrariedade aos teores de iodo e selênio, que são menores (26). Essas diferenças entre as composições dos leites podem ser explicadas pela maior ingestão de pastagem e/ou forragem conservada nos sistemas orgânicos (27).

Segundo a Portaria nº 52, o leite só pode ser considerado orgânico após os animais permanecerem por no mínimo 6 meses em sistema de manejo orgânico, sendo que, deve ser utilizado ao máximo o sistema de pastagem, na qual forragens frescas, secas ou ensiladas deverão constituir pelo menos 50% da matéria seca que compõe a dieta do animal, durante um período máximo de 3 meses a partir do início da lactação. As densidades devem ser de no mínimo 6 m² por animal. Já em relação ao aleitamento, as mesmas regras são descritas para bovinos de corte no tópico acima (5).

Para caprinos e ovinos leiteiros, o período de conversão deve ser de no mínimo 6 meses e o período de aleitamento dos animais deve ser de pelo menos 45 dias (5).

CONCLUSÕES

Sendo o Brasil um dos maiores produtores de alimentos e com vastas áreas para a sua produção, o estabelecimento e o desenvolvimento da criação animal nos sistemas orgânicos tornam-se importantes para o desenvolvimento agropecuário, tanto para as pessoas quanto para o meio-ambiente.

A legislação brasileira vem se adequando às demandas do setor produtivo de alimentos orgânicos, porém alguns aspectos devem ser considerados, com relação às novas permissões.

O sistema orgânico de criação animal prioriza a convivência harmônica entre os atores de um ecossistema: humanos, animais e meio-ambiente. A saúde do meio-ambiente reflete na saúde dos animais, formando um ciclo regenerativo do solo, das plantas e da água.

Equivocadamente pensa-se que a produção de alimentos em unidades de produção orgânicas apresenta custos mais elevados que o modo convencional de criação. Isso poderá acontecer no período de adaptação às novas práticas. Porém, ao longo do período de transição, a redução do uso de insumos externos aliado à autossustentabilidade da propriedade rural pode reduzir os custos da produção e a dependência de produtos oriundos de empresas multinacionais.

Isso tudo favorece a agricultura familiar, com suas peculiaridades, preservação de culturas locais e geração de produtos diferenciados, que vão além da criação animal. Muitas vezes é isso que o consumidor procura, principalmente quando percebe que a compra representa mais que o produto oferece, ou seja, a valorização de tudo o que interferiu na

produção daquele alimento. Não se trata de voltar ao passado, mas de olhar para o futuro, considerando o resgate de culturas e conhecimento científico, aliado à promoção do bem-estar animal e do consumo de alimentos saudáveis.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de estudo disponibilizadas, ao Laboratório de Ensino Zootécnico (LEZO) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e ao Departamento de Medicina Veterinária Preventiva da UFRGS pela colaboração nesta revisão bibliográfica.

REFERÊNCIAS

- 1- Azevedo E. Alimentos orgânicos: Ampliando conceitos de saúde humana, ambiental e social. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2018.
- 2- Tybush JS, Martins EJ. Revolução verde em ação versus revolução agroecológica em construção: os direitos da agrobiodiversidade e os caminhos para a sustentabilidade [Internet]. 2018 [acesso em 2021 Jul 20]. Disponível em: <http://conpedi.danilolr.info/publicacoes/y0ii48h0/dzoq9f77/uEGB6C0vwf48DB9T.pdf>
- 3- Brasil. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Diário Oficial da União. 23 dez 2003.
- 4- Brasil. Decreto nº 6.323 de 27 de dezembro de 2007. Regulamenta a Lei no 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências. Diário Oficial da União. 27 dez 2007.
- 5- Brasil. Portaria Nº 52, de 15 de março de 2021. Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção e as listas de substâncias e práticas para o uso nos Sistemas Orgânicos de Produção. Diário Oficial da União. 23 mar 2021.
- 6- Brasil. Instrução Normativa nº 64 de 18 de dezembro de 2008. Aprovar o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. Diário Oficial da União. 18 dez 2008.
- 7- Brasil. Instrução Normativa nº 17 de 28 de maio de 2009. Aprovar as normas técnicas para a obtenção de produtos orgânicos oriundos do extrativismo sustentável orgânico. Diário Oficial da União. 17 dez 2009.
- 8- Brasil. Instrução Normativa nº 18 de 28 de maio de 2009. Aprovar o regulamento técnico para o processamento, armazenamento e transporte de produtos orgânicos. Diário Oficial da União. 17 jul 2014.

- 9- Brasil. Instrução Normativa nº 19 de 28 de maio de 2009. Aprova os mecanismos de controle e informação da qualidade orgânica. Diário Oficial da União. 28 maio 2009.
- 10- Brasil. Instrução Normativa nº 46 de 06 de outubro de 2011. Estabelecer o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção, bem como as listas de substâncias e práticas permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção. Diário Oficial da União. 17 jul 2014.
- 11- Brasil. Instrução Normativa nº 17 de 18 de julho de 2014. Altera os artigos da Instrução Normativa nº 46 de 06 de outubro de 2011. Diário Oficial da União. 17 jul 2014.
- 12- Willer H, Schlatter B, Trávníček J, Kemper L, Lernoud, J. The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends 2020. Research Institute of Organic Agriculture - FIBL / Organics International – IFOAM [Internet]. 2020 [acesso em 22 de julho de 2021]. Disponível em: <https://www.organic-world.net/yearbook/yearbook-2021/pdf.html>.
- 13- Organics. Panorama do consumo de orgânicos no Brasil 2019 [Internet]. 2019 [acesso em 2021 Jul 20]. Disponível em: <https://organics.org.br/pesquisa-consumidor-organico-2019/>
- 14- Ciclo vivo. Setor de orgânicos cresce 30% em 2020. [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Jul 22]. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/inovacao/negocios/setor-de-organicos-cresce-2020/>.
- 15- Rizzo FM, Ricci, ECPL, Abreu JS, Tonin FB. Agricultura orgânica no Brasil: atualidade e perspectiva [Internet]. 2017 [acesso em 2021 Jul 22]. Disponível em: <http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php/VIJTC/VIJTC/paper/view/1149/1542>.
- 16- FAO - Food Agriculture Organization United Nations. FAOstat. [Internet] 2021 [acesso em 2021 Jul 20]. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL/visualize>.
- 17- Matos, VDA. Matos. A apicultura no estado do Ceará: competitividade, nível tecnológico e seus fatores condicionantes, produção e exportação de mel natural [dissertação]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2005.
- 18- Associação Brasileira de Proteína Animal [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Jul 20]. Disponível em: <https://abpa-br.org/relatorios/>.

- 19- Oelke CL. Suinocultura e avicultura: do básico a zootecnia de precisão. Guarujá: Editora Científica; 2021.
- 20- IBGE. Estatística da Produção Pecuária [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Jul 20]. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=72380&view=detalhes>.
- 21- Food and Agriculture Organization of the United Nations [Internet]. 2019 [acesso em 2021 Jul 23]. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>.
- 22- ROCHA DT, CARVALHO GR, RESENDE JC. Cadeia produtiva de leite no Brasil: produção primária [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Jul 29]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/215880/1/CT-123.pdf>
- 23- EMBRAPA. Anuário Leite 2019, 2019 [Internet]. 2019 [acesso em 2021 Jul 25]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1109959/anuario-leite-2019-novos-produtos-e-novas-estrategias-da-cadeia-do-leite-para-ganhar-competitividade-e-conquistar-os-clientes-finais>.
- 24- ŚREDNICKA-TOBER D, BARANSKI M, SEAL CJ, SANDERSON R, BENBROOK C, STEINSHAMN, H, et al. Higher PUFA and n-3 PUFA, conjugated linoleic acid, α -tocopherol and iron, but lower iodine and selenium concentrations in organic milk: a systematic literature review and meta- and redundancy analyses. *British Journal of Nutrition*. 2016; 115:1043-1060.
- 25- TUNICK M, VAN HEKKEN D. Dairy Products and Health: Recent Insights. *Journal of Agriculture and Food chemistry*. 2015; 63:9381-9388.
- 26- MANÇO, C. Pecuária Orgânica Leiteira. Rio de Janeiro: Sociedade Nacional da Agricultura; 2017.
- 27- SLAGBOOM M, KARGO M, EDWARDS D, SORENSEN AC, THOMASEN JR, HJORTO L. Organic dairy farmers put more emphasis on production traits than conventional farmers. *Journal of Dairy Science*. 2016; 99:9845–9856.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-141>

Capítulo 141

RECICLAGEM ANIMAL EM SUAS DIVERSAS CATEGORIAS: REVISÃO

**Ana Paula Rodrigues dos Santos¹; Brenda Castro Santos²; Brenda Sousa Carneiro²;
Celivânia de Araujo Diniz²; Yana Kauany Gomes Vieira²; Ana Luiza Castro dos
Santos³**

¹Estudante do Curso de Medicina Veterinária - CCA – UEMA; E-mail: rodriguespaulaana10@gmail.com, ²Estudante do Curso de Medicina Veterinária - CCA – UEMA; E-mails: brendasantos2@gmail.com, brendascarneiroo@gmail.com, celydiniz878@gmail.com, yanavieira04@gmail.com, ³Estudante de pós-graduação em Ciência Animal – CCA – UEMA. E-mail: analuizacastros@hotmail.com.

Aliado ao crescimento das agroindústrias há a grande preocupação com o aumento das quantidades de resíduos de origem animal produzidos, necessitando estes de uma correta destinação. Devido às suas características intrínsecas, tais resíduos possuem um alto potencial poluidor, onde a sua perecibilidade causaria riscos de transmissão de doenças e de contaminação ambiental. Dessa forma as indústrias devem atuar baseadas nos princípios da legislação, que estão cada vez mais exigentes para o desenvolvimento de políticas que busquem a proteção do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável. Nesse cenário, as indústrias de matérias-primas de insumos agregam um grande valor comercial, onde em 2018 a indústria brasileira responsável pela reciclagem animal processou aproximadamente cerca de 12,5 milhões de resíduos originados do processamento animal, dando origem a 5,3 milhões de toneladas de farinha e gorduras, destinadas a alimentação de animais de produção como as aves, suínos e peixes. Tais resíduos passam por uma série de processos físicos e químicos, dentre eles procedimentos que ocasionam o aquecimento, desidratação, separação e a moagem. Portanto, o artigo visa abordar a cadeia de reciclagem animal, descrevendo desde as categorias de resíduos processados até a qualidade da matéria recebida, bem como a possibilidade de proliferação de micro-organismos patogênicos. Além das questões legais que devem ser seguidas, o reconhecimento do Brasil como um país de relevância na cadeia produtora e exportadora de produtos oriundos da reciclagem animal também é ressaltada neste trabalho.

Palavras-chave: agroindústrias; desenvolvimento sustentável; exportações; micro-organismos; reciclagem animal

INTRODUÇÃO

Segundo o Comunicado Técnico da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) e do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), a agroindústria teve uma alta de 8,72% em 2020, contribuindo para o aumento do PIB brasileiro. Aliado ao crescimento das agroindústrias há uma grande preocupação com o aumento das quantidades de resíduos de origem animal (ROA) produzidos, necessitando

estes de uma correta destinação. Medidas alternativas podem ser tomadas a fim de diminuir os riscos, onde a exposição às condições insalubres causadas pela proximidade com os agentes patogênicos encontrados nos resíduos e a acumulação de vetores biológicos criam, além da poluição ambiental, um problema de saúde pública diante da possível ocorrência de contaminações cruzadas (1).

Os resíduos podem ser classificados como inorgânicos e orgânicos. Os resíduos sólidos inorgânicos dentro da produção animal são representados pelas embalagens descartadas do setor de fertilizantes, de insumos farmacêuticos veterinários, agrotóxicos e até resíduos sólidos domésticos da área rural. Já os resíduos orgânicos, que são o foco de interesse de tal revisão, são representados pelos resíduos e efluentes gerados nos laticínios, abatedouros e graxarias, associando-se a própria forma de manejo, como o tratamento de restos de alimentos, de carcaças dos animais mortos ou dos restos de partições (2).

Quando tais resíduos orgânicos de origem animal são liberados no ambiente sem qualquer tipo de tratamento ou cuidado prévio podem ser fonte de micro-organismos deteriorantes, onde destacam-se os gram-negativos como *Pseudomonas*, *Acinetobacter* e *Flavobacterium*, que crescem na superfície do alimento e os gram-positivos como *Lactobacillus*, que predominam no seu interior (3).

Nesse cenário, os principais impactos da atividade agroindustrial para o ambiente estão o elevado consumo de água (insumos, limpeza de instalações, resfriamento, na formação de vapor), geração de poluentes atmosféricos, efluentes sem tratamentos e os próprios resíduos sólidos (4).

Como exemplo de resíduos gerados no processamento animal de bovinos, aves, peixes e suínos pode-se citar as vísceras, ossos, fragmentos cárneos, sangue, gorduras, penas, que na maioria dos casos representam partes não consumidas pela população. Segundo Silva (5), tais resíduos tem um alto potencial poluidor devido às suas características intrínsecas, onde a sua alta perecibilidade causa riscos de transmissão de doenças e de contaminação ambiental e, portanto, devem ser corretamente destinados e rapidamente processados.

As indústrias responsáveis pela produção de alimentos estão cada vez mais preocupadas em alcançar e demonstrar o seu papel em relação à sustentabilidade. Dessa forma as indústrias atuam baseadas nos princípios da legislação, que estão cada vez mais exigentes quanto ao desenvolvimento de políticas econômicas sustentáveis e em outras medidas que buscam a proteção do meio ambiente e o seu desenvolvimento sustentável (6).

Por lei, as fontes desses resíduos devem ser de estabelecimentos de abate e processamento cárneo ou estabelecimentos de varejo. De acordo com a Associação Brasileira de Reciclagem Animal (ABRA), no ano de 2020 para a espécie bovina foram 38% de matéria prima para reciclagem, enquanto para aves 28%, suínos 20% e peixes 45%. A reciclagem animal surge como forma de reduzir o desperdício alimentar, por meio de empresas de processamento que transformam os resíduos de abatedouros em proteínas, gorduras e minerais que possam voltar para cadeia de produção na forma de rações, fertilizantes e combustíveis (7).

A princípio o conceito de reciclagem está relacionado com a transformação que um material ou um conjunto de materiais passam para gerar um novo produto (8). Desse modo, a reciclagem animal pode ser definida como a atividade que recolhe e processa resíduos oriundos do processo de abate de animais (ossos, sangue, penas, vísceras e outros) e da comercialização de carnes e produtos cárneos, resultando em produtos não destinados à alimentação humana (5,9).

É válido lembrar que quando esses resíduos não são tratados de forma correta podem se transformar em focos oportunos para microrganismos patogênicos, atraindo também moscas, mosquitos, roedores e aves (10). Portanto, a reciclagem animal se torna uma ferramenta importante para o adequado destino aos resíduos da produção animal (7).

A história de uso de produtos reciclados de origem animal tem início descrito no “Papiro de Ebers” (Egito, 1550 AC), onde os antigos egípcios já usavam a gordura animal para fabricação de sabões. Também foi descrita a utilização do óleo de baleia para fabricação de velas, na China (por volta de 200 AC). Já na idade média, a produção de óleos animais era essencialmente artesanal e eram usados por fazendeiros e alquimistas para consumo próprio ou para fabricação de sabões, unguentos e velas (11).

Nos dias atuais as indústrias de matérias-primas de insumos de origem animal agregam um papel de grande valor comercial. O que anteriormente era considerado graxaria ou subprocesso, utilizados apenas para se dar um destino aos resíduos de origem animal não comestíveis produzidos pelos abatedouros, nos dias atuais é considerado indústria de matérias-primas para nutrição animal (12).

Em 2018 a indústria brasileira responsável pela reciclagem animal processou aproximadamente cerca de 12,5 milhões de resíduos originados da produção animal, dando origem a 5,3 milhões de toneladas de farinha e gorduras, destinadas a alimentação de animais de produção como as aves, suínos e peixes (5). Em 2020 o mercado consumidor absorveu aproximadamente cerca de 5,3 toneladas de farinhas e gorduras animais, onde cerca de 58% foi utilizado para suplementação na produção animal, 14% para a produção de alimentos para animais domésticos “pet food”, 13,5% é destinado para biodiesel, 10% são destinados para higiene e limpeza e 4,5% para demais indústrias (13).

CATEGORIAS DA RECICLAGEM ANIMAL

Bellaver (6) em um dos seus estudos descreve a definição dos subprodutos de origem animal, sendo estes: I) farinha de penas hidrolizadas - resultante da cocção, sob pressão de penas limpas e não decompostas; II) farinha de vísceras (FV) - resultante da cocção, prensagem e moagem de vísceras de aves, sendo permitida a inclusão de cabeças e pés; III) farinha de penas e vísceras (FPV) - é o produto resultante das penas limpas e não decompostas, hidrolizadas sob pressão e misturadas com resíduos do abate (vísceras, pescoço, pés, de aves abatidas) cozidos, prensados para extração do óleo e moído. IV) farinha de vísceras com ossos (FVO) - é o produto semelhante a farinha de vísceras com a possibilidade de inclusão de ossos e cartilagens obtidos como resíduos da carne mecanicamente separada; V) farinha de resíduo incubatório (FRI) - produto resultante da cocção, secagem e moagem da mistura de cascas de ovos, ovos inférteis e não eclodidos e até pintos não viáveis; VI) farinha de carne e ossos bovina (FCOB) - é produzida em graxarias por coleta de resíduos, ou em frigoríficos a partir de ossos e tecidos, após a desossa completa da carcaça de bovinos, moídos, cozidos, prensados para extração de gordura e novamente moídos; VII) farinha de carne e ossos suína (FCOS) - é produzida em graxarias por coleta de resíduos, ou em frigoríficos a partir de ossos e tecidos, após a desossa completa da carcaça de suínos, moídos, cozidos, prensados para extração de gordura e novamente moídos; VIII) farinha residual de peixe (FP) - produto obtido de cortes e/ou partes de peixes de várias espécies (cabeças, rabo, pele, vísceras, barbatanas,) não decomposto, com ou sem extração de óleo, tendo sido seco e moído e IV) farinha de sangue - resultante do processo de cozimento e secagem do sangue fresco.

Por serem ricos em nutrientes são capazes de constituir e agregar valores nutricionais a dieta de aves, suínos e peixes, os quais passarão por uma série de processos físicos e químicos para o aquecimento, desidratação, separação e moagem de tal matéria-prima (5). A qualidade da farinha pode ser prejudicada pela umidade, textura, contaminações no processamento e o tempo percorrido entre o abate até o processamento. Com relação as contaminações bacterianas a maior parte é eliminada durante o processamento devido as altas temperaturas (6). Entretanto, se torna fundamental o monitoramento do resíduo reciclado visando evitar a recontaminação, podendo ser adotado o uso de substâncias a base de formaldeído, que atuam impedindo a proliferação bacteriana (14).

Quando não recicladas, a gordura e os óleos podem entrar em contato com o curso da água, impactando negativamente o meio ambiente, destruindo assim a flora e fauna aquática. A reciclagem da gordura para o processo de produção do sabão e detergente é bastante conhecida e se mostra uma excelente atividade para evitar o descarte desse resíduo. A gordura bovina ou sebo é extraída por prensagem ou solvente após a cocção, filtrada ou não, contendo no mínimo 90% de ácidos graxos totais e no máximo 1,5% de impurezas e insaponificáveis. A gordura suína ou banha é obtida do mesmo modo e possui as mesmas exigências. Já o óleo de aves, também extraído por prensagem ou solvente após a cocção (contendo no mínimo 90% de ácidos graxos totais), deverá conter no máximo 3% de impurezas e insaponificáveis (6).

Em relação à presença de microrganismos nocivos, existem várias análises que podem ser feitas para identificação patógenos presentes no sabão, como semeadura de amostras e isolamento bacteriano, determinação do número mais provável de coliformes ou determinação de microrganismo por meio de culturas específicas. Entretanto, não existe uma legislação específica que estabeleça a qualidade do sabão reciclado destinado à limpeza geral, tampouco quais métodos devem ser utilizados para determinar os possíveis microrganismos presentes nos produtos (15)

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da resolução nº481 de 23 de setembro de 1999, estabelece os parâmetros máximos para produtos destinados a higiene pessoal, cosméticos e perfumes, sendo o limite máximo para microrganismos mesófilos totais aeróbicos de 5×10^3 UFC/g e ausência de *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* e coliformes totais e fecais em 1g ou 1ml. Para produtos de uso infantil, para áreas dos olhos ou que entrem em contato com mucosas, a contagem máxima de microrganismos mesófilos totais aeróbicos é 5×10^2 UFC/g ou ml (16).

Outro produto oriundo da reciclagem animal são os corantes. Atualmente vários países limitaram o uso de corantes artificiais nos produtos alimentícios, principalmente pela ação carcinogênica e alérgica dos compostos. Para suprir a necessidade de coloração em alimentos, as indústrias buscaram cada vez mais utilizar os ditos corantes naturais, oriundos de vegetais ou animais (17).

Como exemplo de subprodutos animais utilizados na fabricação de corantes temos a hemoglobina, que tem como função a coloração vermelha, obtida através do sangue dos animais a partir do processamento (18) e utilizado em vários produtos, como cereais, molhos, refrescos, refrigerantes, xaropes, entre outros. De acordo com a ANVISA, a tolerância de coliformes a 45°C em corantes à base de sangue e derivados é 10g por amostra (19).

Quanto ao uso de resíduos animais para a produção de lubrificantes, nos dias atuais se encontra em desuso por se apresentar pouco resistente à oxidação. No lugar de seu uso,

são utilizados óleos minerais e sintéticos que além da função essencial de lubrificação foram adicionadas outras funções tais como impermeabilização. Os óleos lubrificantes animais eram obtidos através de capivara, bacalhau, cachalote e baleia (20).

O Brasil ocupa a 12^o posição nas exportações de produtores de farinhas e gorduras de origem animal, onde as farinhas de carne e ossos, utilizadas para a fabricação de rações para animais, representam 86% das exportações. O principal destino é o Vietnã, seguido de Bangladesh e Chile (21).

Logo, a produção de ração é o meio mais difundido para aproveitamento de farinha de carne e ossos, mas que também poderá ser utilizado para fabricação de adubo e fertilizante, produtos estes considerados organominerais. De acordo com os dados fornecidos pela Propeq (22), a produção da farinha de ossos se dá a partir do processo de calcinação, ou seja, no aquecimento vigoroso da carcaça animal até se obter um produto de características semelhantes a uma farinha. Tal processo é responsável por retirar a parte protéica do osso, restando apenas a parte mineral, que também findará em um produto relevante na fertilização de plantas. A farinha é rica em fósforo, cálcio e magnésio, elementos estes fundamentais para evitar a acidez do solo e auxiliar no desenvolvimento saudável do caule e a raiz das plantas.

Após o reconhecimento do Brasil como produtor de biodiesel, foi possível melhor compreender a possibilidade de utilização da gordura animal, onde acreditava-se que 30% a 40% do sebo bovino brasileiro poderia ser destinado à produção de combustível biodegradável (23). Recentemente, a Embrapa Agroenergia em parceria com a empresa Haka Bioprocessos iniciou pesquisas para a produção de um “diesel verde” obtido a partir da hidrogenação do bio-óleo de resíduos ósseos de aves. O objetivo da pesquisadora Itânea Soares é chegar a uma composição próxima à do diesel de petróleo, a partir da agregação de valor a um tipo de matéria-prima que usualmente não é utilizada na produção de diesel renovável (24).

CONCLUSÕES

A reciclagem de resíduos animais na agroindústria é necessária, pois representa o começo e o fim da cadeia da carne, transformando em farinhas e gorduras tudo o que não é utilizado como alimento.

Além de contribuir fortemente para o saneamento do meio ambiente, a reciclagem animal dá ao país a chance de ser um dos produtores e exportadores de farinhas e gorduras de origem animal, bem como de criar oportunidades no mercado nacional de rações pet.

Entretanto, é preciso estar atendo a alguns fatores, como o controle sobre as etapas de processamento (biosseguridade), de modo a seguir a legislação vigente e validar todas as expectativas da população com relação a esses produtos biosustentáveis.

REFERÊNCIAS

1. CNA. PIB do agronegócio tem crescimento recorde de 24,31% em 2020 [Internet] 2021. [Acesso em: 10 julho 2021]. Disponível em <https://www.cnabrazil.org.br/noticias/pib-do-agronegocio-tem-crescimento-recorde-de-24-31-em-2020>

2. Rodrigues LS, Silva IJ, Spelta ACF, Lopes BC. Gerenciamento de resíduos sólidos agrossilvipastoris e agroindustriais. Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia da UFMG, n. 68, 2013.
3. Tavares TM, Serafini AB. Avaliação microbiológica de hambúrgueres de carne bovina comercializados em sanduicherias tipo trailers em Goiânia (GO). Rev patol trop, 2003; p. 45-52.
4. Dias, MCO, Pereira MCB, Dias PLF, Virgínio JF. Manual de impactos ambientais: orientações básicas sobre aspectos de atividades produtivas. Fortaleza: Banco do Nordeste; 1999
5. Silva FF. Descrição do setor de reciclagem animal e sua relevância para as cadeias produtivas de carnes no RS [Monografia], Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2019.
6. Bellaver C. Uso de resíduos de origem animal na alimentação de frangos de corte. Simpósio Brasil sul de avicultura, 2002; 3:6-22.
7. FAO. 2018. Nutrient flows and associated environmental impacts in livestock supply chains: Guidelines for assessment [Internet] 2018. [Acesso em: 10 julho 2021]. Disponível em <http://www.fao.org/publications/card/en/c/CA1328EN/>
8. Gedoz L. Gerenciamento de resíduos sólidos gerados em uma propriedade de criação de aves para abate [Monografia], Medianeira: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira; 2014.
9. Malagutti C. Você sabe o que é Reciclagem Animal? [Internet] 2020. [Acesso em 09 de agosto de 2021] Disponível em: <https://foodsafetybrazil.org/voce-sabe-o-e-reciclagem-animal/>
10. Souza C, MARTINS JG, DURÇO BB, SILVA CBF, GUIMARÃES JT, PAGANI MM, MACHADO MTC, FILHO ERT, ESMERINO E A. Reciclagem animal como alternativa sustentável à agroindústria: uma revisão da literatura. Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, 2021; 1:11:39-53
11. ABRA. I Diagnóstico da Indústria Brasileira de Reciclagem Animal: conheça o que a abra tem feito pelo setor. [Internet] 2011. [Acesso em: 10 de agosto de 2021] Disponível em: <https://abra.ind.br/abra/wp-content/uploads/2020/06/I-Diagn%C3%B3stico.pdf>.

12. Vieira, M. Análise estatística dos indicadores nutricionais de matéria-prima de origem animal utilizado na fabricação de insumos [Monografia], Francisco Beltrão: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2019.
13. Malafaia, GC, Biscola PHN, Dias FRT. Reciclagem animal: uma atividade essencial, segura e sustentável [Internet] 2020. [Acesso em: 10 de agosto de 2021] Disponível em: <https://www.cicarne.com.br/wp-content/uploads/2020/07/Boletim-CiCarne-11.pdf>
14. Campestrini E. Farinha de carne e ossos. Rev Eletrônica Nutritime, 2005; 2:4:221-234.
15. Júnior ARC, Lima MOB, Araújo MAS. Uma atividade sustentável: produção de sabão a partir da gordura gerada no processo produtivo de um laticínio. [Internet] 2020. [Acesso em: 10 de agosto de 2021]. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/8578>
16. ANVISA (AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA). Resolução da diretoria colegiada- RDC nº 481, de 23 de setembro de 1999. [Internet] 1999. [Acesso em: 10 de agosto de 2021]. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/1999/res0481_23_09_1999_rep.htm
17. Zanoni, M. V. B. & Yamanaka, H. Corantes: caracterização química, toxicológica, métodos de detecção e tratamento. 1. ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2016.
18. César, E. A cor da carne. Corante para uso em alimentos produzido pelo fungo *Monascus* ganha nova técnica de produção. [Internet] 2003. [Acesso em: 09 de agosto de 2021]. Disponível em: revistapesquisa.fapesp.br/a-cor-da-carne.
19. ANVISA (AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA). Resolução da diretoria colegiada- RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. [Internet] 2001. [Acesso em: 09 de agosto de 2021]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/>
20. Cyrino L. Óleos lubrificantes e suas aplicações [Internet], 2015. [Acesso em: 09 de agosto de 2021]. Disponível em: <https://manutencaoemfoco.com.br/oleos-lubrificantes>

21. Correio Braziliense. Indústria da reciclagem animal movimenta R\$ 7,9 bilhões por ano no país, [Internet] 2017. [Acesso em: 09 de agosto de 2021]. Disponível em: https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2017/12/11/internas_economia,646917/como-funciona-a-reciclagem-animal-no-brasil.shtml

22. PROPEQ. Você sabe qual é a importância das farinhas de origem animal? [Internet], 2021. [Acesso em: 09 de agosto de 2021]. Disponível em: <https://propeq.com/farinha-origem-animal/>

23. Andrade Filho, M. Aspectos técnicos e econômicos da produção de biodiesel: o caso do sebo bovino como matéria-prima. Bahia: Universidade Salvador; 2007.

24. EMBRAPA. Embrapa Agroenergia inicia pesquisa para produzir diesel verde a partir da carcaça de aves, [Internet] 2020. [Acesso em: 10 de agosto de 2021]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/56473878/embrapa-agroenergia-inicia-pesquisa-para-produzir-de-diesel-verde-a-partir-da-carcaca-de-aves>

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-142>

Capítulo 142

RESISTÊNCIA ANTI-HELMÍNTICA EM EQUINOS

Giordani Mascoli de Favare^{1*}; Isabela de Almeida Cipriano¹; Tábata Alves do Carmo¹; Mateus Oliveira Mena¹; Gabriel Jabismar Guelpa¹; Bruna Xavier Davi²; Ricardo Velludo Gomes de Soutello³

Mestrando (a) em Ciência e Tecnologia Animal. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena, SP; giordani.mascoli@unesp.br*. ²Graduanda. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena, SP. ³Professor/ Doutor. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena, SP

RESUMO: Dos fatores que devem ser levados em consideração no quesito sanidade dos equinos, as infecções helmínticas ocupam lugar de destaque devido aos prejuízos consequentes causados pelos parasitos gastrintestinais. O uso indiscriminado de drogas na tentativa do combate desses parasitos pode levar ao surgimento da resistência anti-helmíntica, que representa um problema crescente na produção animal. Tendo em vista a carência de informação relacionada à eficácia das drogas anti-helmínticas utilizadas em rebanhos de equinos no estado de São Paulo e a situação alarmante da resistência no Brasil e no mundo, com o presente estudo pretende-se detectar a existência da resistência anti-helmíntica, em rebanhos de equinos na região oeste do estado de São Paulo / Brasil. Para tanto foram avaliadas as principais classes dos anti-helmínticos mais utilizados: benzimidazóis (Fenbendazole), avermectinas (ivermectina) e milbemicinas (moxidectina), aplicados em pasta por via oral. A distribuição dos animais nos grupos foi realizada de forma homogênea, conforme os valores da contagem de ovos por grama de fezes (OPG) e categoria animal. A avaliação foi realizada em animais de 10 propriedades através do OPG, e coproculturas para a identificação dos parasitas. Os resultados foram analisados por meio do percentual da redução do número de ovos por grama de fezes (R-OPG), utilizando o programa estatístico RESO.

Palavras-chave: cavalos; parasitismo; prejuízos; sanidade.

INTRODUÇÃO

O complexo do agronegócio equino no Brasil movimenta cerca de R\$ 7,5 bilhões por ano e gera aproximadamente de 3,2 milhões de empregos diretos e indiretos. O segmento de equinos utilizados em diversas atividades esportivas movimenta valores da ordem de R\$ 705 milhões e emprega cerca de 20.500 pessoas, com a participação estimada de 50 mil atletas (1). A população brasileira de equinos é a quarta maior do mundo, com cerca de 5.514.250 animais, e tem se mantida estável na última década (2).

Dentre todos os fatores que devem ser levados em consideração quando o assunto é sanidade animal, o parasitismo ocupa lugar de destaque devido aos prejuízos consequentes da infestação parasitária, tais como perda de desempenho em animais de corrida, cólicas gástricas e intestinais além da diarreia em potros. Dependendo da carga parasitária, os helmintos podem causar desde um pequeno desconforto abdominal acompanhado ou não de fraqueza, pelagem áspera, retardo de crescimento, hiporexia, anemia, cólicas, diarreias ou constipações até episódios fulminantes de cólica e morte (3). Podem causar também doenças como: aneurisma verminótico; gastroenterite; dermatites e outras alterações cutâneas e pneumonias (4).

Diante de tantos prejuízos causados, é grande a preocupação dos profissionais de saúde animal no controle de enfermidades parasitárias, dentre elas as verminoses que acometem os equinos. Esta espécie possui inúmeros parasitos nematoides que estão presentes nas pastagens praticamente o ano todo e mesmo com um trabalho preventivo, muitos cavalos são infectados, tornando-se um potencial disseminador destes vermes, principalmente se a infecção for assintomática (5). Tendo em vista seus hábitos alimentares, os cavalos, herbívoros por natureza, são muito susceptíveis ao parasitismo interno. Tais parasitas são sérios fatores de risco à saúde dos cavalos, afetando diretamente o desempenho de animais atletas, além de causar diversas doenças e até mesmo a morte (4). Isso se dá pelas formas de criação dos equídeos que favorecem a grande incidência de infecções parasitárias, já nas primeiras semanas de vida.

A fauna parasitária é vasta e compreende várias famílias/gêneros distintas, entre elas: os Pequenos estrôngilos ou cyathostominos: *Cyathostomum* spp., *Cylicostephanus* spp., *Cylicostephanus* spp., os Grandes estrôngilos: *Strongylus vulgaris*, *S. equinus*, *S. edentatus* e ainda, *Parascaris equorum*, *Oxyuris equi*, *Strongyloides westeri*, *Trichostrongylus axei*, *Gasterophilus* spp., *Habronema* spp., *Dictyocaulus arnfieldi*, *Anoplocephala* spp (6). A taxa de contaminação ambiental com ovos de estrongilídeos é diretamente proporcional ao grau de infecção da população de hospedeiros com nematódeos adultos. Desparasitações antes da saída aos pastos são extremamente importantes para diminuir o nível de infecção destes e, por conseguinte afetar o ciclo de vida dos parasitas (7). Para vermifugar, é preciso avaliar precisamente o peso do animal, para que se evite problemas de sub-dosagem ou desperdícios. De maneira geral, é importante vermifugar os cavalos regularmente para que se diminua progressivamente o nível de infecção dos animais. O programa ideal de 9 vermifugação em uma propriedade deve ser estabelecido com base no nível de infecção inicial, grau de contaminação do ambiente, resultados de coproscopia e nível de exposição a novos desafios. O motivo de se fazer vermifugação é reduzir ou eliminar a carga parasitária dos animais e evitar doenças e consequências graves e irreversíveis da passagem dos parasitas pelo organismo animal (8).

Táticas tradicionais de controle baseiam-se principalmente na aplicação estratégica de anti-helmínticos, atualmente representado por três principais classes de medicamentos: as lactonas macrocíclicas (ex: ivermectina e moxidectina), as pirimidinas e imidazotiazóis (ex: pamoato de pirantel e levamisol) e o grupo dos benzimidazóis (ex: albendazol, oxibendazol e fenbendazol) (9). Existem várias associações de bases químicas utilizadas no controle parasitário dos equinos. Essas formulações deveriam apresentar eficácia elevada quando testadas isoladamente. No entanto, a eficácia das drogas diminui consideravelmente devido a seu caráter seletivo, favorecendo a permanência de organismos resistentes e a eliminação de indivíduos susceptíveis. Esse fenômeno é conhecido como resistência parasitária, ele ocorre quando uma droga não consegue manter a mesma eficácia contra os parasitos, após um determinado tempo de utilização. A seleção de helmintos

resistentes é praticamente inevitável, e esta característica é transferida para as próximas gerações (10; 6).

A questão da resistência aos anti-helmínticos tornou-se muito importante no campo veterinário nos últimos anos, e isso é uma realidade que envolve a medicina equina (12; 13;14;15). Embora negligenciado na maioria das condições, a detecção precoce da resistência é emergente e vital para a conservação da eficácia anti-helmíntica e para o controle parasitário eficiente. Infelizmente, seu reconhecimento não é observado até que se torne um problema clínico, devido a incapacidade para avaliação subclínica no campo (16). Estudando a epidemiologia e controle das estrogilidoses, a importância de uma maior intensificação no rastreio da resistência aos anti-helmínticos, promovendo uma utilização mais frequente dos métodos “in vivo” e “in vitro” para o seu diagnóstico, incluindo um número expressivo de propriedades. Além disso, a execução de estudos programados de eficácia e manejo antiparasitário alargados no tempo, associando anti-helmínticos, fungos nematófagos e medidas de manejo que permita adequar melhor estas “ferramentas” de controle antiparasitário aos diferentes tipos de criação equina (17).

Medidas inovadoras de controle parasitário precisam ser instituídas para que a resistência anti-helmíntica seja desacelerada, e as drogas que ainda possuem eficácia sejam preservadas por um período prolongado. Estratégias sustentáveis de controle devem ser aplicadas de maneira racional, e a participação de médicos veterinários no controle parasitário é de extrema importância. Esta revisão tem como objetivo abordar informações epidemiológicas e de controle parasitário visando desta maneira, reduzir a dependência e o uso indiscriminado de anti-helmínticos. (18).

Principais helmintos gastrintestinais de equinos

Helmintos gastrointestinais de equinos são organismos realmente onipresentes. Estudos em propriedades de criação de equinos em todo o mundo têm demonstrado que as populações de helmintos estão presentes em uma vasta gama de diferentes condições geográficas e climáticas (19). Onde quer que os equinos pastem, as mesmas espécies de helmintos podem infectá-los. O grupo de parasita mais importante atualmente são os pequenos estrogilídeos ou ciatostomíneos, que hoje é composto por mais de 50 espécies identificadas. (19; 20 ;18).

Estes helmintos comprometem o peristaltismo e a conversão alimentar, formando nódulos na parede do trato gastrintestinal a cada mudança de estado larval, possuindo larvas hematófagas e adultos histiófagos. Os cyathostomíneos são os parasitas mais prevalentes e mais resistentes a anti- helmínticos em equinos jovens e adultos (21). Eles muitas vezes compreendem 95-100% da carga parasitária total. Dependendo da idade, o restante da carga de vermes é dominada por espécies tais como *Parascaris equorum*, *Strongyloides westeri*, *Oxyuris equi* e as espécies dos grandes estrôngilos: *Strongylus vulgaris*, *S.Edentatus*, *S.Equinus*, *Triodontophorus spp.* (22).

Evolução epidemiológica do parasitismo helmíntico dos equinos

Durante décadas apenas os helmintos do gênero *Strongylus*, foram considerados altamente patogênicos, sendo considerados os “Matadores de Cavalos”, devido a sua alta incidência em casos de cólicas (23).Entretanto, um fenômeno interessante foi constatado no mundo dos parasitos no início dos anos 1990: após os ciatostomíneos tornarem-se os estrogilídeos preponderantes nos equídeos, sendo considerados também

como importante causa de cólicas nesses animais, relegando para segundo plano os do gênero *Strongylus* (24).

Este fenômeno deveu-se aos seguintes fatores: Elevada capacidade de adaptação dos ciatostomíneos às drogas e estratégias de tratamentos anti-helmínticos, comprovada na sua resistência aos benzimidazóis, maior sensibilidade dos nematóides do gênero *Strongylus* à maioria dos compostos anti-helmínticos (em particular às lactonas macrocíclicas), grande habilidade de prevalência em todos os equídeos nas mais diversas regiões geográficas, grande número de gêneros e espécies, diversidade na sua biologia e patogenia (25).

Controle da helmintoses

O controle da verminose equina melhora o desempenho dos animais. Este pode ser feito por compostos anti-helmínticos, que em geral apresentam praticidade, eficiência e segurança. Na maioria dos plantéis, utilizam-se intensamente os compostos anti-helmínticos (Febendazol, Mebendazol, Abamectina e Ivermectina) por sua baixa toxicidade (6). Esses medicamentos anti-helmínticos constituem um grupo de compostos utilizados com fins curativos e preventivos desta classe de parasitos, que se localizam principalmente no trato gastrointestinal. (26).

Para assegurar um controle efetivo das parasitoses, os técnicos devem propor medidas sanitárias associadas a técnicas de manejo que visem reduzir a contaminação da pastagem com larvas infectantes de nematódeos (27). Porém, o controle é complexo e envolve diversos fatores como avaliação financeira do proprietário, infra-estrutura das instalações, histórico da propriedade, resistências a drogas, localização geográfica e clima, manejo adotado com alimentação, números de cavalos, sistema de criação, peso e idade de cada animal, período gestacional das éguas, etc. A realização de um exame parasitológico de fezes (OPG) indicará se a base utilizada está sendo eficiente e se há um nível alto de infecção, facilitando na elaboração ou mesmo alteração de um calendário profilático (28). Os programas de controle anti-helmíntico devem incluir uma consulta prévia do animal, planificação das medidas a tomar, a administração dos anti-helmínticos, instauração de medidas de manejo higiênico e finalmente o acompanhamento e a avaliação da terapêutica instituída (30).

A prática de quarentena pode ser um manejo eficiente para assegurar a disseminação parasitária no rebanho. Ela consiste em manter separados e em observação os animais de nova aquisição durante um período de tempo relativamente longo (nunca menos de 20 dias) em função da enfermidade que se quer prevenir, neste caso as verminoses. Assim, poderão ser detectadas doenças parasitárias que poderiam estar a incubar no momento da entrada no rebanho. Os locais destinados a quarentena devem ser separados a uma determinada distância das outras pastagens onde permanecem os animais já instalados na propriedade. Durante este período devem ser realizados os eventuais tratamentos anti-parasitários. (29). A falta de quarentena em animais recém-introduzidos é uma falha no manejo, que pode acarretar na introdução de cepas resistentes na propriedade (31). Nos animais adquiridos deve ser realizado um tratamento utilizando alguma classe de anti-helmíntico e só devem ser introduzidos na pastagem após os exames de contagem de ovos nas fezes (OPG) serem negativos (32).

Em relação à utilização dos medicamentos, a frequência de sua utilização pode ser de forma supressiva: tratamentos a cada 4-8 semanas, estratégica: tratamentos regulados pelas condições climáticas da região e o possível aumentado número de parasitas no animal, ou curativa: tratamentos quando o animal apresenta alta contagem

de ovos nas fezes ou sinais clínicos (24). Não há no Brasil, nenhum estudo amplo a respeito da frequência de tratamento anti-helmíntico realizada em equinos, porém, há algumas recomendações técnicas de esquemas supressivos e técnicas de esquemas de tratamentos a cada dois meses. O que poderia levar rapidamente à seleção de parasitos resistentes no Brasil (5).

A sustentabilidade dos esquemas de controle da verminose equina está ameaçada pela seleção de populações de parasitos resistentes, cujo número de relatos é crescente em todo o mundo (13). Outro agravante é o fato de haver pouca perspectiva de surgimento de um novo grupo químico de anti-helmíntico para equinos (18).

Desenvolvimento da resistência anti-helmíntica

Mundialmente, o aparecimento da resistência aos antiparasitários se tornou uma séria ameaça para o controle das infecções por nematóides. Esta resistência é resultado do uso intensivo, bem como das dosagens impróprias (sub ou super dosagem) sem embasamento epidemiológico, havendo assim, uma crescente seleção de populações de parasitos resistentes. Outro motivo importante para a seleção de nematóides resistentes é o tratamento dos animais quando há uma pequena proporção da população total de parasitas em “refugia”, o que provavelmente contribui para uma maior pressão de seleção de parasitas resistentes ao tratamento anti-helmíntico. Consideram-se como parasitos em “refugia” aqueles que não são expostos ao tratamento anti-helmíntico, tais como os estádios de vida livre que se encontram na pastagem, ou mesmo aqueles presentes em animais que não receberam o tratamento (25).

A resistência, que é hereditária, está presente quando há uma maior frequência de indivíduos dentro de uma população, que são capazes de tolerar as doses de um composto que não seriam toleradas por uma população normal da mesma espécie. A resistência lateral ocorre quando a resistência parasitária a um composto químico resulta da seleção promovida por outro composto com um modo similar de ação. A resistência cruzada assemelha-se a resistência lateral, mas envolve compostos químicos com diferentes modos de ação. Resistência múltipla ocorre quando há indivíduos em uma população, que são resistentes a dois ou mais grupos de anti-helmínticos diferentes, como resultado da seleção de cada grupo, ou como resultado da resistência cruzada (31).

No processo de seleção de parasitas resistentes, a droga remove seletivamente os indivíduos susceptíveis de uma população geneticamente heterogênea. Isto provoca aumento no número de indivíduos portadores de genes que conferem resistência, os quais são herdados pelos descendentes. Após várias gerações, os genes que conferem resistência predominam, o que possibilita a sobrevivência de um número significativo de helmintos resistentes em uma determinada população após o tratamento com anti-helmíntico (23). Já o fenômeno da reversão da resistência (32) é o decréscimo da frequência de indivíduos resistentes em uma população após a remoção do agente de seleção. Porém, uma vez que a resistência tenha se instalado em uma população, a reversão ou a perda desta característica nunca foi observada (33).

A detecção da resistência, numa fase precoce é importante, podendo permitir que a eficácia da classe das respectivas drogas possa ser mantida através de medidas adequadas, tais como frequência de tratamento e preservação da refugia. Várias investigações demonstraram que, uma vez desenvolvida a resistência anti-helmíntica em nematóides, ela permanecerá, e mesmo com a suspensão da utilização do respectivo medicamento por muitos anos não ocorrerá a eliminação da resistência (34).

CONCLUSÕES

Tendo em vista a carência de informação relacionada a resistência anti-helmínticas em rebanhos de equinos no estado de São Paulo e a situação alarmante da baixa eficácia das drogas anti-helmínticas no mundo, o estudo será de grande importância no desenvolvimento do conhecimento prévio da problemática, possibilitando um conjunto de ações e medidas mais eficazes no controle do parasitismo, diminuindo gastos desnecessários com produtos inadequados para a região, reduzindo as perdas causadas pelos parasitos e minimizando o desenvolvimento da resistência anti-helmíntica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus colegas de mestrado e a equipe do EEPPA (Estudo de Extensão e Pesquisa em Parasitologia Animal) da UNESP-FCAT/ Dracena.

REFERÊNCIAS

1. Lima, R.A.S.; Hirota, R.; Barros, G.S.C. Estudo Do Complexo Do Agronegócio Cavalos. Piracicaba: Esalq/Usp, 2006, 250p.
2. Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística - Ibge. Produção Da Pecuária Municipal. Disponível Em: <[Http://Www.Ibge.Gov.Br/Home/](http://www.ibge.gov.br/home/)> Acesso Em: 02 Agosto. 2021.
3. Lagaggio, V.R.A. Et Al. Achados De Formas Parasitárias Em Camas De Equinos Santa Maria-Rs/Brasil. Disponível Em: <[Http://Www.Hipismobrasil.Com.Br/Teses/Formas_Parasitarias.Asp](http://www.hipismobrasil.com.br/teses/formas_parasitarias.asp)>. Acesso Em: 08 Agosto 2021.
4. Merial Saúde Animal. Guia De Vermifugação. 2005. Disponível Em: . Acesso Em: 06 Agosto 2021.
5. Foz Filho, Roberto. A Importância Clínica Dos Pequenos Estrôngilos. Revista Saúde Equina, N.11, 1999.
6. Molento, M.B. Resistência Parasitária Em Helminthos De Equídeos E Propostas De Manejo. Ciência Rural, V.35, N.6, 1469-1477, 2005
7. Bowman, D.D.; Lynn, R.C.; Eberhard, M,L, Alcaraz, A. Parasitologia Veterinária Georgis, 8. Ed. Tamboré: Editora Malone, 2006. 422p.
8. Cavalcanti, E. T. S; Alves, L. C; Chellappa, S. Occurrence Of Endoparasites In The Southern Red Snapper, *Lutjanus Purpureus* (Osteichthyes: Lutjanidae) From The

- Coastal Waters Of Rio Grande Do Norte, Brazil. *Animal Biology Journal*. V. 4. N.2, 2013. Pp.129-136.
9. Barrère, V.; Keller, K.; Von Samson-Himmelstjerna, G. Et Al. Efficiency Of A Genetic Test To Detect Benzimidazole Resistant *Haemonchus Contortus* Nematodes In Sheep Farms In Quebec, Canada. *Parasitology International*. V.62, N.5, P.464–470, 2013b.
 10. Conder, G.A.; Campbell, W.C. Chemotherapy Of Nematode Infections Of Veterinary Importance, With Special Reference To Drug Resistance. *Advances In Parasitology*, V.35, P.1-83, 1995
 11. Blood, D.C.; Henderson, J.A. Doenças Causadas Por Helminthos Parasitas. In: Blood, D.C.; Hernderson. *Medicina Veterinária*. Rio De Janeiro: Guanabara Koogan, 1978, P.521-574
 12. Kaplan, R.M., Anthelmintic Resistance In Nematodes Of Horses. *Veterinary Research*. V.33, P.491–507, 2002
 13. Kaplan, R.M. Drug Resistance In Nematodes Of Veterinary Importance: A Status Report. *Trends In Parasitology*. V.20, P.477–481, 2004
 14. Wolstenholme, A.J. Et Al. Drug Resistance In Veterinary Helminths. . *Trends In Parasitology*, V.20, P.469–476, 2004.
 15. Berne, Robert M.; Levy, Matthew N. (Ed.). *Fisiologia*. 6. Ed. Rio De Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.
 16. Taylor, M.A., Hunt, K.R. Anthelmintic Drug Resistance In The Uk. *Veterinary Record*, V.125, P.143–147, 1989
 17. Sequeira, T.C.G.O. *Parasitologia Animal: Animais De Produção*. Rio De Janeiro: Epub, 2001. 158p
 18. Nielsen, M.K.; Kaplan, R.M.; Thamsborg, S.M.; Monrad, J.; Olsen, S.N. Climatic Influences On Development And Survival Of Free-Living Stages Of Equine

- Strongyles: Implications For Worm Control Strategies And Managing Of Anthelmintic Resistance. *The Veterinary Journal*, V. 174, N. 1, P. 23-32, 2007.
19. LICHTENFELS, J.R. et al. An Annotated Checklist By Genus And Species Of 93 Species Level Names For 51 Recognised Species Of Small Strongyles (Nematoda: Strongylidae: Cyathostominae) Of Horses, Asses And Zebras Of The World. *Veterinary Parasitology*, V.79, P. 65-79, 1998.
 20. Lyons, E. T., Drudge, J. H. & Tolliver, S. C. (2000). Larval cyathostomiasis. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 16(3):501-513.
 21. Barbosa, O. F., Rocha, U. F., Silva, G. S., Soares, V. E., Veronez, V. A., Oliveira, G. P., . . . Costa, A. J. (2001). A survey on Cyathostominae nematodes (Strongylidae, Strongylidae) in pasture bred horses from São Paulo State, Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*, 22(1):21-26.
 22. Zhu X, Chilton NB, Jacobs DE, Boes J, Gasser RB 1999. Characterisation Of *Ascaris* From Human And Pig Hosts By Nuclear Ribosomal DNA Sequences. *Int J Parasitol* 29: 469-478.
 23. Kassai, T., (1999), *Veterinary Helminthology*, Elsevier Health Science.
 24. Matthews, J. B. (2014). Anthelmintic Resistance In Equine Nematodes. *International Journal For Parasitology: Drugs And Drug Resistance*, 4(3):310-315.
 25. Love, S. & Duncan, J. L. (1991). Could The Worms Have Turned? *Equine Veterinary Journal*, 23(3):152- 154. Love, S., Murphy, D. & Mellor, D. (1999). Pathogenicity Of Cyathostome Infection. *Veterinary Parasitology*, 85(2-3):113-122.
 26. SPINOSA, Helenice De Souza; BERNARDI, Maria Martha; GÓRNIAC, Silvana Lima. *Farmacologia Aplicada A Medicina Veterinária*. 3. Ed. Rio De Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 752 P.
 27. Ferraro, C.C; Kloss, A.Ab.; Souza, D.F.; Deconto, I.; Biondo, A.W.; Molento, M.B. Prevalência Parasitológica De Cavalos Carroceiros Em Curitiba, Paraná. *Revista Brasileira De Parasitologia Veterinária*, V.17, P.175-177, 2008.
 28. Coura, J R. *Dinâmica Das Doenças Parasitárias*. Rio De Janeiro: Gunabara Koogan,2v. 2005.

29. Gordon, H.M., Whitlock, H.V., A New Technique For Counting Nematode Eggs In Sheep Faeces. J. Counc. Sci. Ind. Res. Australia, V.12, P.50–52, 1939.
30. Madeira De Carvalho, L.M. (2001). Epidemiologia E Controlo Da Estrongilidose Em Diferentes Sistemas De Produção Equina Em Portugal. Tese De Dissertação De Doutoramento. (Pp. 128-373). Lisboa: Faculdade De Medicina Veterinária - Universidade Técnica De Lisboa.
31. Oliveira, R.A. Vacinação E Vermifugação De Eqüinos No Brasil. Disponível Em: <[Http://Www.Etecjbento.Com.Br/Downloads/Antonio/Vveb.Pdf](http://www.etcjbento.com.br/downloads/antonio/vveb.pdf)>. Acesso Em: 09 Agosto 2021.
32. Thiepont, D.; Rochete, F.; Vandarijs, O. F. J. Diagnóstico De Las Helmintosis Por Meio Del Examen Coprológico. Beerse: Janssen Res. Fund., 1979. 187 P.
33. Thiepont, D.; Rochete, F.; Vandarijs, O. F. J. Diagnóstico De Las Helminthiasis Por Médio Del Examen Coprológico. Beerse: Janssen Res. Fund., (2ª edição). 1986. P. 69-89.
34. Velho, A.L.M.C.S. *Et Al.* Levantamento De Custo De Programas De Vacinação E Vermifugação Para Eqüinos No Município De Mossoró, Rn. Acta Veterinária Brasília, Mossoró, V. 1, N. 4, P. 125-129, 2007.

doi <https://doi.org/10.53934/9786599539633-143>

Capítulo 143

SAZONALIDADE DA INFECÇÃO HELMINTICA EM EQUINOS

Giordani Mascoli de Favare^{1*}; Isabela de Almeida Cipriano¹; Tábata Alves do Carmo¹; Mateus Oliveira Mena¹; Gabriel Jabismar Guelpa¹; Bruna Xavier Davi²; Ricardo Velludo Gomes de Soutello³

Mestrando(a) em Ciência e Tecnologia Animal. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena, SP; giordani.mascoli@unesp.br* ²Graduanda. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena, SP. ³Professor/ Doutor. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena, SP

RESUMO: Infecções parasitárias são extremamente importantes em equinos, devido aos prejuízos causados, e tendem a acometê-los durante toda a vida do animal. No entanto, a prevalência de helmintos pode aumentar ou diminuir, nas dependências de fatores climáticos ou susceptibilidade do hospedeiro. Diante disso, a observação da dinâmica sazonal da infecção helmíntica em equinos mantidos a pasto é de extrema importância epidemiológica. Foi possível concluir que a estação que os animais mais são acometidos pela verminose é no verão e que as categorias mais susceptíveis à infecção helmíntica são os potros e os animais idosos.

Palavras-chave: equídeos, imunidade, nematódeos, sazonal

INTRODUÇÃO

O complexo do agronegócio equino no Brasil movimenta cerca de R\$ 7,5 bilhões e gera aproximadamente de 3,2 milhões de empregos diretos e indiretos. O segmento de equinos utilizados em diversas atividades esportivas no Brasil movimenta valores da ordem de R\$ 705 milhões e emprega cerca de 20.500 pessoas, com a participação estimada de 50 mil atletas (1). Entretanto, grande parte da criação equina brasileira ainda é realizada sob regime extensivo, no qual os animais permanecem a pasto durante todo o ano, o que favorece as constantes infecções por parasitos presentes nas pastagens (2,3).

Dentre todos os fatores que devem ser levados em consideração quando o assunto é sanidade animal, o parasitismo ocupa lugar de destaque devido aos prejuízos causados, tais como perda de desempenho em animais de performance, cólicas gástricas e intestinais além de diarreia em potros. Dependendo da carga parasitária, os helmintos podem causar desde um pequeno desconforto abdominal acompanhado ou não de fraqueza, pelagem áspera, retardo de crescimento, hiporexia, anemia, cólicas, diarreias ou constipações até episódios fulminantes de cólica e morte (4). E, os equinos são apontados como sendo um dos animais mais susceptíveis a uma gama de parasitos e podem abrigar várias espécies em um mesmo momento (5).

Vários estudos em propriedades de criação de equinos em todo o mundo têm demonstrado que as populações de helmintos estão presentes em uma vasta gama de

diferentes condições geográficas e climáticas (6), pois as condições ambientais da região exercem grande impacto nas fases de vida-livre dos parasitos presentes na pastagem, que são temperatura, chuva, umidade e luz solar (7). Sendo que o pasto é o local de desenvolvimento dos ovos, eclosão e desenvolvimento das larvas e infecção do hospedeiro. A infecção helmíntica tem caráter sazonal, porém há diferença da época de ocorrência nas diferentes regiões do mundo. Dessa forma, as condições mais favoráveis nos países do Norte com clima temperado, ocorrem na primavera e outono, enquanto que nos países de clima subtropical, essas condições ocorrem durante o inverno (8). Porém, nas regiões de clima tropical, pouco se conhece sobre a dinâmica dos helmintos gastrintestinais de equinos e, esse conhecimento da biologia e epidemiologia dos ciatostomíneos tem contribuído para o controle destas parasitoses (9,10,11).

Em um inquérito no Rio de Janeiro, identificaram que a maioria dos criadores não sabem a época de maior ocorrência dos helmintos. Na mesma forma, observando as épocas de administração de anti-helmínticos em várias propriedades com rebanhos equinos no Oeste Paulista, observou uma grande variabilidade entre as épocas e frequências escolhidas para vermifugação dos seus cavalos. Ou seja, de modo geral, ainda não há uma base estratégica para o tratamento antiparasitário, sendo realizado na maioria das vezes em meses onde a aplicação não corresponde necessariamente com as épocas de maior eliminação de ovos nas fezes, e, essa utilização sem critérios das drogas pode apresentar resultados pouco satisfatórios ou ineficazes, possibilitando até o aparecimento da resistência dos helmintos aos princípios ativos utilizados. (12,13)

Mundialmente, o aparecimento da resistência aos antiparasitários se tornou uma séria ameaça para o controle das infecções por nematódeos (14). E, por isso, é imprescindível encontrar métodos de controle estratégico para conter a intensidade e severidade da infecção por ciatostomíneos. O conhecimento adequado da biologia da infecção por helmintos ainda é incompleto e, para o sucesso do controle são necessárias informações sobre a natureza sazonal da transmissão e a influência dos fatores ambientais, das diferentes regiões de estudo. A falta de conhecimento sobre a biologia básica dos helmintos dificulta o controle desses parasitos principalmente das espécies de alta prevalência (15,16,17). O conhecimento das influências climáticas no desenvolvimento e sobrevivência das larvas infectantes é crucial para a elaboração de programas de controle que ofereçam proteção efetiva e evitem o desenvolvimento da resistência aos anti-helmínticos (18).

Diante disso, esta revisão tem como objetivo avaliar a dinâmica sazonal da infecção helmíntica em equinos mantidos a pasto, a influência das diferentes características climáticas das estações do ano sobre o grau de verminose.

Principais helmintos gastrintestinais de equinos

Helmintos gastrintestinais de equinos são organismos realmente onipresentes. Estudos em propriedades de criação de equinos em todo o mundo têm demonstrado que as populações de helmintos estão presentes em uma vasta gama de diferentes condições geográficas e climáticas (6). Onde quer que os equinos pastem, as mesmas espécies de helmintos podem infectá-los. O grupo de parasita mais importante atualmente são os pequenos estrogilídeos ou ciatostomíneos, que hoje é composto por mais de 50 espécies identificadas. (19,8,14,6). Estes helmintos comprometem o peristaltismo e a conversão alimentar, formando nódulos na parede do trato gastrintestinal a cada mudança de estado larval, possuindo larvas hematófagas e adultos histiófagos. Os cyathostomíneos são os parasitas mais prevalentes e mais resistentes a anti-helmínticos em equinos jovens e

adultos (20). Eles muitas vezes compreendem 95-100% da carga parasitária total. Dependendo da idade, o restante da carga de vermes é dominada por espécies tais como *Parascaris equorum*, *Strongyloides westeri*, *Oxyuris equi* e as espécies dos grandes estrôngilos: *Strongylus vulgaris*, *S.Edentatus*, *S.Equinus*, *Triodontophorus spp.* (21).

Evolução epidemiológica do parasitismo helmíntico dos equinos

Durante décadas apenas os helmintos do gênero *Strongylus*, foram considerados altamente patogênicos, sendo considerados os “Matadores de Cavalos”, devido a sua alta incidência em casos de cólicas (22). Entretanto, um fenômeno interessante foi constatado no mundo dos parasitos no início dos anos 1990: após os ciatostomíneos tornarem-se os estrongilídeos preponderantes nos equídeos, sendo considerados também como importante causa de cólicas nesses animais, relegando para segundo plano os do gênero *Strongylus* (23).

Este fenômeno deveu-se aos seguintes fatores: Elevada capacidade de adaptação dos ciatostomíneos às drogas e estratégias de tratamentos anti-helmínticos, comprovada na sua resistência aos benzimidazóis, maior sensibilidade dos nematóides do gênero *Strongylus* à maioria do compostos anti-helmínticos (em particular às lactonas macrocíclicas), grande habilidade de prevalência em todos os equídeos nas mais diversas regiões geográficas, grande número de gêneros e espécies, diversidade na sua biologia e patogenia.(24,25,26,27)

Controle da helmintoses

O controle da verminose equina melhora o desempenho dos animais. Este pode ser feito por compostos anti-helmínticos, que em geral apresentam praticidade, eficiência e segurança. Na maioria dos plantéis, utilizam-se intensamente os compostos anti-helmínticos (Febendazol, Mebendazol, Abamectina e Ivermectina) por sua baixa toxicidade (28). Esses medicamentos anti-helmínticos constituem um grupo de compostos utilizados com fins curativos e preventivos desta classe de parasitos, que se localizam principalmente no trato gastrointestinal. (29).

Para assegurar um controle efetivo das parasitoses, os técnicos devem propor medidas sanitárias associadas a técnicas de manejo que visem reduzir a contaminação da pastagem com larvas infectantes de nematódeos (30). Porém, o controle é complexo e envolve diversos fatores como avaliação financeira do proprietário, infraestrutura das instalações, histórico da propriedade, resistências a drogas, localização geográfica e clima, manejo adotado com alimentação, números de cavalos, sistema de criação, peso e idade de cada animal, período gestacional das éguas, etc. A realização de um exame parasitológico de fezes (OPG) indicará se a base utilizada está sendo eficiente e se há um nível alto de infecção, facilitando na elaboração ou mesmo alteração de um calendário profilático (31,32). Os programas de controle anti-helmíntico devem incluir uma consulta prévia do animal, planificação das medidas a tomar, a administração dos anti-helmínticos, instauração de medidas de manejo higiênico e finalmente o acompanhamento e a avaliação da terapêutica instituída(27).

A prática de quarentena pode ser um manejo eficiente para assegurar a disseminação parasitária no rebanho. Ela consiste em manter separados e em observação os animais de nova aquisição durante um período de tempo relativamente longo (nunca menos de 20 dias) em função da enfermidade que se quer prevenir, neste caso as verminoses. Assim, poderão ser detectadas doenças parasitárias que poderiam

estar a incubar no momento da entrada no rebanho. Os locais destinados a quarentena devem ser separados a uma determinada distância das outras pastagens onde permanecem os animais já instalados na propriedade. Durante este período devem ser realizados os eventuais tratamentos anti-parasitários. (33). A falta de quarentena em animais recém-introduzidos é uma falha no manejo, que pode acarretar na introdução de cepas resistentes na propriedade (34). Nos animais adquiridos deve ser realizado um tratamento utilizando alguma classe de anti-helmíntico e só devem ser introduzidos na pastagem após os exames de contagem de ovos nas fezes (OPG) serem negativos (34).

Em relação à utilização dos medicamentos, a frequência de sua utilização pode ser de forma supressiva: tratamentos a cada 4-8 semanas, estratégica: tratamentos regulados pelas condições climáticas da região e o possível aumento do número de parasitas no animal, ou curativa: tratamentos quando o animal apresenta alta contagem de ovos nas fezes ou sinais clínicos (35). Não há no Brasil, nenhum estudo amplo a respeito da frequência de tratamento anti-helmíntico realizada em equinos, porém, há algumas recomendações técnicas de esquemas supressivos e técnicas de esquemas de tratamentos a cada dois meses. O que poderia levar rapidamente à seleção de parasitos resistentes no Brasil (36).

A sustentabilidade dos esquemas de controle da verminose equina está ameaçada pela seleção de populações de parasitos resistentes, cujo número de relatos é crescente em todo o mundo (37). Outro agravante é o fato de haver pouca perspectiva de surgimento de um novo grupo químico de anti-helmíntico para equinos (7).

Tratamento Estratégico

O tratamento estratégico envolve a desparasitação dos animais baseada na previsão das épocas de maior eliminação de ovos e maior contaminação da pastagem, de acordo com as curvas sazonais para a região ou tipo de clima (38,39). Este esquema comporta um máximo de 3 administrações anuais, dependendo da sazonalidade dos helmintos dos equinos na região abordada. A utilização de anti-helmínticos para este plano terapêutico é limitada, na medida em que caso haja resistências é impossível incluir esse fármaco na rotação. Assim, atualmente, apenas as lactonas macrocíclicas são seguras para utilizar na maioria dos casos, podendo haver populações sensíveis também ao pirantel, devendo aproveitar-se esses casos para reduzir a pressão seletiva nas lactonas, incluindo mais um princípio ativo na rotação (40).

A contagem de OPG é um ponto importante em qualquer esquema de tratamento. No entanto, em caso de rebanhos em pastejo permanente, essa prática pode não ser possível devido a limitações de manejo. Nessas situações, o tratamento estratégico torna-se uma alternativa aceitável a outros esquemas de tratamento, já que é normalmente eficaz se for planejado cuidadosamente e desde que as aplicações dos anti-helmínticos sejam bem efectuadas para minimizar subdosagens. O programa torna-se limitado em situações climáticas anormais e inesperadas, que causem uma contaminação precoce das pastagens, infectando excessivamente os animais, ou em situações de adição de novos cavalos ao rebanho que estejam altamente parasitados e contaminem anormalmente a pastagem. Por outro lado, a utilização deste plano numa população de pastejo permanente, é de difícil execução, já que normalmente são rebanhos com uma maior variabilidade na faixa etária e na fase produtiva dos animais, sendo a eficácia do tratamento influenciada negativamente pela heterogeneidade da

população alvo (40).

Tratamento Estratégico Direcionado

O tratamento estratégico, por si só, compreende algumas falhas, anteriormente mencionadas. Para suprir essa diferença de imunidade entre animais de um mesmo rebanho, foi implementada por alguns autores a realização rotineira de coprologia com contagens fecais. Os planos de tratamento supressivo e estratégico são, na realidade, tentativas de criar uma aproximação a um tratamento direcionado, considerando-se que os programas são usados em simultâneo, numa mesma exploração, agrupando-se os animais de acordo com o seu OPG e aplicando-se o programa de forma concordante (41). Por definição, um tratamento estratégico direcionado mantém a intenção de reduzir a infecção dos animais e contaminação das pastagens em épocas críticas do ciclo de vida parasitário, de acordo com as condições climáticas e de manejo.

No entanto, adiciona-se neste planejamento o objetivo de só tratar animais que exibam eliminação de ovos significativa tornando, por um lado, o plano terapêutico menos dispendioso e reduzindo, por outro, a utilização de anti-helmíntico generalizada o que baixa automaticamente a exposição das espécies passíveis de desenvolver resistências, atrasando o seu aparecimento (38,39,42)

Imunidade

A imunidade é a resposta do hospedeiro frente à infecção. No combate a infecções parasitárias, dois tipos de resposta imunológica são estimulados. A imunidade inata (presente desde o nascimento do indivíduo), desenvolve-se rapidamente (minutos e/ou horas após o contato) e não apresenta memória, assim, a sua eficiência não é aumentada ao longo do tempo, após reinfecções. E a resposta imune adquirida (desenvolvida ao longo do tempo) que possui capacidade de reconhecer e responder a uma variedade 22 ampla de moléculas estranhas, denominadas antígenos, desenvolve-se lentamente (dias e/ou semanas após o contato), apresenta memória, assim, possui maior eficiência após reinfecções (43).

O sistema imunitário é relativamente ineficaz contra helmintos, principalmente porque são parasitas muito bem adaptados e por causarem infecções moderadas e subclínicas. Apenas causam doença quando invadem hospedeiros não adaptados ou quando se encontram presentes em grande número (44,45). Alguns parasitas são capazes de se adaptar ao sistema imune, dificultando assim, o organismo do hospedeiro eliminá-los (43,46). Entretanto, quando o organismo consegue obter uma resposta imunológica eficaz, ocorre redução no desenvolvimento e mudanças na morfologia do parasita, bem como, a expulsão da população de nematódeos pelo hospedeiro, porém esta resposta imune eficiente pode gerar um custo ao metabolismo do animal (4). Essa expulsão do parasita torna-se mais eficiente em função da imunidade adquirida, em consequência de repetidas infecções do hospedeiro ao longo de sua vida (47,48).

Uma ocasião em que os animais são submetidos a uma grande diminuição de imunidade é no desmame. É amplamente registrado na literatura que o desmame, processo de separação da égua de seu potro, cessando a amamentação por completo de forma natural ou artificial, é o evento mais estressante na vida de um cavalo, e que pode causar potenciais efeitos negativos no sistema imunológico e sujeitar o potro a doenças, como a verminose. O desmame pode ser uma experiência traumática para ambos os

animais se o criador não levar em consideração alguns aspectos comportamentais, físicos e fisiológicos dos cavalos (8).

CONCLUSÕES

Foi possível concluir que a estação que os animais mais são acometidos pela verminose é no verão e que as categorias mais susceptíveis à infecção helmíntica são os potros e os animais idosos. Desta forma, um possível programa estratégico seria concentrar a administração de anti-helmínticos na primavera e no verão.

REFERÊNCIAS

1. Lima, R.A.S.; Shirota, R.; Barros, G.S.C. Estudo Do Complexo Do Agronegócio Cavalos. Piracicaba: Esalq/Usp, 2006, 250p.
2. Anualpec 2003: Anuário Estatístico Da Produção Animal. São Paulo: Fnp Consultoria E Comércio. 2003, P.380
3. Braga, F. R. Et Al. Biological Control Of Horse Cyathostomin (Nematoda: Cyathostominae) Using The Nematophagous Fungus Duddingtonia Flagrans In Tropical Southeastern Brazil. Veterinary Parasitology, V. 164, P. 335-340, 2009.
4. Lagaggio, V.R.A. Et Al. Achados De Formas Parasitárias Em Camas De Equinos Santa Mariars/Brasil. Disponível Em: . Acesso Em: 15 Maio 2007
5. Rehbein, S.; Martin, V.; Renate, W. Prevalence, Intensity And Seasonality Of Gastrointestinal Parasites In Abattoir Horses In Germany. Parasitology Research, Berlin, V. 112, N. 1, P. 407-413, 2013.
6. Nielsen, M.K. Sustainable Equine Parasite Control: Perspectives And Research Needs. Veterinary Parasitology, V.185, P.32– 44. 2012
7. Nielsen, M.K.; Nielsen, M.K.; Kaplan, R.M.; Thamsborg, S.M.; Monrad, J.; Olsen, S.N. Climatic Influences On Development And Survival Of Freelifving Room Stages Of Equine Strongyles: Implications For Worm Control Strategies And Managing Anthelmintic Resistance. Veterinary Journal, V.174, N.1, P.23-32, 2007

8. Lyons, E.T.; Drudge, J.H.; Tolliver, S.C. Larval Cyathostomiasis. *Veterinary Clinics Of North America - Equine Practice*, V. 16, P. 501-513, 2000
9. Rodrigues, M.L.A. Sobrevivência De Ovos E De Larvas Infectantes De Nematoides (Nematoda-Strongylidae) De Equinos Na Pastagem E Nas Fezes. 1989. 98p. Tese (Doutorado Em Parasitologia Veterinária). Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro, Seropédica, 1989.
10. Courtney, C. H. Seasonal Transmission Of Equine Cyathostomes In Warm Climates. *Veterinary Parasitology*, 85, Pp. 173-180, 1999.
11. Baudena, M.A.; Chapman, M.R.; French, D.D.; Klei, T.R. Seasonal Development Of Equine Cyathostome Larvae On Pasture In South Louisiana. *Veterinary Parasitology*, V.88, N.1-2, P.51-60, 2000a.
12. Martins, I. V. F. Et Al. Survey On Control And Management Practices Of Equine Helminthes Infection. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, Rio De Janeiro, V. 29, N. 3, P. 253-257, 2009
13. Vera, J. H. S., Resistência Anti-Helmíntica Em Equinos Na Região Oeste Do Estado De São Paulo, 2014. 68 F. Dissertação (Mestrado Em Zootecnia). Universidade Estadual “Júlio De Mesquita Filho”, Unesp - Campus De Dracena, Dracena. 2014.
14. Love, S. Treatment And Prevention Of Intestinal Parasite-Associated Disease. *Vet. Clin. N. Am. – Equine*, V.19, P.791–806, 2003.
15. Reinemeyer, C.R. Current Concerns About Control Programs In Temperate Climates. *Veterinary Parasitology*, V.85, N.2-3, P.163-172, 1999.
16. Chapman, M.R.; French, D.D.; Klei, T.R. Prevalence Of Strongyle Nematodes In Naturally Infected Ponies Of Different Ages And During Different Seasons Of The Year In Louisiana. *Journal Of Parasitology*, V.89, N.2, P.309-314, 2003
17. Matthews, J. B. Facing The Threat Of Equine Parasitic Disease. *Equine Veterinary Journal*, London, V. 43, N. 2, P. 126-132, Feb. 2011

18. Saes, I. L. Time Required By Different Anthelmintics To Reach Expected Efficacy Level In Horses Infected By Strongyles. Elsevier. *Veterinary Parasitology* 229, 20016.
19. Lichtenfels, J.R. An Annotated Checklist By Genus And Species Of 93 Species Level Names For 51 Recognised Species Of Small Strongyles (Nematoda: Strongyloidea: Cyathostominae) Of Horses, Asses And Zebras Of The World. *Veterinary Parasitology*, V.79, P.65–79, 1998
20. Barbosa, O. F.; Rocha, U. F.; Costa, A. J.; Silva, G. S.; Landim, V. J. C.; Soares, V. E.; Veronez, V. A. A Survey On The Cyathostomine Nematodes (Strongylidae, Strongylidae) In Pasture Breed Horses Of The North East Of São Paulo State, Brazil. *Semina, Ciências Agrárias, Londrina*, V. 22, N.1, P. 21-28, 2001.
21. Gasser, R. B.; Williamson, R. M. C.; Beveridge, I. *Anoplocephala Perfoliata* Of Horses: Significant Scope For Further Research Improved Diagnosis And Control. *Parasitology*, V. 131, P. 1–13
22. Kester, W. O. *Strongylus Vulgaris*-The Horse Killer. *Modern Veterinary Practice*, V. 56, P. 569-572, 1975.
23. Uhlinger, C. Effects Of Three Anthelmintic Schedules On The Incidence Of Colic In Horses. *Equine Veterinary Journal*, V.22, N.4, P.251-254, 1990.
24. Dipietro, J.A.; Hutchens, D.E.; Lock, T.F. Clinical Trial Of Moxidectin Oral Gel In Horses. *Veterinary Parasitology*, V.72, P.167–177, 1997.
25. Klein, T. R.; Chapman, M. R. Immunity In Equine Cyathostome Infections. *Veterinary Parasitology*, V. 85, N. 2, P. 123-136, 1999.
26. Love, S.; Duncan, J. L. Could The Worms Have Turned?. *Equine Veterinary Journal*, V. 23 N. 3, P. 152-154, 1991
27. Madeira De Carvalho, L.M. Os Equídeos Em Portugal: De Animais De Produção A Animais De Companhia. II – Implicações No Diagnóstico E No Controlo Das Parasitoses Gastrointestinais. *Medicina Veterinária (Revta. Da Aefmv)*, Nº 62, 13-24, 2006^a
28. Molento, M.B. Resistência Parasitária Em Helminhos De Equídeos E Propostas De Manejo. *Ciência Rural*, V.35, N.6, 1469-1477, 2005

29. Spinosa. Farmacologia Aplicada À Medicina Veterinária. 3 Ed. Rio De Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. P.752.
30. Amarante, A. F. T., Bricarello, P. A., Rocha R. A. Et Al. Resistance Of Santa Ines, Sulffolk And Ile The France Lambs To Naturally Acquired Gastrointestinal Nematode Infection. Veterinary Parasitology, V.120, P.91-106, 2004.
31. Velho, A.L.M.C.S. Et Al. Levantamento De Custo De Programas De Vacinação E Vermifugação Para Equinos No Município De Mossoró, Rn. Acta Veterinária Brasília, Mossoró, V. 1, N. 4, P. 125- 129, 2007
32. Oliveira, R.A. Vacinação E Vermifugação De Equinos No Brasil. Disponível Em: . Acesso Em: 14 Jan 2012
33. Rodríguez, F. P.; Genís, J. M.; Guerrero, Y. M.; Guerrero, J.L.; Aldea, M. J.; Redondo, P. G. Bases De La Producción Animal. Córdoba: Servicio De Publicaciones De La Universidad De Córdoba, 2003
34. Torres A.; Costa J.F.J.; Hoste H. Alternative Or Improved Methods To Limit Gastro-Intestinal Parasitism In Grazing Sheep And Goats. Small Rumin. Res., V. 77, P. 159-173, 2008.
35. Sangster, N.C. A Practical Approach To Anthelmintic Resistance. Equine Veterinary Journal, V.35, P.218-219, 2003.
36. Borges, A.F; Nakamura, A.Y; Almeida, G. D; Cadamuro, V.H.A. Eficácia De Formulações Anti-Helmínticas Comerciais Em Equinos No Município De Douradina, Paraná. Ciência Animal Brasileira, Goiânia, V.11, N.3, P. 618-622, Jul./Set. 2010
37. Kaplan, R.M. Drug Resistance In Nematodes Of Veterinary Importance: A Status Report. Trends In Parasitology, V. 20, N.1), P. 477-481, 2004.
38. Proudman, C.; Matthews, J. Control Of Intestinal Parasites In Horses. In Practice, London, V. 22, N. 2, P. 90-97, 2000.
39. Madeira De Carvalho Lm. Epidemiologia E Controlo Da Estrongilidose Em Diferentes Sistemas De Produção Equina Em Portugal. 2001. 128-373.P. [Tese De

- Doutorado] - Faculdade De Medicina Veterinária -Universidade Técnica De Lisboa, Lisboa, 2001.
40. Reis, P. M. C. Epidemiologia E Controlo Do Parasitismo Gastrintestinal Em Éguas E Seus Poldros Numa Exploração Do Ribatejo. 2011. 117. Dissertação. Universidade Técnica De Lisboa, Faculdade De Medicina Veterinária.
 41. True, C. K., Dewitt, S. F., Dennison, L. F., Bashton, E. F., Fulton, C. M., & Berry, D. B. How To Implement And Internal Parasite-Control Program Based On Fecal Egg Counts. Proceedings Of The 56th Annual Convention Af The American Association Of Equine Practitioners (Pp. 258-260). Baltimore, Maryland, Usa: International Veterinary Information Service (Www.Ivis.Org), 2010.
 42. Reinemeyer, C. R. Diagnosis And Control Of Anthelmintic-Resistant Parascaris Equorum. Parasites & Vectors, London, V. 2, N. 2, P. 1-8, 2009.
 43. Tizard, I. R., Imunologia Veterinária, 5 Ed., São Paulo: Elsevier, 587 P., 2008.
 44. Tizard, I. R. Veterinary Immunology: An Introduction, Saunders, 2004.
 45. Day M. J. Veterinary Immunology: Principles And Practice, Manson Publishing, 2010.
 46. Balic, A., Cunningham, C.P., Meeusen E.N. Eosinophil Interaction With Haemonchus Contortus Larvae In The Ovine Gastrointestinal Tract. Parasite Immunol. V.28, P.107-115, 2006
 47. Miller, H.R.P. The Protective Mucosal Response Against Gastrointestinal Nematodes In Ruminants And Laboratory Animals. Vet. Parasitol., V.6, P.167-259, 1984.
 48. Balic, A., Bowles, V.M. And Meeusen E.N.T Cellular Profile In The Abomasal Mucosa And Lymph Node During Primary Infection With Haemonchus Contortus In Steep. Veterinay Immunology Immunopathology V.75, P.109-120, 2000.

doi <https://doi.org/10.53934/9786599539633-144>

Capítulo 144

SISTEMA SILVIPASTORIL COMO ESTRATÉGIA DE CONTROLE DO ESTRESSE TÉRMICO EM BOVINOS LEITEIROS: UMA BREVE REVISÃO

Joice Fátima Moreira Silva¹; Maria Isabela Moreira Silva²; Felipe Almeida Soares³; Guilherme Alves Do Val⁴; João Carlos de Carvalho Almeida⁵; Argemiro Sanavria⁶; Geraldo Márcio da Costa⁷

¹Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias – PPGCV - UFLA; E-mail: joicefmsbt@gmail.com, ²Estudante do curso de Zootecnia – Departamento de Zootecnia – IFET Sudestes de MG, Campus Rio Pomba. E-mail: isabelamoreira794@gmail.com, ³Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – DZO - UFV. E-mail: felipesoaresa@gmail.com, ⁴Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UNESP Jaboticabal. E-mail: guilhermealvesdoval@hotmail.com, ⁵Docente Titular no Departamento de Nutrição Animal e Pastagens – DNAP/IZ – UFRRJ. E-mail: joacarlosbq@gmail.com, ⁶Docente Titular no Departamento de Epidemiologia e Saúde Pública – DESP/IV – UFRRJ. E-mail: argemiroсанаврия@yahoo.com.br, ⁷Docente Associado no Departamento de Medicina Veterinária – DMV – UFLA. E-mail: gmcosta@ufla.br

RESUMO: Os efeitos deletérios ocasionados pelo estresse térmico em vacas leiteiras resultam em modificações fisiológicas e comportamentais, que culminam na redução da produção de leite e no desempenho reprodutivo, o que compromete o potencial econômico das fazendas. O sistema de produção de leite a pasto submete os animais à influência climática do ambiente ao qual estão expostos, os deixando ainda mais susceptíveis aos problemas relativos ao calor excessivo, principalmente em regiões de clima tropical. Nessas condições, o uso do sombreamento pode contribuir para a redução da radiação direta incidente nos animais, o que favorece o comportamento de pastejo e o controle homeotérmico dos bovinos. Os sistemas silvipastoris (SSP) constituem uma importante ferramenta que permite conciliar a produção de leite a pasto sem perdas por estresse térmico. O sombreamento promovido pelo componente arbóreo do SSP permite um microclima favorável à manutenção do conforto térmico aos animais. O emprego deste sistema contribui para o aumento da produtividade devido à promoção do bem-estar animal, à oferta de forragem de elevada qualidade, e outras interações fisiológicas, como melhor resposta imunológica das vacas a eventos adversos. Este artigo revisa a importância do sistema silvipastoril como alternativa ao controle do estresse térmico em vacas leiteiras criadas a pasto.

Palavras-chave: bem-estar animal; estresse calórico; produção de leite a pasto; sistemas silvipastoris; termorregulação

INTRODUÇÃO

A produção de leite a pasto se estabelece no Brasil devido aos baixos custos de manutenção do rebanho à base de pastagem e do uso de recursos forrageiros de elevada qualidade (1). Este sistema de criação submete os animais à influência climática do ambiente ao qual estão expostos, os deixando em susceptibilidade aos problemas relativos às intempéries climáticas (2).

Por outro lado, a adaptação de vacas leiteiras de alta produtividade ao clima tropical é problemática. As condições ambientais, caracterizadas por elevada temperatura e intensa radiação solar nos trópicos, reduzem a capacidade de expressão do potencial produtivo desses animais. Este fato é especialmente importante para as raças de origem europeia (*Bos taurus*), por possuírem menor capacidade de transpiração e maior taxa metabólica em relação às vacas de origem indiana (*Bos indicus*) (3; 4).

Em bovinos menos adaptados, a temperatura e a umidade relativa do ar elevadas causam desconforto podendo cursar, até mesmo, com a morte desses animais (5). Além disso, o calor excessivo reduz a ingestão de matéria seca e, em contrapartida, aumenta o gasto de energia para a manutenção da homeotermia (6). Por consequência, sua produtividade sofre influência de modificações fisiológicas e comportamentais ocasionadas pelo estresse térmico, culminando em redução na produção de leite e no desempenho reprodutivo (7), o que compromete significativamente o potencial econômico das propriedades produtoras de leite.

Em países tropicais e subtropicais, o principal fator a ser considerado para garantir conforto aos animais é a redução dos efeitos ocasionados pelo estresse térmico, já que as condições climáticas nessas regiões são desafiadoras para os produtores (8; 4). Nessas condições, o uso do sombreamento para evitar ou amenizar o estresse térmico é recomendado, devido a redução da radiação direta incidente nos animais. O conforto animal advindo da sombra favorece o comportamento de pastejo e o controle homeotérmico dos bovinos nos sistemas de produção a pasto (9).

Os sistemas silvipastoris (SSP) constituem uma importante ferramenta que permite conciliar a produção de leite a pasto sem perdas por estresse térmico. O sombreamento promovido pelo componente arbóreo permite um microclima favorável à manutenção do conforto térmico aos animais. Além disso, com a implantação de um SSP é possível diversificar a produção, permitindo um acréscimo na renda do produtor através da associação entre a produção de leite e a produção de árvores frutíferas ou lenhosas, e também promover a recuperação e sustentabilidade das pastagens (10).

Este artigo revisa a importância do sistema silvipastoril como alternativa ao controle do estresse térmico em vacas leiteiras criadas a pasto.

TERMORREGULAÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS EM REGIÕES TROPICAIS

Homeotermia e Zona Termoneutra

A homeotermia consiste na manutenção da temperatura interna do corpo aproximadamente constante, mesmo que a temperatura ambiental varie dentro de determinados limites (11). Para o organismo se manter homeotérmico é necessário o equilíbrio entre a termogênese e a termólise, o que ocorre através das alterações fisiológicas, metabólicas e comportamentais, de modo a manter a homeostase orgânica e reduzir as consequências adversas da hipotermia ou da hipertermia (4).

No processo de ajuste térmico o animal estabelece prioridades. Funções menos vitais, como produção e reprodução, são afetadas negativamente quando a intensidade e duração dos estressores ambientais superam sua capacidade compensatória (12). Neste

contexto, o centro termorregulador é responsável pelo controle da temperatura dos animais homeotérmicos. Ele detecta as variações do ambiente térmico, como temperatura, umidade relativa, velocidade do ar e intensidade da radiação solar (13; 11).

A zona de termoneutralidade, ou zona de conforto térmico, corresponde à determinada faixa de temperatura ambiente, a qual os animais apresentam mínima mobilização dos mecanismos termorreguladores (14). Dentro destes limites, o animal não é afetado pelo calor ou frio, ocorrendo o mínimo estresse calórico possível (4). Segundo Silva et al. (11), a zona de termoneutralidade permite que o animal expresse sua capacidade produtiva, sem requerer qualquer resposta fisiológica. Portanto, fora destes limites térmicos, funções comportamentais, fisiológicas e imunológicas são prejudicadas, comprometendo o desempenho e a saúde dos animais (14; 4).

Diversos fatores influenciam a zona de termoneutralidade, como a idade do animal, espécie, raça, nível e sistema de produção, consumo alimentar, pelagem, entre outros (15). Para bovinos leiteiros a zona de conforto térmico se encontra na faixa de 5 a 25°C (14). Contudo, existem diferenças térmicas adaptativas entre animais de origem europeia (*Bos taurus*) e indiana (*Bos indicus*). As raças de origem europeia foram selecionadas em condições de clima temperado e estão adaptadas aquele ambiente climático. Portanto, para estes animais o conforto térmico se estabelece em temperaturas que podem variar de -1 a 16 °C (16).

Ainda assim, em ambientes tropicais existem diferenças entre raças taurinas que foram adaptadas a estas condições, como em rebanhos de raças europeias que foram introduzidos no Brasil por colonizadores e que se adaptaram ao clima adverso por meio da seleção natural (17). Neste cenário, em vacas holandesas o consumo de matéria seca e a produção de leite são afetados quando a temperatura ambiente atinge a faixa de 24 a 26°C, enquanto que para vacas da raça Jersey isso ocorre na faixa de 27 a 29°C, e de 29,5°C para animais da raça Pardo-Suíça (18).

Em contrapartida, as raças zebuínas apresentam maior tolerância ao calor, por serem originárias de regiões tropicais. A zona de termoneutralidade em *Bos indicus* varia de 10 a 27°C, com temperatura crítica mínima de 0°C e máxima de 35°C (18). Características inerentes aos zebuínos, como menor produção de calor metabólico, e melhor capacidade de termólise, devido ao elevado número de glândulas sudoríparas, garantem a estes animais maior tolerância ao calor em comparação aos taurinos (19).

Mecanismos de Dissipação de Calor

A susceptibilidade dos bovinos ao estresse térmico aumenta à medida em que a umidade relativa do ar e a temperatura ambiente ultrapassam a zona de conforto térmico, desencadeando reações inespecíficas (11). Segundo Roth (20), quando um animal se encontra em estresse são necessários ajustes extremos em sua fisiologia e comportamento para adaptação às adversidades ambientais e de manejo. A adaptação envolve uma série de respostas neuroendócrinas, fisiológicas e comportamentais para a garantia do equilíbrio de suas funções e interação desses três sistemas (20; 4).

Como estratégia de termorregulação, os bovinos tendem a manter a temperatura corporal interna mais elevada que a ambiental, para promover um fluxo de calor entre o organismo e o ambiente externo (21). Para tal função, deve haver um equilíbrio entre a produção e a perda de calor (22). Quando a temperatura ambiental se eleva, chegando próxima à temperatura corporal, a eficiência de perda de calor é reduzida devido ao menor gradiente de calor dissipado por processos evaporativos. Por outro lado, quando a

temperatura externa ultrapassa os limites fisiológicos vários mecanismos são acionados para a promover a perda calórica e estabelecer o equilíbrio térmico (21).

A normotermia, manutenção da temperatura corporal, ocorre por processos de troca entre o animal e seu ambiente (23). Segundo Hansen (24), existem quatro principais mecanismos de troca de calor responsáveis pelo controle do estresse térmico: condução, radiação, convecção e evaporação. Além disso, outras características inerentes à espécie, raça e indivíduo (quantidade de glândulas sudoríparas, capacidade de sudorese, cor da pelagem e dos pelos etc.) também são importantes.

Os bovinos perdem calor principalmente por condução, evaporação e radiação (25). A condução é caracterizada como o processo de troca de calor com o ambiente por contato direto à uma superfície mais fria (21). A radiação ocorre quando o calor é removido sem contato direto, por troca de calor sensível através de ondas eletromagnéticas (26) Por fim, a evaporação é caracterizada pela perda de calor de forma evaporativa pela pele, através da sudorese, e pelo aparelho respiratório, via pulmões, com a água passando do estado líquido para o de vapor (21).

A evaporação é o principal mecanismo termolítico para vacas holandesas criadas em clima tropical (27). Maia et al. (28) estudaram a perda de calor latente nesses animais e observaram que dentro da faixa de temperatura de 10 a 20°C a evaporação cutânea é responsável por 20-30% da perda total de calor, sendo os mecanismos sensíveis (radiação) responsáveis pela eliminação do restante. Segundo os autores, a partir do momento em que a temperatura do ar se encontra por volta de 34°C a evaporação cutânea corresponde a cerca de 85% da transferência de energia térmica.

Bovinos em estresse térmico irão desencadear uma série de respostas comportamentais e fisiológicas para manter a homeostase (4). Uma das primeiras respostas do animal é a mudança do seu comportamento. Para reduzir a produção de calor endógeno, os animais interrompem suas atividades, permanecem mais tempo em estação para expor maior superfície corporal e dissipar calor, aumentam o tempo em ócio e procuram locais que proporcionem sombra e vento (29).

Para manter a homeostase em situações de estresse térmico, mecanismos fisiológicos como o aumento de sudorese, frequência respiratória e cardíaca também são desencadeados (30). De acordo Muller (31), em ambientes com temperatura acima de 23,8°C o animal reduz o consumo e a produção, e eleva a frequência respiratória e a temperatura retal, afim de promover maior troca de calor com o ambiente.

INDICADORES DE ESTRESSE TÉRMICO

Diversos indicadores de estresse térmico em bovinos foram propostos, tendo como base a medição de fatores meteorológicos, como o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) (32), Índice de Umidade do Globo Negro (33), Índice de Temperatura Equivalente (34), Índice de Temperatura Ajustada (5), Índice de Carga de Valor (35), Índice Climático Abrangente (36) e Índice de Estresse Térmico para Vacas (37).

Dentre todos, o mais utilizado para vacas a pasto é o ITU (38). Este indicador foi desenvolvido por Thom (39) como índice de conforto térmico para humanos e tem sido utilizado para descrever o conforto de bovinos. Ele incorpora os efeitos da temperatura ambiente com a umidade relativa. Segundo Du Preez et al. (40), a produtividade de vacas leiteiras não é afetada quando o ITU permanece na faixa de 35 a 72 unidades. Hahn (41) classificou os níveis de estresse por calor nos seguintes intervalos de ITU: <74 -normal, 75

a 78 -alerta, 79 a 83 -perigo e > 84 -emergência. Comparativamente, De Rensis et al. (42) definiu ITU <68 como fora da zona de perigo térmico para vacas.

ESTRESSE TÉRMICO E PRODUÇÃO DE LEITE

Em regiões tropicais, a temperatura ambiental e umidade relativa elevadas preocupam os produtores de leite, pois o estresse por calor causa a queda na produção e perdas econômicas significativas (43). O estresse térmico pode comprometer 17% da produção de leite em vacas que produzem 15 kg de leite/dia e 22% em vacas que produzem 40 kg de leite/dia (44).

A redução na produção de leite se deve a diminuição no consumo de matéria seca (MS) (45; 46), à hipofunção da glândula tireóide e à perda de energia que é destinada a eliminar o calor corporal excessivo. Quanto mais intenso é o estresse térmico, maior a redução no consumo de alimentos e, segundo Baccari Jr. (46), isso ocorre em decorrência da inibição do centro do apetite localizado no hipotálamo pelo calor em animais com hipertermia. Um ponto a ser considerado em relação à redução no consumo de MS é que, em condições de estresse térmico, os animais aumentam a ingestão de água (8) e, em paralelo, ocorre um aumento no fluxo sanguíneo periférico a fim de diminuir a temperatura corporal, o que provoca diminuição na absorção de nutrientes e, conseqüentemente, redução na disponibilidade dos mesmos à glândula mamária (45).

Pires et al. (47) relataram que vacas holandesas utilizam mecanismos para reduzir a produção de calor metabólico excedente que afetam direta ou indiretamente a produção de leite, como diminuição no tempo de alimentação e ruminação, e aumento do tempo de ócio para a dissipação do calor. Campos et al. (48) relataram uma redução na produção de leite conseqüente da diminuição no consumo de alimentos quando submetem os animais à temperatura de 32°C e a umidade relativa (UR) entre 20 a 45%. Isso foi atribuído a diferença de 25 % na umidade relativa (20 a 45%), que provocou uma inibição do resfriamento evaporativo nos bovinos resultando no aumento da temperatura retal.

Em relação à produção de leite após o estresse térmico, segundo Titto (49), a recuperação é lenta e varia de acordo com a intensidade do estresse sofrido, podendo, até mesmo, comprometer toda a lactação do animal. A adoção de ferramentas que amenizem os efeitos do estresse térmico sobre a produção e qualidade do leite nos sistemas a pasto é necessária. Essas medidas devem preconizar o conforto térmico a partir das características climáticas da região, das características de raça, pelame e produção dos animais do rebanho e, por fim, da relação custo-benefício (50).

SISTEMA SILVIPASTORIL (SSP)

O SSP se baseia na produção, dentro de uma mesma unidade de manejo, de árvores, animais e pastagem, no qual deve haver tanto interações ecológicas quanto econômicas (51). Este sistema representa uma forma de uso da terra onde as atividades silviculturais e pecuárias são combinadas, para gerar produção de forma complementar através da interação dos seus componentes (52). Dentre as principais vantagens na adoção desse sistema, o conforto térmico para os animais advindo do sombreamento e a ciclagem de nutrientes no solo apresentam grande importância.

A recuperação de pastagens degradadas é um dos objetivos dos sistemas silvipastoris, visto que 80% dos 50 a 60 milhões de hectares de pastagens cultivadas no Brasil Central encontram-se em algum grau de degradação (53). A arborização tem sido considerada eficiente para promover a sustentabilidade de pastagens em regiões de

pecuária leiteira. As árvores podem controlar a erosão, melhorar a fertilidade do solo e a qualidade da forragem (51). Além disso, ocorre uma amortização dos custos de implantação com as receitas futuras geradas pela comercialização da espécie arbórea.

A arborização com o uso de espécies adequadas pode aumentar a produção e qualidade das forrageiras e melhorar o desempenho dos animais em ganho de peso, lactação, sanidade e reprodução (54). Isto se deve à melhoria do microclima para animais e para as plantas (55), além da ciclagem de nutrientes pelas árvores.

Como consequências da implantação do SSP podem ser citados benefícios socioeconômicos - tais como: oferta de subprodutos florestais, agregação de valor na área, geração de empregos - e ambientais - tais como: sequestro de carbono, conservação dos recursos hídricos, recuperação de solos degradados, amenização do clima, melhoria no equilíbrio ecológico local (56), conservação do solo, melhoria na atividade biológica do solo, recuperação da biodiversidade funcional, entre outros benefícios.

A escolha do espaçamento entre plantas e entre linha na implantação de um SSP tem grande importância, pois o espaçamento influencia as variáveis biológicas das árvores (altura, diâmetro, copa, qualidade da madeira, área basal e volume), do pasto (produção de forragem, composição química e estrutural), operacionais (preparo do solo, tratamentos silviculturais, desbastes e colheita), do nível de sombreamento e microclima favorável ao bem-estar animal e, conseqüentemente, os custos de produção (57).

Sistema silvipastoril (SSP) como estratégia de climatização

Segundo Rivera-Herrera (58), o sistema silvipastoril aumenta de duas a cinco vezes a produção de carne e leite, devido a maior disponibilidade de matéria seca na pastagem, energia e minerais. Também é responsável por diminuir o teor de fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA), devido às melhorias físicas e químicas do solo, aumentando a eficiência na fermentação ruminal. O sombreamento proporcionado pelo SSP, além de preservar o meio ambiente, favorece o conforto e reduz o estresse térmico de vacas leiteiras, refletindo em melhor desempenho animal (59).

O SSP proporciona um ambiente de conforto térmico favorável a vacas mestiças leiteiras no inverno e verão, já que esses animais apresentam o mesmo tempo de pastejo, ruminação e ócio em ambas as estações dentro deste sistema (60). Segundo Leme et al. (61), neste sistema de criação, embora os animais passem cerca de 69% do tempo à sombra durante a estação verão, parte deste tempo é destinada ao pastejo, o que resulta no aumento do consumo de matéria seca e, conseqüente, do desempenho produtivo dos animais. Em contrapartida, em áreas desprovidas de sombreamento ocorre redução no consumo de alimento, devido ao estresse térmico, e queda na produtividade de leite.

Neste mesmo trabalho, realizado por Leme et al. (61), os autores verificaram que os animais ficavam períodos de tempo iguais ($P > 0,05$) tanto à sombra quanto ao sol quando deitavam para descansar, independente da estação do ano, o que foi atribuído à dispersão das árvores no piquete do experimento. Sendo assim, foi inferido ao SSP a capacidade de amenizar as variações climáticas ao redor das sombras criadas pelas copas das árvores. Os autores verificaram que no turno da tarde, durante o verão, houve redução de 6,5°C sob a copa das árvores, quando comparadas à pastagem a pleno sol.

Guiselini et al. (62) avaliaram os efeitos do sombreamento no conforto térmico de bovinos, utilizando quatro espécies de diferentes árvores: santa bárbara (*Melia azedarach*), leucena (*Leucaena leucocephala*), chapéu de sol (*Terminalia catappa*) e o bambu (*Bambusa vulgaris*). Estes autores relataram que o bambu apresentou resultados favoráveis ao conforto térmico nas horas mais quentes do dia comparado a leucena ($P < 0,05$). Contudo,

não houve diferença estatística ($P>0,05$) entre o bambu e as outras duas espécies utilizadas. Estes autores inferiram que árvores não raleadas e com densas copas conferem condições de bom conforto térmico aos animais.

Devido às mudanças climáticas a temperatura ambiente tem aumentado e destacado a importância da proteção dos animais contra a radiação solar (59). Sendo assim, o SSP pode ser benéfico na mitigação destes efeitos, principalmente quando a implantação de fileiras das árvores é mais próxima, pois ajuda na redução da incidência solar. Pezzopane et al. (55) recomendam a implantação de SSP em linhas triplas e distanciamento de 2,5 m entre as árvores e de 2,5 m entre fileiras para proporcionar um maior conforto térmico aos animais.

CONCLUSÃO

Em condições de estresse térmico, os bovinos apresentam redução no consumo de alimentos, redução na produção de leite, e alterações fisiológicas diversas como estratégia à termorregulação. A utilização do SSP como alternativa à climatização contribui para a diminuição do estresse calórico, propiciando aos animais condições de conforto térmico para que possam expressar seu potencial produtivo. Sendo assim, o emprego deste sistema contribui para o aumento da produtividade animal em decorrência do bem-estar, da oferta de forragem de elevada qualidade e de outras interações fisiológicas, como melhor resposta imunológica dos animais a eventos adversos.

Além disto, a implantação do SSP possibilita a diversificação de renda na propriedade rural, pela comercialização da madeira, lenha e frutos. Do mesmo modo, este sistema é uma importante alternativa ao cultivo da terra de forma sustentável, principalmente no que se refere a sua capacidade de recuperação de pastagens degradadas.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS

- 1 - Silva HA, Koehler HS, Moraes A, Guimarães VDA, Hack E, Carvalho PCF. Análise da viabilidade econômica da produção de leite a pasto e com suplementos na região dos Campos Gerais-Paraná. *Ciência Rural*. 2008; 445:450-38.
- 2 - Cattalam J, Do Vale MM. Estresse térmico em bovinos. *Rev. Port. Ciênc. Vet.* 2013; 96:102-108.
- 3 - Melo AF, Moreira JM, Ataídes DS, Guimarães RAM, Loiola JL, Sardinha HC. Efeitos do estresse térmico na produção de vacas leiteiras: Revisão. *Pubvet*. 2016; 721:730-10.
- 4 - Daltro AM, Bettencourt AF, Ximenes CAK, dos Santos Daltro D, dos Santos Pinho AP. Efeito do estresse térmico por calor na produção de vacas leiteiras. *Pesq. agropec. gaucha*. 2020; 288:311-26.

- 5 - Mader TL, Davis Ms, Brown-Brandl T. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 2006; 712:719-84.
- 6 - Mader TL, Dahlquist JM, Hahn GL, Gaughan JB. Shade and wind barrier effects on summertime feedlot cattle performance. *J. Anim. Sci.* 1999; 2065:2072-77.
- 7 - Boonkum W, Misztal I, Duangjinda M, Pattarajinda V, Tumwasorn S, Sanpote J. Genetic effects of heat stress on milk yield of Thai Holstein crossbreds. *J. Dairy Sci.* 2011; 487:492-94.
- 8 - Perissinotto M, Moura DJ, Matarazzo SV, da Silva IJ, de Lima KA. Efeito da utilização de sistemas de climatização nos parâmetros fisiológicos do gado leiteiro. *Eng. Agríc.* 2006; 663:671-26.
- 9 - Glaser FD. Aspectos comportamentais de bovinos das raças Angus, Caracu e Nelore a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão [tese]. Pirassununga: Universidade de São Paulo; 2008.
- 10 - Dias-Filho MB. Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens degradadas. Embrapa Amazônia Oriental-Documentos. Belém: Infoteca-E; 2006.
- 11 - Silva JCPM. Bem-estar do Gado Leiteiro. Viçosa: Aprenda Fácil; 2012.
- 12 - Bertipaglia ECA, Silva RGD, Cardoso V, Maia ASC. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de características do pelame e de desempenho reprodutivo de vacas holandesas em clima tropical. *R. Bras. Zootec.* 2007; 350:359-36.
- 13 - Cruz LV, Angrimani DDS, Rui BR, Silva MA. Efeitos do estresse térmico na produção leiteira: revisão de literatura. *Ver. Cie. Elet. Med. Vet.* 2011; 9.
- 14 - Anderson SD, Bradford BJ, Harner JP, Tucker CB, Choi CY, Allen JD. Effects of adjustable and stationary fans with misters on core body temperature and lying behavior of lactating dairy cows in a semiarid climate. *J. Dairy Sci.* 2013; 4738:4750-96.
- 15 - Azevedo M, Pires MFÁ, Saturnino HM, Lana ÂMQ, Sampaio IBM, Monteiro JBN. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras $1/2$, $3/4$ e $7/8$ Holandês-Zebu em lactação. *R. Bras. Zootec.* 2005; 2000:2008-34.
- 16 - Azevêdo DMMRA, Alves AA. Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos. Teresina: Embrapa Meio-Norte; 2009.
- 17 - McManus C, Prescott E, Paludo GR, Bianchini E, Louvandini H, Mariante AS. Heat tolerance in naturalized Brazilian cattle breeds. *Liv. Sci.* 2009; 256:264-120.
- 18 - PEREIRA JCC. Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal. Belo Horizonte: FEPMVZ; 2005.
- 19 - De Souza BB, Batista JN, Borges LD, Lima LA, Da Silva EMN. Termorregulação em ruminantes. *Agropecuária Científica no Semiárido.* 2015; 39:46-11.

- 20 – Roth Z. Effect of heat stress on reproduction in dairy cows: insights into the cellular and molecular responses of the oocyte. *Annu. Ver. Anim. Biosci.* 2017; 151:170-5.
- 21 – Ferreira AM. Manejo Reprodutivo de Bovinos Leiteiros: práticas corretas e incorretas, casos reais, perguntas e respostas. Juiz de Fora: Editar; 2012.
- 22 – Barbosa OR, Boza PR, Santos GT, Sakagushi ES, Ribas NP. Efeitos da sombra e da aspersão de água na produção de leite de vacas da raça Holandesa durante o verão. *Acta Sci.* 2004; 115:122-26.
- 23 – Azevêdo DMMR, Alves AA, Feitosa FS, Magalhães JÁ, Malhado CM. Adaptabilidade de bovinos da Raça Pé-duro às condições climáticas do Semi-Árido do Estado do Piauí. *Embrapa Meio-Norte-Artigo em periódico indexado.* 2008.
- 24 – Hansen PJ. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to termal stress. *Animal Reproduction Science.* 2004; 349:360-82.
- 25 – Nóbrega GH, Silva EMN, Souza BB, Mangueira JM. A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. *Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável.* 2011; 67:73-06.
- 26 – Baêta FC, Souza CF. *Ambiência em edificações rurais - conforto animal.* 2. ed. Viçosa: Editora da UFV; 2010.
- 27 – Blackshaw JK, Blackshaw AW. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behavior: a review. *Aust. J. Exp. Agric.* 1994; 285:295-34.
- 28 - Maia ASC, Loureiro CB. Sensible and latent heat loss from the body surface of Holstein cows in a tropical environment. *Int. J. Biometeorol.* 2005; 17:22-50.
- 29 - Spencer HA. Management strategies to mitigate the negative effects of heat stress on production and reproduction in dairy cattle. *R. Bras. Zootec.* 2011; 389:395-40.
- 30 - Soriani N, Panella G, Calamari L. Rumination time during the summer season and its relationships with metabolic conditions and milk production. *J. Dairy Sci.* 2013; 5082:5094-96.
- 31 - Müller PB. *Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos.* Porto Alegre: Sulina; 1989.
- 32 – Thom EC. The discomfort index. *Journal Weatherwise.* 1959; 12.
- 33 – Buffington DE, Collier RJ, Canton GH. Shade management systems to reduce heat stress for dairy cows in hot, humid climates. *Trans. of the ASAE.* 1983; 1798:1802-26.
- 34 – Baêta FC, Souza CF. *Ambiência em edificações rurais: conforto animal.* Viçosa: Editora UFV; 1997.
- 35 – Gaughan JB, Mader TL, Holt SM, Lisle A. A new heat load index for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 2008; 226:234-86.

- 36 – Mader TL, Gaughan JB, Johnson LJ, Hahn GL. Tympanic temperature in confined beef cattle exposed to excessive heat load. *Int. J. Biometeorol.* 2010; 629:635-54.
- 37 - Silva RG, Maia ASC, Macedo Costa, LL. Index of thermal stress for cows (ITSC) under high solar radiation in tropical environments. *Int J Biometeorol.* 2015; 551:559-59.
- 38 – Kaufman JD, Saxtom AM, Ríus AG. Short communication: Relationships among temperature-humidity index with rectal, udder surface, and vaginal temperatures in lactating dairy cows experiencing heat stress. *J. Dairy Sci.* 2018; 6424:6429-101.
- 39 – Thom EC. Cooling degrees - days air conditioning, heating, and ventilating. *Trans. of the ASAE.* 1958; 65:72-55.
- 40 - Du Preez JH, Giesecke WH, Hattingh PJ, Eisenberg BE, Verwoerd DW. Heat stress in dairy cattle under southern African conditions. II. Identification of areas of potential heat stress during summer by means of observed true and predicted temperature-humidity index values. *Onderstepoort J Vet Res.* 1990; 183:187-57.
- 41 – Hahn GL. *Bioclimatologia e instalações zootécnicas: aspectos teóricos e aplicados.* Jaboticabal: FUNEP; 1993.
- 42 - De Rensis F, Garcia-Ispierto I, López-Gatius F. Seasonal heat stress: Clinical implications and hormone treatments for the fertility of dairy cows. *Theriogenology.* 2015; 659:666-84.
- 43 - Polsky L, Von Keyserlingk MAG. Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *J. Dairy Sci.* 2017; 8645:8657-100.
- 44 – Pinarelli C. *The effect of heat stress on milk yield.* Latte, Milan. 2003; 36:38-28.
- 45 – McGuire MA, Beede DK, DeLorenzo MA, Wilcox CJ, Huntington GB., Reynolds CK. Effects of thermal stress and level of feed intake on portal plasma flow and net fluxes of metabolites in lactating Holstein cows. *J. Anim. Sci.* 1989; 1050:1060-67.
- 46 - Baccari Junior F. *Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes.* Londrina: UEL; 2001.
- 47 - Pires MFA, Ferreira AM, Saturnino HM, Teodoro RL. Taxa de gestação em fêmeas da raça Holandesa confinadas em free stall, no verão e inverno. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2002; 57:63-54.
- 48 – Campos R, Lacerda LA, Terra SR, González FHD. Parâmetros hematológicos e níveis de cortisol plasmático em vacas leiteiras de alta produção no Sul do Brasil. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 2008; 354:361-45.
- 49 – Titto EAL. *Clima: Influência na produção de leite.* Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite. 1998; 10:23-1.

- 50 – Porcionato MAF, Fernandes AM, Netto AS, dos Santos MV. Influência do estresse calórico na produção e qualidade do leite. *Rev. Acad. Ciên.* 2009; 483:490-7.
- 51 - Paciullo DSC, Gomide CDM, Muller M, Pires MDFA, Castro CRT. Potencial de produção e utilização de forragem em sistemas silvipastoris. In: *Anais do Simpósio De Pecuária Integrada*; 2014; Sinope, MT. Brasília, DF: Embrapa, p. 51-82.
- 52 - Garcia R, Couto L. Sistemas silvipastoris: tecnologia emergente de sustentabilidade. In: *Anais do Simpósio Internacional Sobre Produção Animal Em Pastejo*; 1997; Viçosa. Viçosa, 1997, p. 447-471.
- 53 – Carvalho WTV, Minighin DC, Gonçalves LC, Villanova DFQ, Mauricio RM, Pereira RVG. Pastagens degradadas e técnicas de recuperação: Revisão. *Pubvet.* 2017; 0947:1073-11.
- 54 - Murgueitio E, Calle Z, Uribe F, Calle A, Solorio B. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *For. Ecol. Manag.* 2011; 1654:16632-61.
- 55 – Pezzopane JRM, Nicodemoa MLF, Cristiam B, Garcia AR, Lulu J. Animal thermal comfort indexes in silvopastoral systems with different tree arrangements. *J. Therm. Biol.* 2019; 103:111-79.
- 56 - Melotto A, Nicodemo ML, Bocchese RA, Laura VA, Gontijo Neto MM, Schleder DD, et al. Sobrevivência e crescimento inicial em campo de espécies florestais nativas do Brasil Central indicadas para sistemas silvipastoris. *Revista Árvore.* 2009; 425:432-33.
- 57 – Balloni EA. Influência do espaçamento de plantio na produtividade florestal. *Silvicultura.* 1983; 588:592-8.
- 58 - Rivera-Herrera JE, Molina-Botero I, Chára-Orozco J, Murgueitio-Restrepo E, Barahona-Rosales R. Intensive silvopastoral systems with *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit: productive alternative in the tropic in view of the climate change. *Pastos y Forrajes.* 2017; 171:183-40.
- 59 - Reis LS, Marques LR, Santos SN, Prado Paim T, Guimarães TP, Marques TC, et al. Produção de leite em sistema silvipastoril: Revisão. *Res., Soc. Dev.* 2021; 10.
- 60 – Rodrigues AL, Souza BB, Pereira Filho JM. Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. *Agro. Cien. Semiárido.* 2010; 14:22-6.
- 61 – Leme TMSP, Pires MDFÁ, Verneque RDS, Alvim MJ, Aroeira LJM. Comportamento de vacas mestiças Holandês x Zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. *Ciênc. Agrotec.* 2005; 668:675-29.
- 62 – Guiselini C, Silva IJO, Piedade SM. Avaliação da qualidade do sombreamento arbóreo no meio rural. *Rev. Bras. de Eng. Agrícola e Ambient.* 1999; 380:384-3.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-145>

Capítulo 145

VALORAÇÃO ECONÔMICA DE INDICADORES ZOOTÉCNICOS NA CAPRINOCULTURA E OVINOCULTURA: REVISÃO

Naiara Cristina dos Santos Silveira¹; Gustavo Roberto Dias Rodrigues²; Camila Raineri³

¹Estudante do Curso de Zootecnia – FAMEV – UFU; E-mail: nai.silveira@hotmail.com,

²Estudante do Curso de Zootecnia – FAMEV – UFU; E-mail: grdrodrigues@outlook.com

³Docente da FAMEV e Coordenadora do Laboratório de Estudos em Agronegócios (LEA) – FAMEV – UFU. E-mail: camilaraineri@ufu.br.

RESUMO: Os indicadores zootécnicos refletem o desempenho de uma propriedade, conduzindo possíveis tomadas de decisão, enquanto a valoração desses indicadores permite comparar a importância relativa dos mesmos e priorizar a abordagem dos índices produtivos com maior impacto no lucro. Dessa forma, o objetivo dessa revisão é apresentar o método da valoração econômica de índices zootécnicos como ferramenta de gestão e oferecer um panorama sobre sua aplicação à caprinocultura e ovinocultura. Por meio da escrituração zootécnica obtemos os índices zootécnicos e podemos identificar os pontos fracos e fortes da produção. Além disso, a viabilidade econômica do sistema varia conforme o emprego de tecnologias, controle do processo produtivo, manejos alimentares, reprodutivos e sanitários. A identificação do desempenho econômico pode ser realizada através da aplicação de indicadores econômicos baseados nos custos produtivos e a principal ferramenta para derivar valores econômicos é a modelagem, sendo a modelagem bioeconômica um dos métodos desenvolvidos a fim de avaliar as opções de gestão e seleção, incluindo aspectos biológicos e econômicos. Os modelos partem de análises de margens ou lucros e, estimam equações correlacionando coeficientes técnicos aos resultados econômicos, além da capacidade de estimar valor econômico das diferentes características de interesse para os sistemas produtivos. Apesar do amplo conhecimento que essa prática gera sobre o sistema produtivo e sua ampla utilização no mundo, na caprinocultura e ovinocultura brasileiras sua exploração ainda é escassa. Sugere-se que mais pesquisas neste sentido sejam realizadas e que se incentive a adaptação e apropriação da metodologia para uso a campo vista sua importância.

Palavras-chave: análise econômica, escrituração zootécnica, modelos bioeconômicos, produção animal, valor econômico.

INTRODUÇÃO

As produções com vieses lucrativos necessitam de análises periódicas acerca do desempenho técnico e econômico do sistema. Todavia, nem todos os produtores realizam tais análises, o que faz com esses indivíduos realizem tomadas de decisões ligadas à experiência, à tradição, à potencialidade da região inserida, à falta de outras opções e à

disponibilidade de recursos financeiros e de mão-de-obra, sem a utilização de informações confiáveis sobre a sua produção (1).

Os indicadores zootécnicos são os dados produtivos, qualitativos ou quantitativos, que refletem o desempenho produtivo de uma propriedade, conduzindo possíveis tomadas de decisão. Através do gerenciamento desses indicadores, é possível inferir sobre os efeitos de cada atividade realizada. Para tanto, é necessário que haja uma escrituração zootécnica adequada e com o máximo de registros possíveis (2).

A avaliação da viabilidade econômica do sistema produtivo, seja para implantação, manutenção ou expansão, deve levar em conta os custos de produção identificados pelos indicadores zootécnicos. Além disso, tal análise reflete acerca das informações que podem ser utilizadas para avaliação de ineficiências nos processos, sendo que esses dados geram informações que possibilitam a identificação das atividades mais lucrativas, e ajudam na formulação de estratégias para atingir os objetivos de produção a serem comercializados (3).

Os valores econômicos são definidos como derivadas parciais da função lucro, que descrevem a relação entre o lucro e os parâmetros biológicos, econômicos e produtivos em uma produção, calculados para cada característica. Enquanto as análises econômicas tradicionais indicam a viabilidade e os aspectos mais críticos dos sistemas produtivos, a valoração dos indicadores zootécnicos aponta com exatidão os impactos sobre a lucratividade de cada critério, permitindo comparar a importância relativa de cada um e priorizar a abordagem dos índices produtivos com maior impacto sobre o lucro. Assim, a associação entre as duas análises facilita a identificação e otimização de valores de indicadores que maximizem o resultado econômico do sistema (4).

A principal ferramenta utilizada para derivação de valores econômicos é a modelagem ou análise de sistemas. A modelagem bioeconômica é um método desenvolvido para avaliação das opções de gestão e seleção, incluindo aspectos biológicos e econômicos (5), enquanto um modelo bioeconômico precisa englobar diversos conjuntos de equações que representem o comportamento do sistema produtivo. Os índices de seleções econômicas podem ser realizados pela combinação entre indicadores econômicos e dados genéticos sobre as diferentes características animais (6).

Nacionalmente existem poucos trabalhos que utilizem a modelagem bioeconômica para mensuração de indicadores zootécnicos da caprinocultura e ovinocultura (7, 8, 9), enquanto mundialmente existem uma quantidade relativamente maior, quando comparado aos trabalhos nacionais, porém ainda em menores quantidades. Temos na caprinocultura mundial trabalhos com ênfase na produção leiteira, assim como na produção de corte e de cashemir (10, 11, 12, 13, 14), enquanto temos na ovinocultura trabalhos também na produção leiteira e corte, assim como para a lã (15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23).

Esta revisão objetivou apresentar o método da valoração econômica de índices zootécnicos como ferramenta de gestão de rebanhos, e oferecer um panorama sobre sua aplicação à caprinocultura e ovinocultura.

ÍNDICES ZOOTÉCNICOS

O sistema de criação necessita de um conjunto de elementos para a sua existência como, por exemplo, a mão de obra envolvida, o rebanho, recursos naturais e tecnológicos. Para que um sistema seja organizado e com ações controladas, são necessárias práticas como a escrituração zootécnica, que consiste em anotações acerca do rebanho (24). A escrituração zootécnica não representa uma atividade comum nas propriedades rurais e essa

situação pode ser explicada pela falta de anotações diárias do rebanho ou ainda na análise e processamento dos dados (25).

Os índices zootécnicos do rebanho, obtidos pela escrituração zootécnica, permitem a identificação dos pontos fortes e fracos da fazenda, garantindo melhor tomada de decisão pelo produtor (25). Os índices obtidos estão diretamente relacionados com a rentabilidade da produção, afinal o lucro do produtor tem influência acerca dos índices, uma vez que os mesmos determinam a produção (26). A seguir são detalhados alguns dos principais indicadores zootécnicos utilizados para rebanhos de caprinos e ovinos.

A eficiência reprodutiva é um dos principais fatores que interferem na eficiência produtiva (27). Tratando dessa eficiência, alguns índices analisados são o período seco, taxa de concepção, taxa de desmame, taxa de reposição, dentre outros (25); para a produção leiteira temos período de lactação, produção de leite por lactação, produção média diária de leite, etc.; e ainda para a produção de corte temos o ganho de peso médio diário, rendimento médio de carcaça, idade e peso de abate, dentre outros (28). Estes e demais índices, quando comparados aos valores de referência recomendados, auxiliam na tomada de decisão do produtor quanto à sua produção e tipo de sistema (25). As taxas reprodutivas de um rebanho de corte afetam diretamente a lucratividade deste, pois determinam a quantidade de produtos disponíveis para venda, além de permitir maior intensidade de seleção (taxa genética maior) e ainda oferecer oportunidades para restringir a endogamia do rebanho (29). Em produções leiteiras verifica-se também que os índices reprodutivos apresentam papel crucial no sistema em razão do alto investimento com as fêmeas desde seu nascimento até o primeiro parto, assim como o custo de manutenção existente durante o momento em que o animal não está produzindo (30).

O escore de condição corporal (ECC) é um indicador que reflete na taxa de ovulação, peso ao nascer e peso ao desmama. Um ECC adequado durante o acasalamento e gestação das matrizes impacta diretamente na eficiência reprodutiva, pois aumentam a sobrevivência dos cordeiros, gerando aumento do peso ao nascer e do peso ao desmama, e ainda sobre a prolificidade dos animais, que gera aumento da taxa de ovulação (31). A idade ao primeiro parto (IPP) pondera sobre o início da vida reprodutiva da fêmea e ainda sugere a idade da primeira fecundação fértil. Considera-se que quanto maior precocidade da IPP, maior tenderá a ser a eficiência reprodutiva da fêmea e com isso, teremos custos de criação menores e maior longevidade (32).

O principal indicador comportamental é o comportamento materno, sendo que na ovinocultura a taxa de rejeição das mães após o parto está diretamente associado ao aumento na taxa de mortalidade, pesos menores ao desmame e ganhos de peso no pré e pós desmame (33). Esse comportamento materno pode ser influenciado pelos fatores ambientais, pelos manejos durante a gestação e parto, ao manejo nutricional e ao estresse promovido por locais com alta densidade animal (34). Na caprinocultura verifica-se que cabras domésticas têm o hábito de se isolarem no momento do parto, sendo uma característica mais comum de fêmeas múltiparas do que em primíparas (35).

Já os indicadores sanitários que podem ser utilizados para verificar a ocorrência de possíveis verminoses, estão ações como a análise laboratorial da contagem de ovos por grama e o método FAMACHA© nas propriedades (36). Com o surgimento de resistências helmínticas entre esses parasitas nematoides, faz-se necessário a utilização de seleções genéticas que identifiquem os animais resistentes às ações dos helmintos. Tal seleção consegue diminuir as perdas por verminoses, uma vez que abrange as resistências protetoras do rebanho e a presença de animais resistentes (37). Outro critério importante

na produção é o descarte de um animal, que reflete na eliminação deste do rebanho, sendo que em produções estabilizadas a taxa de descarte é equivalente à taxa de reposição (38).

ANÁLISE ECONÔMICA

A viabilidade econômica de um empreendimento na produção animal varia conforme o emprego de tecnologias, controle do processo produtivo, manejos alimentares, reprodutivos e sanitários. Além disso, sistemas rentáveis e de alta qualidade devem utilizar racionalmente os fatores produtivos, na qual a eficiência técnica e econômica correspondem aos objetivos a serem alcançados por qualquer criação animal (39).

Contudo, os conceitos de eficiência técnica e eficiência econômica diferem entre si. Uma propriedade mais eficiente tecnicamente consegue obter a mesma quantidade de produtos com menor utilização de um fator de produção, já um processo eficiente economicamente gera a mesma quantidade de produto ao menor custo de produção. Sendo assim, uma propriedade com máxima eficiência técnica pode não apresentar grande eficiência econômica (40).

Dessa forma, a competitividade na produção animal é determinada pelo aumento de ambas as eficiências pautada no controle e conhecimento da realidade da empresa rural (41). Com isso, é necessário que sejam anotadas receitas, despesas e vendas de produtos para realização de análises econômicas provenientes da atividade realizada a fim de quantificar lucros ou prejuízos e ampliar o gerenciamento da atividade, maximizando lucros e minimizando custos.

A realização de análises econômicas precisa abranger indicadores técnicos de desempenho da propriedade para maior segurança na aplicação de tomadas de decisão. A avaliação conjunta de indicadores zootécnicos garante informações mais consistentes do que o uso isolado ou de subconjuntos deles, sendo caracterizada pelo aprofundamento da avaliação do risco e sua possibilidade de retorno (3).

Na agropecuária, a identificação do desempenho econômico das propriedades pode ser realizada através da aplicação de indicadores econômicos baseados nos custos de produção. Esses indicadores avaliam a capacidade percentual da obtenção de lucro com relação no capital investido ao negócio. Portanto, os indicadores econômicos avaliam a forma com que os recursos aplicados em um processo produtivo estejam sendo remunerados ou não, gerando dados sobre a rentabilidade obtida pela produção realizada e compara-la a outras alternativas de emprego do tempo e capital (42).

MODELOS BIOECONÔMICOS

A economia não se preocupa apenas com o aspecto monetário de um projeto, mas também com a tomada de decisão racional durante o processo. A seleção de animais em sistemas produtivos deve ser baseada em condições econômicas, genéticas e ambientais (43). Além disso, a importância das características que devem ser incluídas em programas de seleções pode ser mensurada por seus valores econômicos (6). Sendo assim, a principal ferramenta para derivar valores econômicos é a análise de sistemas/modelagem. A modelagem bioeconômica é um método que foi desenvolvido a fim de avaliar as opções de gestão e seleção, incluindo aspectos biológicos e econômicos (5).

A atual produção animal está preocupada com a seleção dos animais visando uma criação que atenda a demanda futura do mercado. Por essa razão, o modelo bioeconômico se faz necessário uma vez que o mesmo auxilia prevendo a lucratividade dos sistemas de produção (10).

Um modelo bioeconômico deve conter conjuntos de equações que representem o comportamento do sistema de produção. Um índice de seleção econômica pode ser realizado pela combinação entre indicadores econômicos e informações genéticas sobre as diversas características animais. Dessa forma, o processo de seleção animal pode ser realizado por critérios de seleções, onde as características selecionadas são definidas com base em uma avaliação econômica e não empírica (6).

Os modelos bioeconômicos possuem relevância na área agropecuária por terem a capacidade de representar economicamente os processos naturais dos animais e seus sistemas produtivos (40). Os modelos partem de análises tradicionais de margens ou lucros e, estimam equações correlacionando coeficientes técnicos aos resultados econômicos. Além disso, têm a capacidade de estimar valor econômico proveniente das diferentes características de interesse para os sistemas produtivos, como por exemplo, peso ao desmame, taxa de fertilidade e peso ao nascer.

Entretanto, na caprinocultura e ovinocultura existem fatores que diferenciam os sistemas produtivos entre si, seja devido ao produto comercializado (lã, carne ou leite), clima de cada região ou características genéticas dos animais utilizados (44). Conhecer os efeitos econômicos gerados pelas diferentes características biológicas, de produção e traços funcionais são necessários para a estabilização econômica de sistemas de ovinos e caprinos, voltados para diferentes finalidades e com diferentes características.

VALORAÇÃO DE INDICADORES NA CAPRINOCULTURA E OVINOCULTURA

A nível mundial, existem diversos trabalhos que utilizam modelos bioeconômicos para valoração de indicadores zootécnicos. Na Índia, Abdollahy et al. (17) determinaram valores econômicos para diversas características de ovelhas Moghani, concluindo que para o sistema em questão o melhor índice de seleção seria ampliar as taxas de fertilidade do rebanho. Entretanto, Gebre et al. (18) trabalhando com ovinos da raça Menz, no mesmo país, verificaram que a taxa de sobrevivência de cordeiros e o intervalo entre partos impactam em 38% e 27%, respectivamente, no valor econômico relativo, proporcionando os maiores valores absolutos e retorno financeiro ao sistema. Cada unidade de porcentagem de taxa de sobrevivência gerou um valor de € 0,26 e cada dia de intervalo entre partos € 0,095.

Bett et al. (10) calcularam os valores econômicos para características de resistências a doenças no Quênia verificando os valores para contagem de células somáticas (CSS) e para contagem de ovos por grama de fezes (OPG) de caprinos. Para CSS verificou-se valores de 41,10 a 109,43 KES, enquanto para OPG os valores foram de 0,05 a 58,75 KES, sendo que ambos casos trabalham cenários com ou sem riscos.

Jembere et al. (13) trabalharam com três raças caprinas na Etiópia e definiram os valores econômicos para peso aos seis meses de 0,14 a 0,351€, para produção média diária de leite obteve-se um valor de 0,003€, para sobrevivência até os seis meses de idade o valor foi de 0,316€. Além destes, a taxa de prolificidade apresentou valores de 2,47 a 6,29€, enquanto que para a quantidade de crias desmamadas o valor variou de 2,06 a 2,19€ e ainda 0,01€ para o intervalo entre partos.

Borzi et al. (2012) pesquisaram sobre a produção de cashemir no Irã, na cidade de Braft, analisando os valores econômicos para características reprodutivas, produtivas e de longevidade dos animais. Os autores estimaram os valores econômicos absolutos sendo, \$7,61 para a taxa de concepção, \$6,22 para tamanho da ninhada, \$23,83 para produção anual de leite, \$1,88 para peso anual da cashemir, dentre outros. Além de estimarem valores

econômicos e relativos, os autores ainda elaboram o que chamam de “peso econômico”, agregando valor genético para a montagem e utilização de um índice de seleção.

Já Bohan et al. (20) e Byrne et al. (16) determinaram objetivos de seleção para ovinocultura de corte na Irlanda, sendo concluído por ambos os trabalhos que quanto maior forem as anotações de características do rebanho, maior será a robustez dos objetivos nacionais irlandeses de criação. O aumento do rendimento de carcaça por cordeiro pode maximizar a renda líquida dos produtores (20), enquanto em outra pesquisa constataram que a característica com maior peso econômico foi a taxa de sobrevivência dos cordeiros (16).

Na Espanha, trabalhando com ovinos leiteiros, verificaram que a fertilidade foi o indicador que proporciona maior lucro, uma vez que foi ampliado o número de cordeiros disponíveis e leite produzido (15). Contudo, na Eslováquia, os autores afirmam que a taxa de concepção de ovelhas e cordeiros, taxa de sobrevivência e vida produtiva da ovelha são os indicadores com maior impacto na produção leiteira de ovinos, em sistemas que comercializam o leite para laticínios (19).

Na Nova Zelândia, Farrell et al. (22) quantificaram a lucratividade de sistemas de ovinos com dupla-aptidão para lã e carne, com diferentes taxas de reposição do rebanho, taxas de fertilidade e estratégias reprodutivas. Foi constatado que produções com altas taxas de fertilidade e baixa reposição de rebanho apresentam o maior potencial para aumentar a produção de ovinos. Quando as taxas de reposição foram de 20% e 30%, a idade média do rebanho foi de 4,15 anos e 3,64 anos respectivamente. Entretanto, a presença de um rebanho mais jovem proporcionou menor taxa de parto e menos cordeiros desmamados. Em uma situação de 25% de reposição anual de ovelhas, caso a taxa de fertilidade for de 110%, a renda obtida (\$/ha) será de \$288/ha, já com uma fertilidade de 150% será de \$590/há (22).

Com relação às características genéticas, Mueller et al. (21) avaliaram o progresso de seleção genética para ovinos, na Etiópia. Foi constatado que o número de cordeiros aumentou de 7.290 para 12.474 com a utilização de inseminação artificial. Contudo, apesar dessa prática elevar o progresso genético do rebanho, sua aplicação envolve alto custo e torna a estratégia menos lucrativa. Dessa forma, o uso dessa tecnologia só pode ser justificado com grandes subsídios ou em circunstâncias específicas.

Já Wolfová et al. (23) determinaram que a taxa de sobrevivência e ganho médio diário até o desmame foram os indicadores com maior impacto econômico relativo para ovelhas de corte da raça Romanov na República Checa (17,83% e 16,58%, respectivamente). Além disso, o trabalho concluiu que a taxas de fertilidade e prolificidade devem receber atenção especial, uma vez que determinam o número de cordeiros disponíveis para venda.

No Brasil, as pesquisas neste sentido são escassas. Lôbo et al. (8) avaliaram os valores econômicos de características produtivas de ovelhas, em um sistema de produção em pastagem no semiárido brasileiro, concluindo que a receita desse sistema pode ser ampliada caso o rendimento de carcaça, peso ao desmame e taxa de sobrevivência forem aumentados. Já Raineri et al. (9), identificaram as principais características da produção de ovinos no estado de São Paulo, sendo notado que há baixo emprego de tecnologia pelos produtores paulistas e conseqüentemente, baixo controle de indicadores zootécnicos e econômicos. Além disso, foi verificado que o impacto de aumentar um indicador zootécnico é significativamente maior que o impacto de aumentar os preços dos insumos da atividade. O crescimento de 1% no peso de venda dos cordeiros gerou uma redução de

0,91% nos custos totais, ao passo que 1% a mais no custo de oportunidade da terra aumentou em 0,2666% o custo dos cordeiros.

Lopes et al. (7) trabalharam com a caprinocultura em sistemas intensivos e semi intensivos no Brasil estimando os valores para características de produção de leite diária (kg/animal), duração da lactação (dias), idade ao primeiro parto (dias), intervalo entre partos (dias), contagem de células somáticas e sólidos totais por leite (g/100g). Os autores obtiveram os valores de R\$3,14 a R\$3,77 para produção de leite, R\$2,47 a R\$2,63 para lactação, R\$0,68 a R\$0,97 para idade ao primeiro parto, R\$0,81 a R\$0,87 para intervalo entre os partos, R\$2,20 a R\$2,37 para CSS e R\$1,79 a R\$1,74 para sólidos totais. Para os sistemas semi intensivos os autores obtiveram valores, em reais, mais baixos foram enquanto o sistema intensivo apresentou valores econômicos mais alto.

Dessa forma, a realização de trabalhos com a aplicabilidade de modelos bioeconômicos para atribuição de valor econômico e relativo das características e indicadores zootécnicos, na caprinocultura e ovinocultura brasileiras, é de suma relevância, uma vez existem variações específicas de sistema produtivo para sistema produtivo (44), e, na literatura brasileira são vistos poucos trabalhos (7; 8; 9) que debatem sobre essa temática.

CONCLUSÕES

A presente revisão demonstra como a valoração de índices zootécnicos, associada à escrituração zootécnica e à modelagem bioeconômica, pode ser uma importante ferramenta para pesquisa e gestão em rebanhos caprinos e ovinos. A literatura valida sua aplicabilidade e demonstra como a técnica permite melhores tomadas de decisão para os produtores, uma vez que permite identificar os aspectos genéticos e de manejo que necessitam de maior cuidado na em cada propriedade ou região, e elenca-las por prioridade econômica. No entanto, apesar de ter sido aplicada em todo o mundo, sua exploração ainda é escassa na caprinocultura e ovinocultura brasileiras. Sugere-se que mais pesquisas neste sentido sejam realizadas, e que se incentive a adaptação e apropriação da metodologia para uso a campo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela bolsa de iniciação científica vinculada ao Edital N° 03/2021 PIBIC-CNPq/UFU.

REFERÊNCIAS

1. Oliveira TBA, Figueiredo, RS, Oliveira MW, Nascif C. Índices técnicos e rentabilidade da pecuária leiteira. *Sci. agric.* 2001;58(4):687-692.
2. Lopes MA, Cardoso MG, Demeu FA. Influência de diferentes índices zootécnicos na composição e evolução de rebanhos bovinos leiteiros. *Ciênc. anim. bras.* 2009;10(2):446-563.

3. Debortoli EC, Monteiro ALG, Gameiro AH, Bianchi AE. Determination and composition of costs and incomes of meat sheep production system in the state of Paraná. *Custos e Agronegócio* [On-line]. 2018;14:144-181.
4. Wolfová M, Wolf J, Milerski M. Economic weights of production and functional traits for Merinolandschaf, Romney, Romanov and Sumavska sheep in the Czech Republic. *Small Rumin. Res.* 2011;99:25-33.
5. Armstrong CW, Kahui V, Vondolia GK, Aanesen M, Czajkewski M. Use and Non-use of values in an applied bioeconomic model of fisheries and habitat connections. *Marine Resource Economics*, 2017; 32(4):1-19.
6. Campos GS, Braccini Neto J, Oaigen RP, Cobuci FF, Kern EL, Campos LT, Bertoli CD, Mcmanus CM. Bioeconomic model and selection indices in Aberdeen Angus cattle. *J. Anim. Breed. Genet.* 2014;131(4):305-3012.
7. Lopes FB, Borjas AR, Silva MC, Facó O, Lôbo RN, Fiorvanti MCS, Mcmanus C. Breeding goals and selection criteria for intensive and semiintensive dairy goat system in Brazil. *Small Rumin. Res.* 2012;106:110-117.
8. Lôbo RNB, Pereira IDC, Facó O, Mcmanus CM. Economic values for production traits of Morada Nova meat sheep in a pasture based production system in semi-arid Brazil. *Small Rumin. Res.* 2011;96:93-100.
9. Raineri C, Stivari TSS, Gameiro AH. Lamb production costs: Analyses of composition and elasticities Analysis of lamb production costs. *Asian-australas. J. Anim.* 2015;28(8):1209-1215.
10. Bett RC, Gicheha MG, Kosgey IS, Kahi AK, Peters KJ. Economic values for disease resistance traits in dairy goat production systems in Kenya. *Small Rumin. Res.* 2012;102:135-141.
11. Gunia M, Mandonnet N, Arquet R, Alexandre G, Gourdine JL, Naves M, Angeon V, Phocas F. Economic values of body weight, reproduction and parasite resistance traits for a Creole goat breeding goal. *Animal.* 2013;7(1):22-33.
12. Borzi NK, Mehrgardi AA, Vatankhah M, Fozi MA. Determination of economic values for some important traits of Rayeni cashmere goats reared under pasture system. *J. Livest. Sci. Technol.* 2017;5(1):51-58.

13. Jembere T, Rischkowsky B, Dessie T, Kebede K, Okeyo AM, Mirkena T, Haile A. Genetic and economic evaluation of alternative breeding scenarios for community based productivity improvements of three indigenous goat breeds in Ethiopia. *Small Rumin. Res.* 209;178:46-54.
14. Amayi AA, Okeno TO, Gicheha MG, Kahi AK. Breeding dairy goats for disease resistance is profitable in smallholder production systems. *Small Rumin. Res.* 2021;197:106337.
15. Legarra A, Ramón M, Ugarte E, Pérez-Guzmán MD. Economic weights of fertility, prolificacy, milk yield and longevity in dairy sheep. *Animal.* 2007;1:193-203.
16. Byrne TJ, Armer PR, Fennessy PF, Cromie AR, Keady TWJ, Hanrahan JP, Mchugh MP, Wickham BW. Breeding objectives for sheep in Ireland: A bio-economic approach. *Livest. Sci.* 2012;132:135-144.
17. Abdollahy H, Hasani S, Zerehdaran S, Shadparvar AA, Mahmoudi B. Determination of economic values for some important traits in Moghani Sheep. *Small Rumin. Res.* 2012;105:161-169.
18. Gebre KT, Fuerst-Waltl B, Wurzinger M, Philipsson J, Duguma G, Mirkena T, Haile A, Solkner J. Estimates of economic values for important traits of two indigenous Ethiopian sheep breeds. *Small Rumin. Res.* 2012;105:154-160.
19. Krupová Z, Wolfová M, Krupa E, Oravcová M, Daño J, Huba J, Polák P. Impact of production strategies and animal performance on economic values of dairy sheep traits. *Animal.* 2012;6(3):440-448.
20. Boham A, Shalloo L, Creighton P, Berry DP, Boland TM, O'brien AC, Paibou T, Wall E, Mcdermott K, Mchugh N. Deriving economic values for national sheep breeding objectives using a bio-economic model. *Livest. Sci.* 2019;227:44-54.
21. Mueller JP, Haile A., Retik M., Rischkowsky B. Genetic progress and economic benefit of community-based breeding programs for sheep out- and upscaling options in Ethiopia. *Small Rumin. Res.* 2019; 177:124-132.
22. Farrell LJ, Kenyon PR, Tozer PR, Ramilan T, Cranston LM. Quantifying sheep enterprise profitability with varying flock replacement rates, lambing rates, and breeding strategies in New Zealand. *Agric. Syst.* 2020;184:1-14.

23. Wolfová M., Wolf J., Milerski M. Economic weights of production and functional traits for Merinolandschaf, Romney, Romanov and Sumavska sheep in the Czech Republic. *Small Rumin. Res.* 2011; 99:25-33.
24. Companhia De Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. Manual de Criação de Caprinos e Ovinos. 1. ed. Brasília: Codevasf, 2011.
25. Lima LD, Morais OR, Oliveira EL, Albuquerque FHMAR, Cavalcante ACR, Monteiro AWU. Escrituração zootécnica e econômica em propriedades do município de Tauá, CE. Sobral: 2018. (Embrapa Caprinos. Comunicado Técnico, 187)
26. Lopes MA, Cardoso MG, Demeu, FA. Influência de diferentes índices zootécnicos na composição e evolução de rebanhos bovinos leiteiros. *Ciênc. anim. bras.* 2009;10(2):446-453.
27. Fonseca JF. Otimização da eficiência reprodutiva em caprinos e ovinos. Campina Grande:2006.
28. Lôbo RNB. Indicadores de desempenho productivo y reproductivo. Sobral; 2005. Caprinos.
29. Brash LD, Fogarty NM, Gilmour AR. Reproductive Performance and genetic parameters for Australian Dorset Sheep. *Aust. J. Agric. Res.* 1994;45(2):427-441.
30. Soares Filho G, Mcmanus C, Mariante AS. Fatores Genéticos e Ambientais que Influenciam Algumas Características de Reprodução e Produção de Leite em Cabras no Distrito Federal. *R. Bras. Zootec.* 2001;30(1):133-140.
31. Souza KC, Mexia AA, Silva SC, Garcia J, Silva Júnior LS. Escore de condição corporal em ovinos visando a sua eficiência reprodutiva e produtiva. *PUBVET.* 2011;5(1):1-24.
32. Gonçalves HC, Silva MA, Regazzi AJ, Lopes PS, Martins EM, Ramos AA. Fatores genéticos e de meio na idade ao primeiro parto de caprinos leiteiros. *R. Bras. Zootec.* 1997;26(3):486-493.
33. Rech CLS, Tarouco AK, Fischer V, Meira AN, Macêdo JF, Lima TL, Aita MF. Temperamento e Comportamento Materno Ovino. *Rev. Bras. Reprod. Anim.* 2011;35(3):327-340.

34. Dwyer CM. Genetic and physiological determinants of maternal behavior and lamb survival: implications for low-input sheep management. *J. Ani. Sci.* 2008;86(14):246-258.
35. Grandin T, Deesing M. *Genetics and the Behavior of Domestic Animals*. 2nd. Ed. Academic Press; 2013.
36. Chagas ACS, Oliveira MCS, Carvalho CO, Molento MB. *Método Famacha: Um recurso para o controle da verminose em ovinos*. São Carlos:2007.
37. Emery, DL, Beh, KJ. Genetic and biological approaches to modulate nematode resistance mechanisms in sheep. *Proc. Assoc. Advmt. Anim. Breed. Genet.* 2006;16:385-388.
38. Ribeiro AC, Mcallister AJ, Queiroz SA. Efeitos das taxas de descarte sobre medidas econômicas de vacas leiteiras em Kentucky. *R. Bras. Zootec.* 2003;32(6):1737-1746.
39. Silva MF, Silva AC. Análise dos indicadores zootécnicos e econômicos do sistema de produção de leite a pasto com suplementação. *RBAS.* 2013;3(1):110-116.
40. Gameiro AH. Análise econômica aplicada à zootecnia: avanços e desafios [Internet]. Pirassununga: Editora 5D; 2009 [Acesso em 5 Jul 2021]. Disponível em: www.paineira.usp.br/lae/wp-content/uploads/2017/03/Capitulo_Gameiro_III_SPGNA_2009.pdf.
41. Guimarães Filho CC. *Indicadores zootécnicos e econômicos da atividade leiteira na mesorregião noroeste do Espírito Santo e microrregião de Juiz de Fora [tese]*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2011.
42. Viana JGA, Silveira VCP. Custos de produção e indicadores de desempenho: metodologia aplicada a sistemas de produção de ovinos. *Custos e @gronegócio On line.* 2008;4(3):2-27.
43. Kosgey IS, Van Arendonk JAM, Baker RL. Economic values for traits of meat sheep in medium to high production potential areas of the tropics. *Small Rumin. Res.* 2003;50(1-2):187-202.
44. Wolfová M, Wolf J, Krupová Z, Margentin, M. Estimation of economic values for traits of dairy sheep: II. Model application to a production system with one lambing per year. *J. Dairy Sci.* 2009;92(5):1-9.

doi <https://doi.org/10.53934/9786599539633-146>

Capítulo 146

VARIABILIDADE DOS COMPONENTES DO LEITE DE VACAS DA RAÇA HOLANDÊS EM DIFERENTES HORÁRIOS DE ORDENHA

Jean Carlos Steinmacher Lourenço¹; Daiane de Souza Milczevski²; Timotheo Souza Silveira³; Rodrigo de Almeida⁴

¹Doutorando; Programa de Pós-Graduação em Zootecnia; UFPR; E-mail: jeancarloslsss@gmail.com

²Graduanda do Curso de Zootecnia; UFPR; E-mail: daianezootecniaufpr@gmail.com

³Doutorando; Programa de Pós-Graduação em Zootecnia; UFPR; E-mail: timsilveira@ufpr.br

⁴Professor Associado do Departamento de Pós-graduação em Zootecnia; UFPR; E-mail: ralmeida@ufpr.br

RESUMO: A composição química do leite sofre variações durante a vida produtiva da vaca, podendo ser influenciada por diversos fatores. Dentro deste aspecto, é possível que fatores intrínsecos como o horário de ordenha, esteja ligado às variações encontradas nos componentes do leite. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a variabilidade dos teores de gordura, proteína, sólidos totais e da produção de leite em diferentes turnos de ordenha e dias de coleta de amostras. Foram monitoradas 158 vacas Holandesas, multíparas, com 113 ± 64 dias em leite (DEL), peso corporal médio de $746,8 \pm 57,1$ kg e escore de condição corporal (ECC) médio de $3,16 \pm 0,40$. A coleta de amostras de leite ocorreu durante três dias consecutivos, entre os meses de outubro, novembro e dezembro de 2020. Foi encontrado efeito ($p < 0,01$) do horário de ordenha para três dos quatro parâmetros avaliados neste estudo. A produção de leite foi maior ($p < 0,01$) na ordenha da manhã (6:00 h). Os teores de gordura e sólidos totais do leite foram maiores ($p < 0,01$) na ordenha da tarde (14:00 h). Não houve diferença estatística ($p = 0,13$) para os teores de proteína do leite entre os diferentes turnos de ordenha. Os resultados encontrados neste estudo indicam que ao coletar uma amostra de leite representativa da produção em 24 horas, deve ser priorizada a coleta de uma amostra composta das duas ou três ordenhas diárias e, se isto não for possível, fatores de ajuste devem ser estimados e adotados.

Palavras-chave: amostragem; nutriente; produção de leite; sólidos totais; teor de gordura

INTRODUÇÃO

O leite bovino é uma solução aquosa que contém lactose, sais orgânicos e inorgânicos, no qual estão dispersas partículas de proteínas do soro, caseína e lipídeos emulsificados (1). Em termos tecnológicos, o conhecimento dos principais componentes do leite, como a água, lactose, gordura, proteína, minerais e vitaminas é de grande importância para a fabricação de derivados lácteos de excelente qualidade e elevado rendimento nutricional.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) sugere que o leite de vaca deve ter uma composição média de 87,1% da água, 4,6% da lactose, 4,0% de gordura, 3,3% de proteína, 0,7% de minerais, 8,9% de sólidos não gordurosos e 12,9% de sólidos totais. Para alguns componentes do leite cru como a gordura, proteína, lactose e sólidos totais foram estabelecidos limites mínimos na Instrução Normativa nº76 do MAPA de 2018.

A variação na composição química no leite de vacas pode indicar a existência de desbalanço dietético, assim como, problemas com conforto térmico, condição sanitária e manejo do rebanho. Este fato aliado às novas condições de bonificação por produção de sólidos do leite adotado por um número considerável de laticínios no Brasil tem feito com que o monitoramento da composição nutricional do leite se torne uma prática frequente em fazendas leiteiras.

De acordo com (2), a composição do leite individual de vacas pode ser influenciada por inúmeros fatores, como melhoramento genético, grupamento racial, alimentação e estágio da lactação, e em certas condições, é possível, até certo ponto, agregar valor ao leite. Algumas propriedades realizam o monitoramento da composição do leite por meio do controle leiteiro oficial com coletas individuais realizadas mensalmente na fazenda e, com base nas informações geradas, tomadas de decisão assertivas podem ser implementadas para enriquecimento nutricional do leite.

Há relatos na literatura em que os componentes do leite podem ser influenciados por fatores intrínsecos da fazenda, como o horário de ordenha (3). Desta forma, é possível que o teor de sólidos do leite possa variar em diferentes horários de ordenha em rebanhos que adotam o manejo de três ordenhas em 24 horas. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade dos teores de gordura, proteína e sólidos totais e da produção de leite em diferentes turnos de ordenha e dias de coleta de amostra.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido de outubro à dezembro de 2020 na Agropecuária Harm (24°48'47,0" S 49°58'11,2" W), localizada em Castro, região Centro-Oriental do Paraná, Brasil. O clima dessa região é subtropical úmido com temperatura média anual de 24°C e umidade relativa do ar de 83,4%. O rebanho é caracterizado por ter vacas leiteiras da raça Holandês geneticamente selecionadas para aptidão leiteira.

Os animais que participaram deste experimento foram alocados em dois galpões tipo *free-stall* com capacidade para 90 vacas lactantes cada. A estrutura de cada galpão era equipada com camas individuais, ventiladores, canzins e bebedouros. O sistema de ordenha da fazenda era do tipo mecânico em "espinha de peixe" bilateral, com capacidade para 20 animais. A sala de ordenha da fazenda era integrada à um software do computador central (DaityPlan® C21 Versão 5,3 GEA DairyNet) que gerava informações momentâneas da produção de leite de cada vaca.

Neste experimento foram monitoradas 158 vacas Holandesas, múltíparas, com 113 ± 64 dias em leite (DEL), peso corporal médio de $746,8 \pm 57,1$ kg e escore de condição corporal (ECC) médio de $3,16 \pm 0,40$. A estimativa do peso foi feita no 1º e no 42º dia experimental, através da fita métrica graduada específica para bovinos leiteiros, considerando o perímetro torácico de cada animal. O ECC foi estimado com base em valores mínimos e máximos de 1 a 5 com uma escala de 0,25 pontos, onde o escore 1 corresponde a um animal excessivamente magro e o escore 5 corresponde a um animal excessivamente gordo (4).

A dieta era preparada diariamente, cada ingrediente foi pesado e misturado em um vagão equipado com balança digital. A dieta era fornecida na forma de dieta total misturada (TMR), uma vez ao dia, sempre às 13:00 horas. Os ingredientes e a composição nutricional da dieta estão representados na Tabela 1. Tanto os volumosos quanto a dieta total foram amostrados semanalmente, congelados e posteriormente enviados e analisados no Laboratório de Nutrição Animal (LNA) da UFPR, em Curitiba-PR.

Tabela 28. Ingredientes e composição nutricional da dieta experimental.

Ingredientes	MS/vaca/dia (kg)	% da MS
Silagem de milho	9,15	31,16
Pré-secado de ervilha e aveia	1,89	6,44
Pré-secado de azevém	1,35	4,60
Palha de trigo	0,90	3,06
Caroço de algodão	0,92	3,13
Casca de soja	1,36	4,63
Fubá de milho	2,67	9,09
Farelo de soja	1,16	3,94
Ração comercial Suprema	7,48	25,47
Resíduo de cervejaria úmido	1,10	3,73
Levedura líquida	0,40	1,36
Bicarbonato de sódio	0,15	0,51
Mistura mineral-vitamínica	0,15	0,51
Bicox	0,25	0,85
Sal comum	0,04	0,14
Ureia	0,04	0,14
Vida Lac All Lands	0,10	0,34
Cristal Lac All Lands	0,27	0,91
Total	29,4	100,00

* 48,51% Matéria Seca; 16,64% Proteína Bruta; 5,30% Extrato Etéreo; 33,98% Fibra em Detergente Neutro; 17,09% Fibra em Detergente Ácido; 7,2% Resíduo Mineral.

Para análise bromatológica, as amostras compostas foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 h e moídas em peneira com crivos de 1 mm de diâmetro (Wiley, Thomas Scientific, Swedesboro, EUA). O teor de matéria seca (MS) foi determinado por secagem a 105°C por 24 h e as cinzas por incineração a 550°C por 6 h. A proteína bruta (PB) foi analisada através do método de micro Kjeldahl e o extrato etéreo pelo método de (5). O teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi analisado em cadinhos porosos com amilase e sulfito de sódio (6).

A coleta de amostras de leite foi realizada durante três dias consecutivos, que se repetiu durante três meses (outubro, novembro e dezembro de 2020), com intervalos de 21 dias entre uma coleta e outra. Em cada período de coleta de leite foram acompanhadas nove ordenhas em sequência, de modo que, em um intervalo de 24 horas eram acompanhadas as ordenhas da manhã (6:00 h), tarde (14:00 h) e noite (22:00 h).

Em cada ordenha amostras individuais de leite foram coletadas, armazenadas em um frasco de polietileno com uma pastilha de bronopol (2-bromo-2-nitro-1,3-propanediol)

para cada frasco com 40mL de leite e posteriormente encaminhadas ao Laboratório Centralizado de Análise do Leite da Associação Paranaense dos Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH) em Curitiba, Paraná, Brasil. No laboratório foram realizadas as análises de composição do leite para os teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais no equipamento NexGen, da Bentley Instruments® (Bentley Instruments Inc.), através da metodologia de espectroscopia de infravermelho médio.

Os parâmetros climáticos foram registrados por dois sensores (EasyLog® Temperatura e Umidade Data Logger com Display - LASCAR eletrônico). Os registros aconteciam diariamente com intervalos de 30 minutos, e completaram um período de seis semanas experimentais. O índice de temperatura e umidade foi calculado a partir dos dados gerados pelo Data Logger usando a fórmula descrita por (7). As estimativas semanais (média diária) de ITU do experimento foram respectivamente: $66,58 \pm 5,57$; $61,27 \pm 6,72$; $62,68 \pm 6,63$; $69,44 \pm 4,87$; $63,79 \pm 5,68$ e $68,48 \pm 4,83$.

Para este conjunto de dados, os *outliers* foram identificados em gráficos Box Plot. Foram excluídos do banco de dados valores de produção de leite (kg/ordenha) $<8,5$ e $>23,8$; de porcentagem de gordura $<2,08$ e $> 6,04$; de porcentagem de proteína $<2,43$ e >4 ; e de porcentagem de sólidos totais $<10,47$ e >15 . A análise estatística foi conduzida por meio do programa estatístico SAS Studio 3.8 (SAS Institute Inc., 2021). A normalidade foi verificada por meio do procedimento UNIVARIATE, considerando a formação de histogramas contendo a curva normal e a curva de densidade de Kernel ($c=0,79$) para cada variável. Os dados de produção e composição do leite foram submetidos ao procedimento MIXED do SAS. O modelo adotado foi $Y = \mu + V_i + O_j + T_k + OT_{jk} + e_{ijk}$, onde: Y_{ijk} = variáveis dependentes; μ = média geral; V_i = efeito aleatório de vaca; O_j = efeito fixo de horário de ordenha; T_k = efeito fixo de dia de coleta de amostra; OT_{jk} = efeito da interação entre o horário de ordenha e dia da coleta de amostra; e_{ijk} = erro residual.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentadas as médias gerais da composição e produção de leite para cada turno de ordenha. Foi verificado efeito ($p < 0,01$) do horário de ordenha para três dos quatro parâmetros avaliados neste estudo. A produção de leite foi maior ($p < 0,01$) na ordenha da manhã (6:00 h). O intervalo entre ordenhas têm sido indicado na literatura como o principal fator responsável por causar variação na produção de leite entre ordenhas (3,8). De modo geral, a maior produção de leite tem sido encontrada após intervalos maiores do que 8 horas entre ordenhas e geralmente no horário de manhã. No rebanho em questão, as três ordenhas diárias seguiam um intervalo 8 h em 24 h, e ainda assim as produções de leite foram mais altas na primeira ordenha da manhã do que nas ordenhas da tarde e da noite.

Os teores de gordura e sólidos totais do leite foram maiores ($p < 0,01$) na ordenha da tarde (14:00 h). Não houve diferença estatística ($p = 0,13$) para os teores de proteína do leite entre os diferentes turnos de ordenha. É provável que o teor de gordura do leite tenha sido diluído em função da maior produção de leite verificado no mesmo horário; conseqüentemente, também houve uma diluição no teor de sólidos totais do leite. Já é conhecido na literatura que o teor de gordura no leite é o componente que mais sofre variação, que é influenciado principalmente por fatores nutricionais, metabólicos e também pode sofrer interferência do intervalo entre ordenhas (2).

Tabela 2. Médias de produção e composição do leite para amostras coletadas individualmente em três ordenhas.

Parâmetros	Horário de ordenha			EPM	Valor <i>P</i>		
	Manhã (6:00)	Tarde (14:00)	Noite (22:00)		Ordenha	Tempo	Inter.
PL, kg/dia ⁻¹	17,82 ^a	17,22 ^b	16,23 ^c	0,37	<0,01	<0,01	<0,01
GORD, %	3,85 ^b	3,94 ^a	3,88 ^b	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
PROT, %	3,08	3,08	3,10	0,04	0,13	<0,01	<0,01
ST, %	12,26 ^b	12,38 ^a	12,30 ^b	0,11	<0,01	<0,01	<0,01

*A diferença estatística entre as colunas foi expressa através de letras (a, b, c), considerando o teste de Tukey a um nível de 0,05. EPM: erro padrão da média.

** Foram considerados os efeitos fixos de horário de ordenha, de tempo em dias e a interação entre horário de ordenha e dia da coleta de leite.

*** PL: produção de leite kg/dia⁻¹; GORD: gordura do leite (%); PROT: proteína do leite (%); ST: Sólidos totais (%).

A variabilidade dos componentes do leite encontrada no presente estudo se assemelha muito aos resultados encontrados por (8). No estudo em questão o intervalo entre ordenhas foi responsável em grande parte pela variação no teor de gordura do leite. Entretanto esse efeito não foi encontrado em outros componentes do leite como a proteína, lactose e nitrogênio ureico do leite. Nossos resultados também corroboram em parte com os encontrados por (3), mas neste estudo o teor de gordura do leite variou cerca de 0,65 pontos percentuais em três horários de ordenha. Já nos nossos resultados, o teor de gordura do leite apresentou uma magnitude de variação de apenas 0,09 pontos percentuais.

Duas diferenças importantes entre (3) e o nosso trabalho devem ser ressaltadas; enquanto (3) coletou suas amostras em um rebanho leiteiro semi-confinado com 32,5 kg/vaca/dia de média, no presente trabalho as amostras foram coletadas em um lote de vacas 100% confinadas com 51,3 kg/vaca/dia de média. Outro fator que pode ter impactado a magnitude destas diferenças é a estação do ano, pois é razoável especular que nos meses mais quentes do ano as diferenças na magnitude nos teores de gordura entre ordenhas devem ser maiores. As amostras de leite no presente estudo foram coletadas na primavera, enquanto que em (3) a estação do ano não foi informada.

Na Figura 1 estão detalhados os resultados do efeito da interação entre horário de ordenha e os dias de amostragem. Para o teor de gordura do leite houve diferença estatística ($p < 0,05$) no 1º e 3º dia de outubro e no 3º de novembro; em todas as situações o teor de gordura foi maior no horário de ordenha da tarde. No 2º dia de coleta de dezembro o teor de gordura foi maior para a ordenha da noite em relação a ordenha da manhã. Considerando o teor de sólidos totais do leite, as diferenças estatísticas ($p < 0,05$) foram encontradas no 1º e 3º dia de outubro e no 1º e 3º dia de novembro. Para a produção de leite houve efeito ($p < 0,01$) do horário de ordenha em todos os meses de amostragem, de modo que as maiores produções de leite ocorreram no turno da manhã e as menores ocorreram no turno de noite.

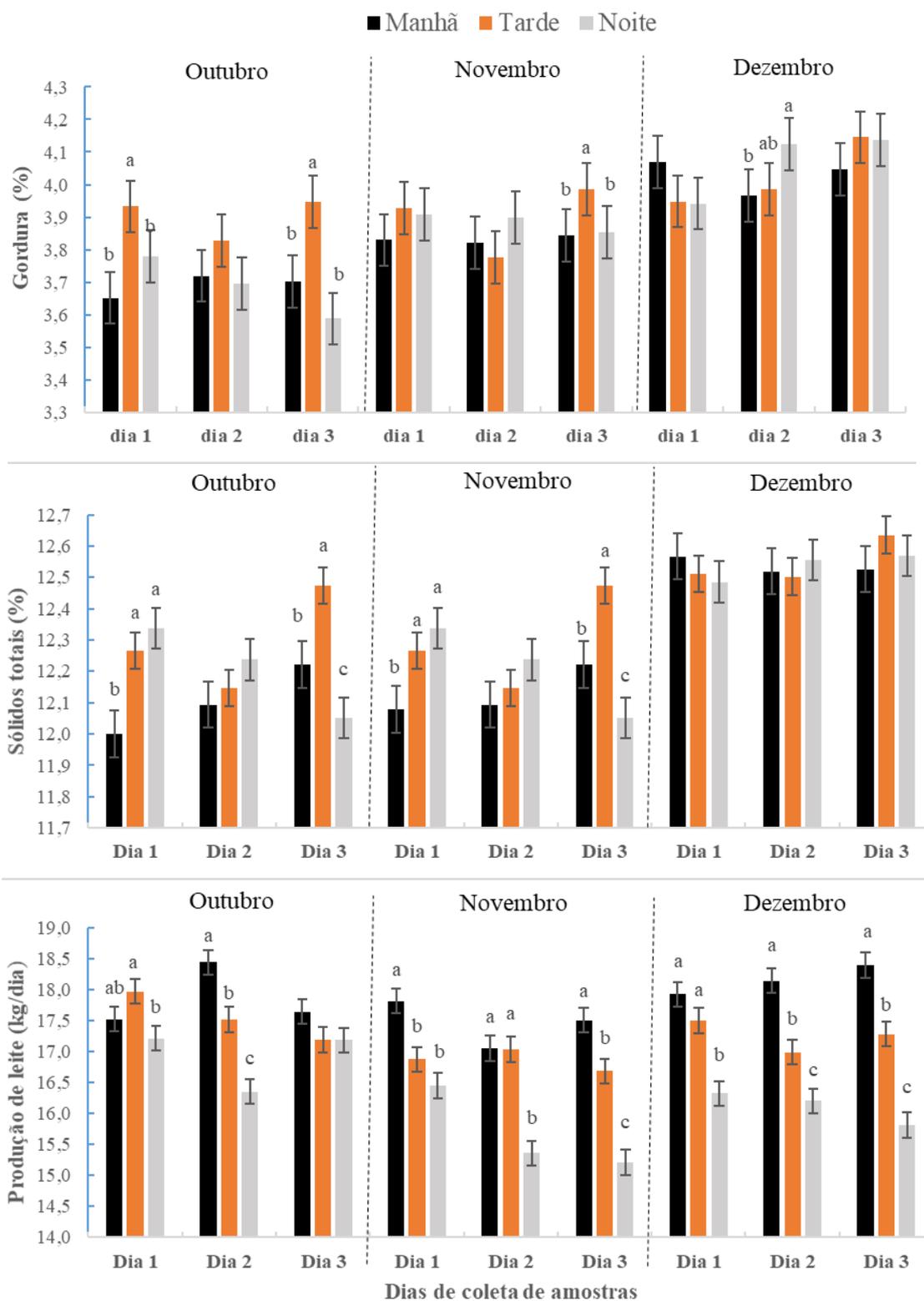


Figura 1. Variação dos teores de gordura e de sólidos totais (%) e da produção de leite ($\text{kg}/\text{dia}^{-1}$) em função do dia de amostragem e do horário de ordenha. *Letras (a, b e c) demonstram a diferença estatística entre as médias em cada ordenha, com base no teste de Tukey a um nível de significância de 0,05. ** Ordenha da manhã: 6:00 h; ordenha da tarde: 14:00 h e ordenha da noite: 22:00 h.

Com base nestes resultados, percebemos que o volume de leite produzido entre os turnos de ordenha seguiu um padrão, independentemente do mês de coleta. Possivelmente isso se deve à ausência de mudanças bruscas no manejo diário de alimentação e ausência de estresse térmico nos meses de coleta de leite, embora o ITU registrado na última semana experimental tenha atingido um limiar de 68,48 no horário mais quente do dia.

Considerando a variação dos teores de gordura e sólidos totais do leite, podemos perceber que os maiores teores foram encontrados no turno da tarde (14:00 h) nos meses de outubro e dezembro. A ausência de efeito nos componentes do leite entre os turnos de ordenha para o mês de dezembro é um fato curioso. Parece que o aumento no teor de sólidos do leite ao longo do tempo ($p < 0,01$) diluiu as diferenças na porcentagem de componentes do leite entre as três ordenhas.

Na literatura já está estabelecido que tanto a produção de leite como os seus componentes podem sofrer variações diárias, seja por fatores ligados ao animal como o estágio de lactação, o status energético, fatores ligados ao manejo alimentar ou questões de sazonalidade (9,10). Outros trabalhos também identificaram que há variação na produção e composição de leite em diferentes horários de ordenha, e que esta variabilidade depende principalmente de fatores relacionados ao intervalo entre ordenha e o manejo adotado na propriedade (8,9).

CONCLUSÕES

A partir dos resultados encontrados neste estudo, foi possível perceber que em um sistema de produção baseado em três ordenhas ao dia com intervalos de 8 h, a produção de leite foi mais elevada no turno da manhã às 6:00 h. Por outro lado, os teores de gordura e de sólidos totais mantiveram-se mais elevados no turno da tarde às 14:00 h. Trabalhos futuros deveriam investigar se o padrão dos componentes do leite em três horários de ordenha muda em função do nível da produção, da estação do ano e do teor de sólidos do leite.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela cessão de bolsa de auxílio ao primeiro autor, à Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH) pela análise das amostras de leite e à Novus do Brasil pelo suporte financeiro a este projeto. Destacamos um agradecimento especial aos proprietários e colaboradores da Agropecuária Harm, Castro, Paraná.

REFERÊNCIAS

1. Fox PF, Uniacke-Lowe T, McSweeney PLH, O'Mahony JA. Dairy Chemistry and Biochemistry. Dairy Chemistry and Biochemistry. Cork, Ireland; 2015.
2. Larsen MK, Weisbjerg MR, Kristensen CB, Mortensen G. Short communication: Within-day variation in fatty acid composition of milk from cows in an automatic milking system. J Dairy Sci [Internet]. 2012;95(10):5608–11. Available from: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5815>

3. Bondan C, Folchini JA, Noro M, Machado KM, Muhls E, González FHD. Variation of cow's milk composition across different daily milking sessions and feasibility of using a composite sampling. *Cienc Rural*. 2019;49(6):1–6.
4. Edmonson AJ, Lean IJ, Weaver LD, Farver T, Webster G. A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. *J Dairy Sci* [Internet]. 1989;72(1):68–78. Available from: [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79081-0](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79081-0)
5. Silva DJ, Queiroz A. *Análise de Alimentos, métodos químicos e biológicos*. 3ª. ed.-. 2009; 235.
6. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *J Dairy Sci* [Internet]. 1991;74(10):3583–97. Available from: [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
7. Thom EC. The Discomfort Index. *Weatherwise*. 1959;12(2):57–61.
8. Friggens NC, Rasmussen MD. Milk quality assessment in automatic milking systems: Accounting for the effects of variable intervals between milkings on milk composition. *Livest Prod Sci*. 2001;73(1):45–54.
9. Bondan C, Folchini JA, Noro M, Quadros DL, Machado KM, González FHD. Milk composition of holstein cows: A retrospective study. *Cienc Rural*. 2018;48(12).
10. Ludovico A, Trentin M, Rêgo FCA. Sources of variation of dairy production and milk composition in Holstein cows, Jersey and Girolando. *Arch Zootec*. 2019;68(262).

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-147>

Capítulo 147

ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO PARA PRODUÇÃO DE VACAS LEITEIRAS NO ESTADO DO PARANÁ

Rafael Fausto de Lima¹; Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido²; Gabriel Henrique de Olanda Souza³; José Reinaldo da Silva Cabral de Moraes⁴; Guilherme Botega Torsoni⁵; Gabriel Fausto de Lima⁶

¹Estudante do Curso de Agronomia – IFMS. E-mail: rafael.lima2@estudante.ifms.edu.br,

²Docente/pesquisador do Depto de Agronomia – IFSULDEMINAS. E-mail:

lucas.aparecido@muz.ifsuldeminas.edu.br, ³Estudante do Curso de Agronomia – IFMS.

E-mail: gabriel.souza4@estudante.ifms.edu.br, ⁴Doutorando em produção vegetal –

UNESP. E-mail: reinaldojmoraes@gmail.com.br, ⁵Docente/pesquisador do Depto de

Física – IFMS. E-mail: guilherme.torsoni@ifms.edu.br, ⁶Estudante do Curso de Medicina

Veterinária – UNIVEL. E-mail: gl6654177@gmail.com.

RESUMO: A pecuária leiteira apresenta grande influência dos elementos climáticos no conforto térmico animal e na produção leiteira. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é realizar o zoneamento bioclimático para vacas leiteiras no estado do Paraná utilizando índices térmicos de temperatura e umidade (ITU). Foram coletados dados climáticos de temperatura média do ar e umidade relativa para 399 municípios através da plataforma National Aeronautics and Space Administration / Prediction of Worldwide Energy Resources – NASA / POWER no período de 1990-2020. O bem estar animal foi determinado através do índice de temperatura e umidade (ITU), atribuindo classes de conforto térmico para as vacas leiteiras em produção. As estações da Primavera e verão demonstram temperatura média do ar mais elevadas, enquanto que, Outono e inverno apresentam os menores e maiores valores de umidade relativa respectivamente. O ITU apresentou maiores valores em localidades com temperaturas médias mais elevadas. As estações do outono e inverno apresentaram ITU abaixo de 69 sendo classificadas com índice de conforto normal em 100% do estado, retratando condições favoráveis à produção leiteira. As estações da primavera e verão apresentaram estresse térmico com ITU acima de 72 na região norte do Paraná, classificando a região com índice de conforto crítico, causando reduções na produção leiteira. O Paraná apresenta condições de conforto térmico favoráveis à exploração da bovinocultura leiteira com pequenas restrições, referentes às estações mais quentes, o que torna indispensável a utilização de técnicas de manejo eficientes para reduzir o estresse ambiental e maximizar o potencial produtivo.

Palavras-chave: Bem-estar animal; Bioclimatologia; Produção leiteira

INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta grande participação mundial em volume de produção de leite, denotando vasto potencial produtivo em termos quantitativos (1). Entre os estados brasileiros produtores de leite Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná, Goiás e Santa

Catarina representando 69,7% da produção leiteira nacional (2). Atualmente o rebanho de vacas ordenhadas no Brasil é de 11,5 milhões de cabeças (3), com uma produção total de 34,8 bilhões de litros de leite (2). As raças leiteiras mais utilizadas no Estado são Jersey, Holandesa e Pardo Suíço.

Efeitos adversos gerados pela influência das características climáticas representam um dos fatores considerados limitantes para produtividade leiteira (4). O gado leiteiro em áreas subtropicais e tropicais está sujeito a longos períodos de alta temperatura e alta umidade relativa do ar (5). A zona de conforto térmico para a maioria das vacas leiteiras corresponde a faixa de -13 a 25 °C (6).

Alterações nas condições meteorológicas resultam em perda do estado de equilíbrio térmico dos animais, necessitando, desviar energia para aumentar a dissipação ou ganho de calor (7). Os elementos climáticos de temperatura e umidade relativa do ar associadas a radiação solar direta representam os principais agentes estressores responsáveis por causar baixo desempenho do gado leiteiro, afetando suas funções reprodutivas, produtivas, nutricionais e fisiológicas (8). Em condições termoneutras, a frequência respiratória normal de vacas leiteiras varia de 18 a 28 movimentos por minuto, sendo elevada de forma significativa com temperatura crítica superior de 26 °C (9).

Uma forma de evidenciar as condições térmicas do ambiente e aferir sua influência na produtividade de bovinos de leite é através do índice de temperatura de umidade (ITU) (10). Dessa forma, considerando a influência dos elementos climáticos sobre o conforto térmico e a produção de vacas leiteiras, o objetivo deste trabalho é realizar o zoneamento bioclimático para vacas leiteiras no estado do Paraná utilizando índices térmicos de temperatura e umidade (ITU).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Estado do Paraná. A região apresenta grande potencial para produção de leite com 4,3 bilhões de litros, representando 12,5% da produção nacional (11). O clima predominante no Estado corresponde às classes Cfa (subtropical úmido, sem estação seca e verão quente) e Cfb (subtropical úmido, sem estação seca e verão temperado) de acordo com a classificação de Köppen-Geiger (12), com médias anuais de temperatura do ar e precipitação de 19,80 ($\pm 1,5$) °C e 1587 (± 215) mm, respectivamente (13).

Foram coletados dados climáticos de temperatura média (T_{med} , °C) e umidade relativa (UR, %) do ar para 399 municípios localizados na região de estudo, através da plataforma National Aeronautics and Space Administration / Prediction of Worldwide Energy Resources – NASA / POWER no período de 1990-2020 (Figura 1). A plataforma fornece dados meteorológicos com resolução espacial de 1° latitude-longitude (14), tornando-se uma fonte robusta para estudos agrometeorológicos (15).

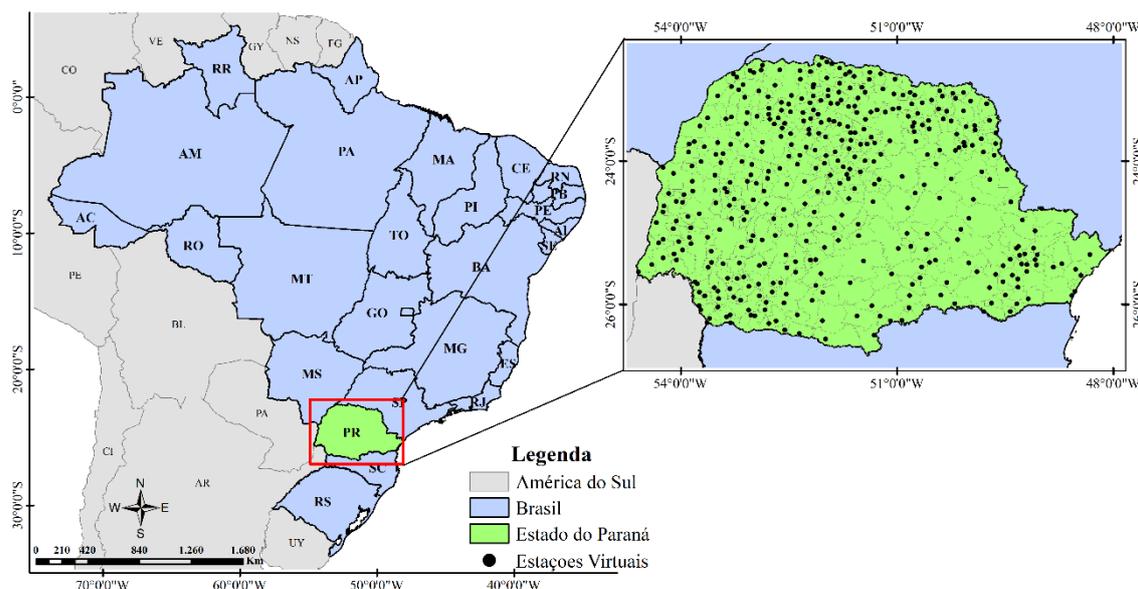


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo

Fonte: Autor próprio (2021)

O índice de temperatura e umidade (ITU) se constitui uma métrica eficaz e prática para verificar o estado bem-estar de vacas em lactação, sendo globalmente utilizado em análises de bioclimatologia (16). O ITU foi calculado através da equação proposta por Buffington et al. (17) utilizando a temperatura ambiente (T_{med}) e a umidade relativa do ar (UR) como elementos climáticos condicionantes para o conforto térmico de vacas leiteiras (Equação 1).

$$ITU = 0,8 \times T_{med} + \left[\frac{UR \times (T_{med} - 14,3)}{100} \right] + 46,3 \quad 1$$

Foram elaboradas classes de bem-estar animal seguindo a classificação elaborada por Pires e Campos (18), levando em consideração os efeitos ambientais de temperatura e umidade relativa do ar sobre a termoneutralidade para vacas leiteiras em produção (Tabela 1).

Tabela 1 – Classes de conforto térmico para o Índice de Temperatura e Umidade (ITU)

ITU	Classe	Descrição
< 70	Normal	Condições ideais para o desempenho produtivo
70 - 72	Alerta	Condições limitantes para o bom desempenho produtivo
72 - 78	Crítico	Desempenho produtivo está comprometido
78 - 82	Perigo	Comprometimento de todas as funções orgânicas dos animais
> 82	Emergência	Providências urgentes devem ser tomadas

Fonte: Autor próprio (2021)

O ITU foi implementado para as quatro estações do ano (Primavera, Verão, Outono e Inverno), a fim de observar o efeito da sazonalidade dos elementos climáticos sobre o conforto térmico dos animais. Com a utilização de um sistema de informações geográficas (SIG), foi realizada a interpolação para todos os elementos climáticos em todas as localidades utilizando o método de Krigagem (19), com um modelo esférico, vizinho a uma resolução espacial de 0,25°.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os elementos climatológicos avaliados apresentaram grande variabilidade espacial e temporal para as estações do ano analisadas nas diferentes regiões do estado do Paraná. A temperatura média do ar (T_{med}) apresentou os maiores valores registrados nas regiões norte e oeste paranaense, e menores no sul do Estado (Figura 2). As estações da primavera (Figura 2 A) e verão (Figura B) correspondem as mais quentes, registrando médias de 23,2 ($\pm 1,9$) °C e 24,2 ($\pm 1,6$) °C respectivamente, com T_{med} superior a 26,1 °C registrados principalmente na região norte do Paraná. O outono (Figura 2 C) e o inverno (Figura 2 D) representam as estações mais frias com médias de 18,9 ($\pm 1,6$) °C e 18,2 ($\pm 1,9$) °C respectivamente, com temperatura abaixo de 16,0 °C no sul do Estado. Esses resultados estão de acordo com Aparecido et al. (20).

A temperatura do ar apresenta efeitos adversos sobre o desempenho de vacas leiteiras, como apresentados por Mikláš et al. (21) avaliando o efeito das estações do ano e da temperatura antes e depois do parto na futura produção de leite de novilhas nascidas, evidenciando que a estação de nascimento e as temperaturas pós-natais de novilhas mães podem influenciar a produção de leite da primeira lactação. Resultados obtidos por Toušová et al. (22) destacaram maior produção de leite diária individual (35,94 kg) e conteúdo de proteína (3,41%) com maior temperatura média diária do ar. Resultados opostos foram observados para a produção de leite do rebanho, bem como para o teor de proteína.

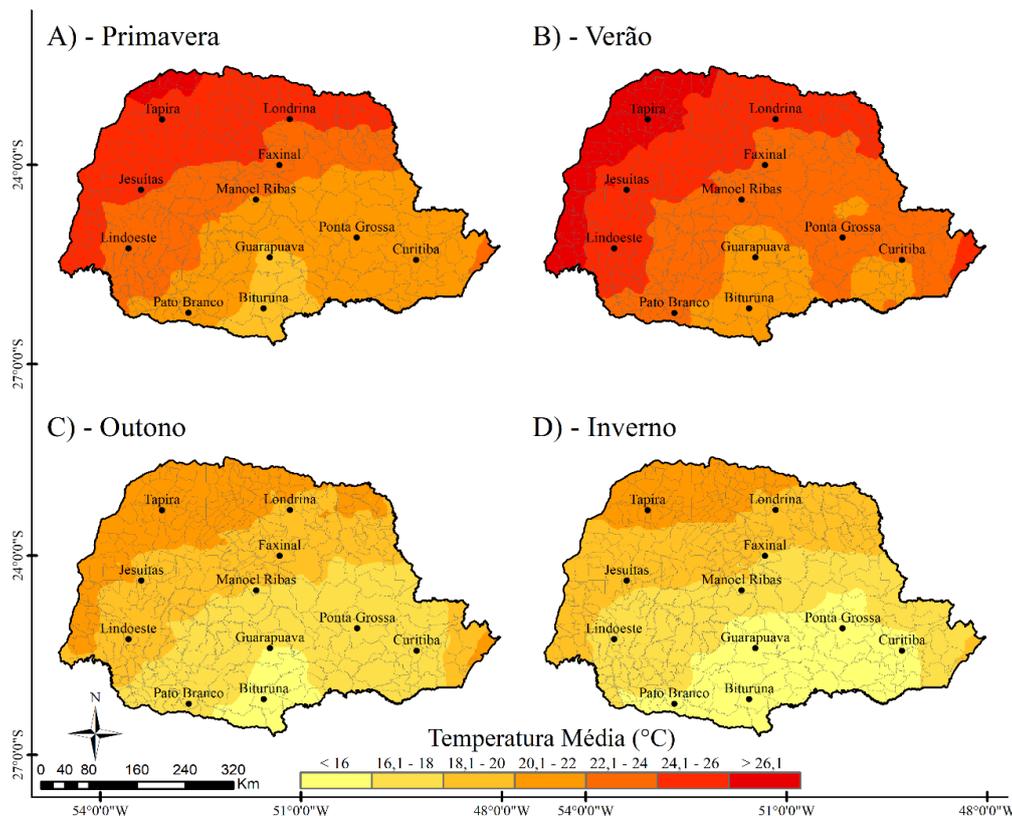


Figura 2 – Temperatura média do ar para as estações do ano no Estado do Paraná
 Fonte: Autor próprio (2021)

A umidade relativa do ar (UR) apresentou maiores índices em localidades próximas ao litoral paranaense (Figura 3) com 84,1% e menores índices ao norte do Estado, principalmente na estação do inverno (Figura 3 D) registrando UR menor que 68,0% no extremo norte do Estado. A estação do outono apresentou os maiores valores de UR, com índices superiores a 80,1% na maior parte do Estado. Localidades com T_{med} e UR elevadas influenciam negativamente o consumo de ração, reduzindo o potencial reprodutivo, e a produção de leite (23; 24).

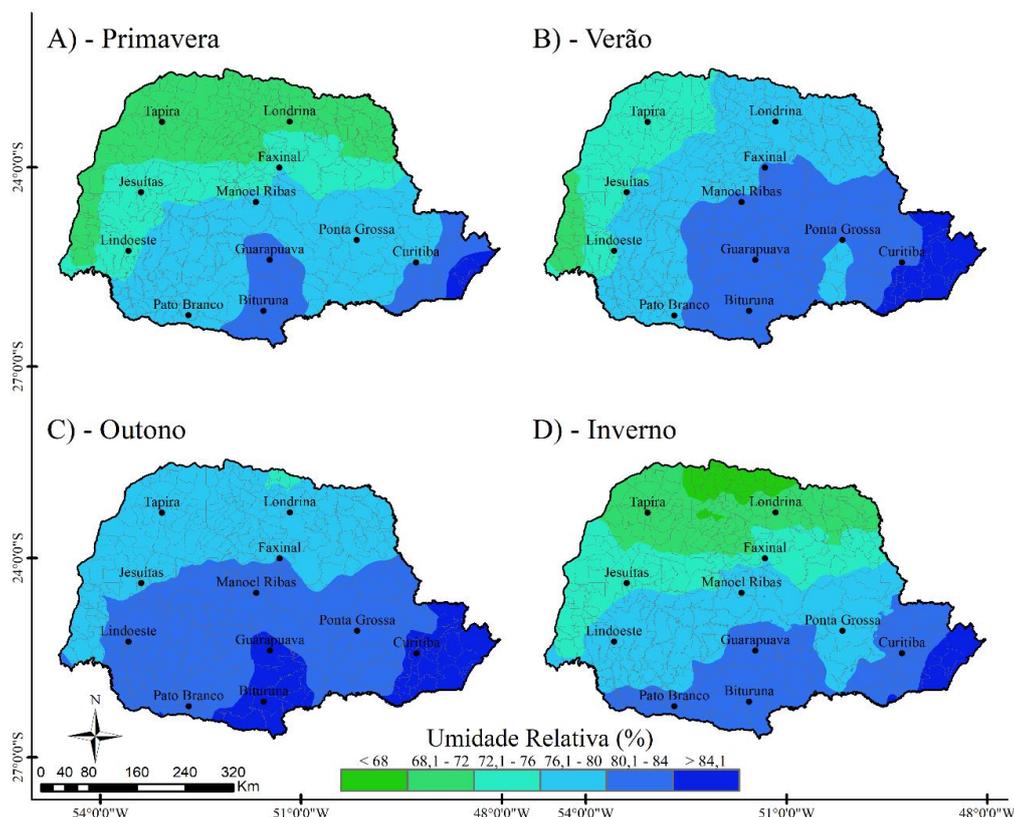


Figura 3 – Umidade relativa para as estações do ano no Estado do Paraná
 Fonte: Autor próprio (2021)

O índice de temperatura e umidade (ITU) apresentou proporcionalidade direta com a T_{med} , apresentando maiores valores de ITU em localidades com T_{med} mais elevada (Figura 4). A região norte do Paraná apresenta ITU superior a 75 nas estações da primavera (Figura 4 A) e verão (Figura B). Nas estações do outono (Figura 4 C) e inverno (Figura D), consideradas as mais frias do ano, o ITU ficou abaixo de 69 no Estado todo, com índices abaixo de 60 sendo registrados no sul do Estado.

O ITU é convencionalmente usado para medir o estresse por calor (25). Lim et al. (26) destacou alterações significativas para a temperatura média da superfície do rúmen e do úbere, para produção de leite e o teor de proteína do leite em vacas Jersey quando o ITU aumentou de 61 para 85, porém a produção de leite não foi significativamente alterada em vacas Holandesas.

Avaliando efeito do ITU sobre a produção de leite e pontuação de células somáticas em vacas leiteiras no Irã, Zare-Tamami et al. (27) constataram maiores produções de leite

quando ITU registrou índices menores que 60 e, associação positiva entre o ITU e o somatório de células somáticas.

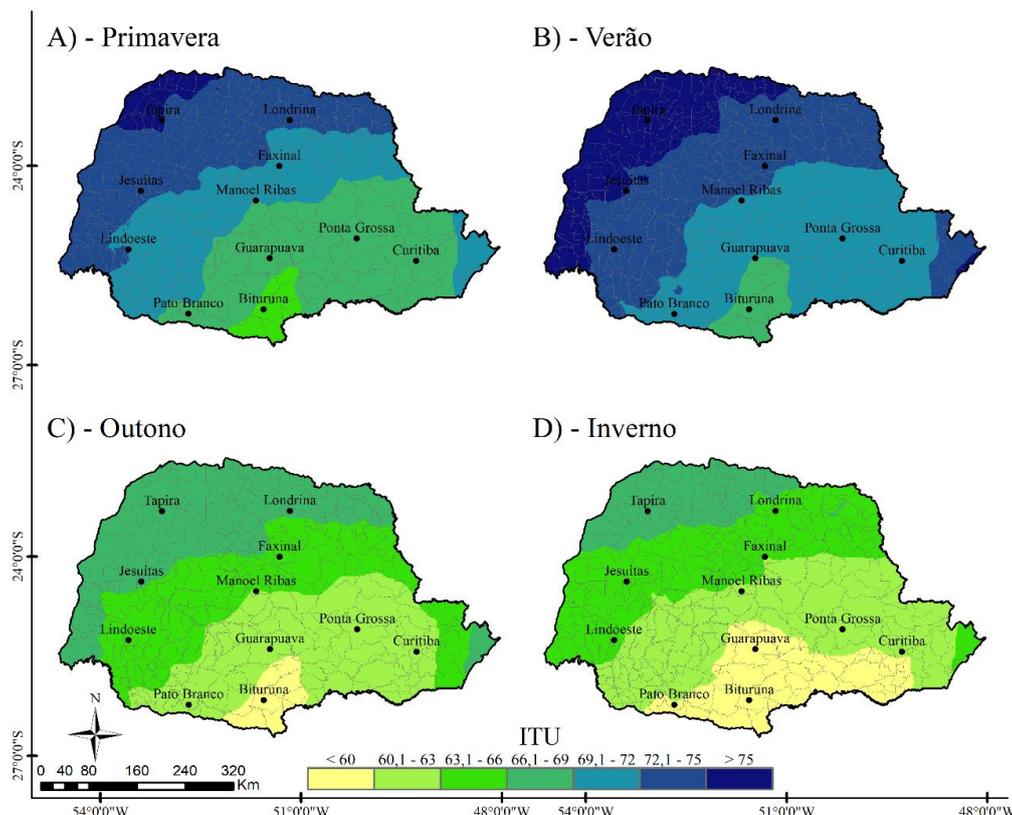


Figura 4 – Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para as estações do ano no Estado do Paraná

Fonte: Autor próprio (2021)

O Estado do Paraná apresentou desenvolvimento de três classes de índice de conforto térmico para o ITU (Figura 5): Normal, Alerta e Crítico. A classe de índice de conforto térmico crítico foi registrada nas regiões norte e oeste do Paraná para a estação da primavera em 33,9% do estado e, também na região do litoral paranaense para a estação do verão em 56,5% do estado (Tabela 2). Essas localidades apresentam ITU e T_{med} elevada associada a baixa UR. Resultados semelhantes foram obtidos por Könyves et al. (28), onde destacaram maior estresse calórico de vacas leiteiras no verão, fator que afeta negativamente a produção de leite e o consumo de forragem de vacas leiteiras.

O índice de conforto térmico alerta, apresenta pouca representatividade na estação da primavera com ocorrência apenas na porção central do Estado e no litoral, com predomínio de 20,2% (Tabela 2). Para a estação do verão a mesma classe apresenta ocorrência apenas na porção central do Estado, com predomínio de 31,8% (Tabela 2), apresentando condições limitantes para o bom desempenho produtivo de vacas leiteiras.

Para o índice de conforto térmico normal, as estações da primavera e verão apresentaram forte ocorrência na região sul do Paraná. Nas estações mais frias, o índice de conforto térmico normal apresenta predomínio em 100% (Tabela 2) do Estado, nas estações de outono e inverno. Nessas condições, a região apresenta T_{med} mais amena e ITU abaixo de 72, proporcionando condições ideais para o desenvolvimento produtivo de bovinos. Vacas estressadas pelo calor exibem diminuição na produção de leite, conteúdo de glicose e ácidos graxos não esterificados (25).

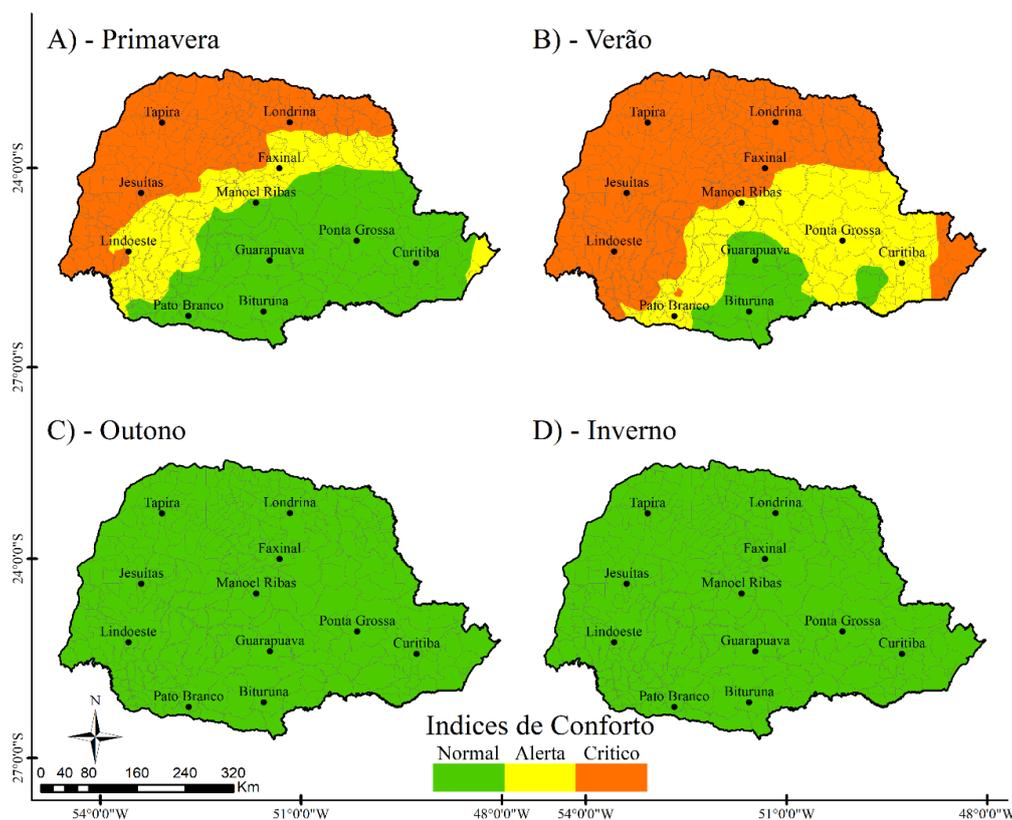


Figura 5 – Índices de conforto térmico para as estações do ano no Estado do Paraná
Fonte: Autor próprio (2021)

O estresse térmico causado pelo impacto negativo das altas temperaturas pode afetar os componentes de produtividade e de qualidade do leite, como teor de gordura (%), sólidos não gordurosos, proteínas, caseína, lactose, e aumentar a contagem de células somáticas e prejudicar a síntese de gordura na glândula mamária (23). Além disso, altas temperaturas ambientais, podem reduzir o desempenho das vacas leiteiras, interferindo na utilização de nutrientes em vacas de transição (5).

De acordo com Stone et al (29), maior produção leiteira requer maior ingestão de ração, o que pode resultar em maior período de ruminação para vacas de baixa produção. Nesse sentido, a adoção de técnicas de manejo corretas são fundamentais para maximizar a produção e diminuir os efeitos do ambiente sobre o sistema de produção adotado. Aranha et al. (30) destacou maior conforto térmico de bovinos em sistema de criação com adição do componente arbóreo, proporcionando diminuição da temperatura e aumento da umidade relativa. Todavia, o estresse por calor representa a reação fisiológica de uma determinada vaca ao seu ambiente térmico, não sendo apenas afetada pelo ITU, como também, pode variar entre raças, indivíduos, fazendas e práticas de manejo (24).

Tabela 2 – Porcentagem dos índices de conforto térmico de vacas leiteiras no Estado do Paraná

Estações do Ano	Normal	Alerta	Crítico
Primavera	46,0	20,2	33,9
Verão	11,6	31,8	56,5
Outono	100,0	-	-

Inverno

100,0

-

-

Fonte: Autor próprio (2021)

CONCLUSÕES

As condições térmicas ambientais no estado do Paraná são favoráveis à exploração da bovinocultura leiteira, apresentando períodos isolados com condições limitantes para o índice de temperatura e umidade (ITU), principalmente nas estações caracterizadas como mais quentes, primavera e verão nas localidades norte e oeste paranaense.

REFERÊNCIAS

1. de Assis J, Ferreira JD, Martins HH, Schneider MB. Cadeia produtiva do leite no Brasil no contexto do comércio internacional. Revista de Ciências Empresariais da UNIPAR. 2016;17.
2. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Gado de Leite – Anuário leite. [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Jul 17]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355117/1528925/Anuário+do+Leite+2021/03c94946-5ac0-4d10-4f1c-394a659503e7>
3. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema de Recuperação Automática - SIDRA: Censo Agropecuário. [Internet]. 2017 [acesso em 2021 Jul 17]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6912>
4. Guimarães KL, da Costa Sarmento PL, Manno MC, de Lima Carvalhal MV. Zoneamento bioclimático para produção de bovinos de leite na região sudeste da Amazônia Legal. PUBVET. 2020;14:141.
5. Kekana TW, Nherera-Chokuda FV, Muya MC, Manyama KM, Lehloenya KC. Milk production and blood metabolites of dairy cattle as influenced by thermal-humidity index. Tropical animal health and production. 2018;50:921-924.
6. Bickert, WG, Mattiello S. Stress in dairy Animals: Cold stress: Management considerations. 2016.
7. Habeeb AAM, Gad AE, El-Tarabany AA, Atta MAA. Negative effects of heat stress on growth and milk production of farm animals. J Anim Husb Dairy Sci. 2018;2:1-12.
8. Rosanova C, Rebouças GF, da Silva MDMP, Rezende DMLC, da Rocha AS, pereira Junior A, et al. Determinação do ITU–índice de temperatura e umidade da região de Araguaína-TO para avaliação do conforto térmico de bovinos leiteiros. Brazilian Journal of Development. 2020;6:69254-69258.
9. Neto AC, Vieira GHS, Haddade IR, Rosado TL, Mello BLB. Aplicação de novas tecnologias na bovinocultura leiteira. Incaper em Revista. 2018;9:51-65.
10. Kemer A, Glienke CL, Bosco LC. Índices de conforto térmico para bovinos de leite

- em Santa Catarina Sul do Brasil. *Brazilian Journal of Development*. 2020;6:29655-29672.
11. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema de Recuperação Automática - SIDRA: Pesquisa Trimestral do Leite. [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Jul 17]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1086>
 12. Aparecido LEDO, Rolim GDS, Richetti J, Souza PSD, Johann JA. Köppen, Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Paraná, Brazil. *Ciência e Agrotecnologia*. 2016;40:405-417.
 13. de Lima RF, de Oliveira Aparecido LE, Lorençone JA, Lorençone PA, Moraes JRSC. CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA PARA O SUL DO BRASIL UTILIZANDO O SISTEMA DE HOLDRIDGE (1967)/CLIMATIC CLASSIFICATION FOR SOUTHERN BRAZIL USING HOLDRIDGE (1967) SYSTEM. *International Journal of Environmental Resilience Research and Science*. 2021;3:187-201.
 14. Stackhouse PW, Westberg D, Hoell JM, Chandler WS, Zhang T. Prediction of Worldwide Energy Resource (POWER)-Agroclimatology methodology-(1.0 latitude by 1.0 longitude spatial resolution). *Predict. Worldw. Energy Resour. POWER-Agroclimatol. Methodol.-10 Latit*. 2015;10.
 15. Monteiro LA, Sentelhas PC, Pedra GU. Assessment of NASA/POWER satellite-based weather system for Brazilian conditions and its impact on sugarcane yield simulation. *International Journal of Climatology*. 2018;38:1571-1581.
 16. Lima MTV, Feitosa JV, Oliveira CW, da Costa ANL. Influência da temperatura e umidade sobre o conforto térmico bovino em Barbalha, Ceará. *PUBVET*. 2018;13:162.
 17. Buffington DE, Collier RJ, Canton GH. Shede management systems to reduce heat stress for dairy cows. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers. 1982;82.
 18. Pires MDFA, de Campos AT. Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite. *Embrapa Gado de Leite-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*. 2004.
 19. Krige DG. A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand. *J South Afr Inst Min Metall*. 1951;52:119–139.
 20. Aparecido LEDO, Rolim GDS, Moraes JRSD, Torsoni GB, Meneses KCD, Costa CTS. Acurácia da Reanálise ERA-Interim do ECMWF e sua Aplicação na Estimativa da Deficiência Hídrica no Estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*. 2020;34:515-528.
 21. Mikláš Š, Tančín V, Sláma P, Čobirka M, Uhrinčat' M, Vršková M, et al. Effect of season and temperature before and after calving on the future milk production of born heifers. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*. 2020;23.

22. Toušová R, Ducháček J, Stádník L, Ptáček M, Pokorná S. Influence of temperature-humidity relations during years on milk production and quality. *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis*. 2017;65:211-218.
 23. Pragna P, Archana PR, Aleena J, Sejian V, Krishnan G, Bagath M, et al. Heat stress and dairy cow: impact on both milk yield and composition. *International Journal of Dairy Science*. 2017;12:1-11.
 24. Liu J, Li L, Chen X, Lu Y, Wang D. Effects of heat stress on body temperature, milk production, and reproduction in dairy cows: A novel idea for monitoring and evaluation of heat stress—A review. *Asian-Australasian journal of animal sciences*. 2019;32:1332.
 25. Hristov S, Stanković APV. Variations in milk production based on the temperature-humidity index and blood metabolic parameters in cows during exposure to heat stress. *Animal Science Papers and Reports*. 2018;36:359-369.
 26. Lim DH, Kim TI, Park SM, Ki KS, Kim Y. Evaluation of heat stress responses in Holstein and Jersey cows by analyzing physiological characteristics and milk production in Korea. *Journal of Animal Science and Technology*. 2021.
 27. Zare-Tamami F, Hafezian H, Rahimi-Mianji G, Abdollahpour R, Gholizadeh M. Effect of the temperature-humidity index and lactation stage on milk production traits and somatic cell score of dairy cows in Iran. *Songklanakarín J. Sci. Technol*. 2018;40.
 28. Könyves T, Zlatkovic N, Memisi N, Lukac D, Puvaca N, Stojsin M, et al. Relationship of temperature-humidity index with milk production and feed intake of holstein-frisian cows in different year seasons. *The Thai Journal of Veterinary Medicine*. 2017;47:15.
 29. Stone AE, Jones BW, Becker CA, Bewley JM. Influence of breed, milk yield, and temperature-humidity index on dairy cow lying time, neck activity, reticulorumen temperature, and rumination behavior. *Journal of dairy science*. 2017;100:2395-2403.
 30. Aranha, HS, Andrighetto C, Lupatini GC, Bueno LGF, Trivelin GA, Mateus GP, et al. Produção e conforto térmico de bovinos da raça Nelore terminados em sistemas integrados de produção agropecuária. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2019;71:1686-1694.
-

A photograph of a brown cow grazing in a lush green field. The cow is positioned on the right side of the frame, facing left. The field is filled with vibrant green grass and some scattered brown leaves. In the background, there are rolling hills and a sky filled with soft, white clouds. A dark green horizontal bar is overlaid across the middle of the image, containing the text 'RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA' in white, bold, uppercase letters. A thin, dark green vertical line runs down the left edge of the page.

RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

ADULTERAÇÕES DE PRODUTOS DE PESCADO: REVISÃO

Romaildo Santos de Sousa¹; Francine Oliveira Batista²

¹Docente do Eixo de Produção Alimentícia do Departamento de Ensino, Pesquisa e Extensão do Instituto Federal de Santa Catarina Campus Canoinhas – IFSC; E-mail: romaildosantos@gmail.com, ²Mestra em Engenharia de Alimentos; E-mail: francine.oliveirab@gmail.com

RESUMO: O pescado representa uma variedade de espécies de animais, como peixes, moluscos, crustáceos dentre outros, e é uma excelente fonte de proteínas e ômega-3 além de vitaminas com excelente valor nutricional. Seu consumo está interligado à prevenção de diversas doenças cardíacas e distúrbios metabólicos no organismo humano. A produção de pescado apresenta grande desenvolvimento e crescimento mundial, principalmente entre as comunidades estabelecidas no litoral. Devido ao caráter geográfico brasileiro, como a disponibilidade hídrica, vasta gama de espécies entre outras, apresentam grande potencial de exploração deste alimento. O pescado e produtos de pescado são regulamentados nas legislações brasileiras, nas quais estabelecem os parâmetros de identidade e qualidade, assim como os procedimentos de fiscalização, para fornecer alimentos seguros ao consumidor. No entanto, os estabelecimentos de processamento de pescado e seus derivados realizam procedimentos fraudulentos que podem oferecer riscos à saúde das pessoas. Assim, esta revisão visa apresentar algumas formas de adulterações em produtos de pescado bem como algumas breves informações sobre as suas características, valor nutritivo e processamento.

Palavras-chave: fiscalização; fraudes; pescado; qualidade

INTRODUÇÃO

O pescado representa uma das maiores fontes de proteína animal, gera renda e movimentada a economia. O peixe é o pescado mais comum consumido e utilizado como matéria-prima na obtenção de conservas e óleo, sendo este último obtido principalmente no Japão, empregado na produção de margarinas no Reino Unido, Alemanha e Holanda (1). Isso demonstra a versatilidade e elevado potencial de aplicação deste produto mundialmente.

A piscicultura brasileira foi influenciada principalmente pela cultura portuguesa e espanhola e representou um papel importante nas comunidades estabelecidas no litoral brasileiro. Segundo os dados da *Food and Agriculture Organization* (2), o comportamento da produção de pescado apresentou alto volume e crescimento obtendo um aumento de 4,19% entre o período de 2010 a 2018 e estima-se que em 2021 alcance uma produção superior a 706 mil toneladas representando 51% da produção pesqueira total do Brasil, observando uma tendência de aumento de consumo.

Devido ao alto crescimento e demanda da produção de pescado o torna foco de adulterações visando o lucro econômico. Esses produtos fraudados não apresentam

condições higiênico-sanitárias adequadas à legislação. A principal adulteração empregada pelos produtores é a troca de espécies que podem gerar agravos à saúde do consumidor principalmente aqueles com alguma restrição alimentar (3).

Contudo, nesta revisão serão abordadas as principais alterações de pescados e suas consequências para o consumidor, além das suas características, aspectos nutricionais e processamento. Para isso, serão trazidos algumas informações, dados e trabalhos de pesquisas para elucidar o tema.

1. PESCADO

A legislação brasileira define como pescado sendo “os peixes, os crustáceos, os moluscos, os anfíbios, os répteis, os equinodermos e outros animais aquáticos usados na alimentação humana” (4). Dentre os grupos de pescado, os peixes são os mais procurados pelos consumidores, assim, a seguir, serão apresentadas as características, valor nutricional e processamento do pescado.

1.1. CARACTERÍSTICAS

A produção de pescado no Brasil é realizada por regimes semi-intensivos de produção, pequenos produtores onde são utilizados viveiros para as criações. Devido às suas condições geográficas, o Brasil apresenta uma variedade de opções dentro da piscicultura visto que apresenta 8400 km de costa marítima e 5,5 milhões de hectares em reservatórios de água doce além de mais de 2500 espécies de peixes identificados (5).

Na aquicultura de água doce temos as principais espécies como a tilápia, carpa, *catfish*, entre outros. A carne de tilápia apresenta coloração branca, textura firme e sabor suave e seu filé alcança as mesmas propriedades sensoriais de espécies marinhas valorizadas como o robalo. O Brasil ocupou em 2019 o quarto lugar na produção mundial de tilápia (6). Dentro da piscicultura marinha temos o linguado, robalo além da produção de ostras, mexilhões e camarões (EMBRAPA 2021).

1.2. VALOR NUTRITIVO

O pescado é a principal fonte de proteínas, minerais (Mg, Mn, Zn, Cu, I etc.), vitaminas hidrossolúveis do complexo B e lipossolúveis A e D e ácidos graxos poli-insaturados, ômega-3, associados à prevenção de diversas doenças cardiovasculares (7).

A carne de pescado é um produto de fonte proteica com alto valor biológico devido ao balanceamento dos aminoácidos essenciais presentes. Na região nordeste do Brasil e comunidades indígenas pode-se observar que não há déficit protéico em vista do hábito de consumo de pescado (1).

Dalton et al. (8) avaliou o consumo de uma pasta de pão contendo farinha de peixes marinhos em relação ao potencial cognitivo do seu consumo por crianças de 7 a 9 anos. Observando um efeito positivo na aprendizagem e memória das crianças que pode ser cumulativo com o contínuo consumo do produto.

A ingestão de pescado é benéfica para o organismo humano devido a fonte de lipídios do tipo ômega-3, ácidos graxos poli-insaturados contendo 18 – 22 carbonos que possuem ligações insaturadas do tipo ω -3. O seu consumo está associado ao metabolismo, prevenindo doenças cardíacas, acidente vascular cerebral, redução da pressão arterial, redução do colesterol, entre outros (9) (10).

Vaz et al. (11) avaliaram o consumo de ácido graxos ômega-3 eicosapentaenóico (EPA) e o docosahexanóico (DHA) que são encontrados principalmente em produtos de origem de marinha e sua junção está relacionada a redução da pressão sanguínea, a excitabilidade cardíaca, controle da glicemia, entre outros benefícios ao metabolismo humano.

1.3. PROCESSAMENTO

No Brasil a maioria do pescado é comercializado fresco ou ao natural, empregado as operações de refrigeração e de congelamento para manter sua qualidade e segurança para o consumo. De acordo com a legislação brasileira o produto denominado fresco é aquele que é processado sem nenhuma conservação exceto o gelo; o produto resfriado deve ser acondicionado em temperatura entre $-0,5^{\circ}$ e -2° °C; o produto congelado deve passar pelo processamento de congelamento adequado empregado temperatura não superiores a -25° °C e após deve ser mantido em câmaras frias a -15° °C (1).

O resfriamento é uma operação de conservação em alimentos onde se emprega a remoção de calor, a temperatura é reduzida entre -1° a 8° °C com o objetivo de reduzir as alterações químicas e microbiológicas além de causar alterações mínimas nas características sensoriais. O congelamento possui como objetivo a redução da temperatura abaixo do seu ponto de congelamento seja por refrigeração mecânica ou criogenia, as características químicas e microbiológicas são mantidas, porém com uma pequena perda na qualidade sensorial devido ao congelamento, armazenamento e descongelamento (12).

O gelo utilizado nas operações de conservação de pescado pela indústria brasileira é em forma de escamas ou cubos de no máximo 1 cm^3 em camadas intercaladas com o pescado, auxiliando assim na troca térmica em proporção de 1:1 e mantendo o frescor do produto (1).

2. TIPOS MAIS COMUNS FRAUDES EM PESCADO

O pescado é um alimento que sofre deterioração microbiológica, físico-química e sensorial de forma acelerada quando manipulado ou armazenado de forma inadequada. Por estes motivos, alguns produtores, processadores e comerciantes de pescado fazem o uso de técnicas ilícitas ou de forma inadequada para fraudar os seus produtos. Neste aspecto, o consumidor é o principal prejudicado economicamente, que acaba perdendo com as adulterações no pescado e produtos de pescado.

Assim, o controle e combate às adulterações no pescado estão previstos no Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), que visa garantir a integridade e qualidade do pescado e seus derivados. Ao tomar conhecimento de evidência ou suspeita de adulteração no pescado, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) aplica medidas cautelares que estão relacionadas ao impedimento da comercialização e consumo dos produtos por meio da apreensão, da suspensão provisória do processamento de fabricação e de amostragem do produto para realização de análises laboratoriais (13).

As principais adulterações no pescado estão relacionadas com uso demasiado de aditivos e coadjuvantes de tecnologia, adição de água, subtração do frescor e substituição de espécies, que serão brevemente apresentadas a seguir.

2.1. ADIÇÃO DE ÁGUA

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do peixe congelado (4), que limita a 12% a aplicação de água, com ou sem aditivos, sobre a superfície do peixe, para realizar o glaciamento (ou glaceamento) ou congelamento. Os limites máximos para camarão congelado e lagosta congelada são de até 20% e 12% do peso líquido declarado, respectivamente (14) (15).

O glaciamento consiste na aplicação de água por imersão ou aspersão e tem como objetivo evitar a oxidação e a desidratação do pescado, através da formação de uma camada protetora de gelo (Figura 1), e a água utilizada deve ser descontada no peso líquido informado ao consumidor.



Figura 1 – Filés de Polaca do Alasca (*Gadus chalcogrammus*) com 6,5% (à esquerda) e 25% (à direita) de glaciamento

Fonte: Adaptado de MAPA (16)

Neste contexto, a fraude acontece principalmente pela adição de água além do limite máximo permitido ou pelo fato do produtor não descontar a quantidade de água no valor do peso líquido do produto. Além disso, a falta de controle do processo e a aplicação repetida do glaciamento por tempo prolongado podem acarretar nesta fraude. De qualquer modo, o consumidor acaba sendo enganado e medidas corretivas devem ser aplicadas.

Gonçalves et al. (17) realizaram uma avaliação de pescados produzidos com a técnica de glaciamento e constataram fraudes em aproximadamente 33% das amostras, que apresentaram valores acima do máximo permitido e assim inconformidades com a legislação. O número de pescados congelados fraudados foi ainda maior nas avaliações realizadas por Santos, Albinati e Teshima (18), onde cerca de 47,6% das amostras analisadas se encontram além dos limites estabelecidos pela legislação, o que demonstra uma certa preocupação recorrente na aplicação do glaciamento praticado na indústria pesqueira que, sobretudo, causa prejuízo econômico ao consumidor.

2.2. ADITIVOS E COADJUVANTES DE TECNOLOGIA

A utilização de aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologias em pescado e produtos de pescado, incluindo moluscos, crustáceos, equinodermos, anfíbios e répteis, são permitidos através da Resolução nº 329, de 19 de dezembro de 2019 (19), dos quais devem atender às especificações da *Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives* (JECFA), *Food Chemicals Codex* (FCC), *European Food Safety Authority* (EFSA) ou União Europeia.

O uso de estabilizantes, dentre eles os fosfatos, difosfatos, trifosfato e polifosfatos, em pescado fresco, resfriado ou congelado, confere um aumento na capacidade de retenção de umidade nas células, evitando a perda de água nos tecidos, que preserva o peso e as características sensoriais (20). A legislação supracitada estabelece que o limite máximo permitido é de 0,5 g. 100g⁻¹, que deve ser adicionado somente na água do processo de glaceamento. No entanto, quando utilizado de forma demasiada ou adicionado de outra forma, como injeção intramuscular conhecida internacionalmente como *oversoaking* (Figura 2), é caracterizado como fraude.



Figura 2 – *Oversoaking*, realizado por injeção intramuscular, para promover maior absorção de água em banhos de imersão

Fonte: Adaptado de MAPA (16).

Recentemente, houve uma operação da Polícia Federal contra um grupo criminoso que atuava na Superintendência do MAPA de Santa Catarina, onde verificou-se uma série de irregularidades na região do Vale do Itajaí relacionadas com a venda de pescados importados que foram adulterados com a adição de água e de agentes químicos através da técnica de *oversoaking* (21). Essas práticas de fraude devem ser reportadas para os órgãos de fiscalização para que sejam investigadas na tentativa de evitar prejuízos econômicos aos consumidores.

Os coadjuvantes de tecnologias são usados principalmente com função de agente de controle de microrganismos, gás para embalagem e enzimas, que prolongam a vida útil dos produtos. O ácido lático, por exemplo, é um agente antimicrobiano que pode ser utilizado em *quantum satis* em pescado e seus produtos somente na água de lavagem da superfície do pescado destinado à industrialização. Porém, Molognoni et al. (22) destacam que a identificação desse ácido e de outros aditivos é importante no controle de fraudes e eventuais danos à saúde dos consumidores.

2.3. SUBTRAÇÃO DE INDICATIVOS DE FRESCOR

A subtração de indicativos de frescor é uma das fraudes mais comuns em pescados, sobretudo para os peixes e crustáceos. Os atributos de frescor de peixes e crustáceos, respeitadas as particularidades de cada espécie, estão estabelecidos em lei e apresentados resumidamente na Tabela 1.

Tabela 1 – Principais atributos de frescor para peixes e crustáceos

Peixes	Crustáceos
Superfície do corpo limpa, brilhante e sem qualquer pigmentação estranha.	Aspecto geral brilhante e úmido.
Olhos claros, vivos, brilhantes, luzentes, convexos e transparentes.	Corpo em curvatura natural, rígida, artigos firmes e resistentes.
Brânquias ou guelras róseas ou vermelhas, úmidas e brilhantes com odor natural, próprio e suave.	Carapaça bem aderente ao corpo.
Escamas brilhantes e aderentes à pele e nadadeiras resistência aos movimentos provocados.	Coloração própria da espécie, sem qualquer pigmentação estranha.
Abdômen com forma normal e firme.	Olhos vivos, proeminentes.
Odor próprio, característico da espécie.	Estarem vivos e vigorosos (lagostas, siris e caranguejos)
Vísceras íntegras.	Odor próprio e suave.
Carne firme e consistência elástica.	

Fonte: Adaptado de Brasil (13)

Como observado na Tabela 1, os atributos de frescor do pescado devem ser semelhantes ao do animal vivo. Uma série de questões podem interferir na qualidade do frescor dos pescados, dentre elas a manipulação e o armazenamento inadequados. Um estudo alerta sobre a baixa qualidade do frescor de pescados comercializados no varejo e recomendam meios para evitar este tipo de prática, como educação dos manipuladores e comerciantes sobre as boas práticas no manuseio e armazenamento de peixes frescos com intuito de conservá-los (23).

Ainda, na manipulação e comercialização, o pescado fresco pode sofrer algum tipo de processo, no qual mascara as características de aparência, sabor e odor. O pescado inadequado para o consumo é submetido a tratamentos ilícitos como o uso de gelo adicionado de peróxidos e imersão em solução aquosa de cloro, nos quais engana o consumidor no momento da compra. A apresentação do filé é outro meio usado para enganar os consumidores, onde o comerciante oculta a parte deteriorada do produto quando apresentado em um balcão expositor refrigerado.

2.4. SUBSTITUIÇÃO DE ESPÉCIES

A fraude por substituição de espécies de pescado fresco ou em seus produtos são comuns no Brasil, e esta prática é considerada crime e de difícil identificação. O Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017 (24) estabelece que a denominação comum da espécie de pescado – e, caso seja necessário, o nome científico – deve ser informada na rotulagem.

Esta prática acontece geralmente com produtos de pescado mais caros, que são substituídos por espécies de baixo valor comercial ou menos saudáveis. Além da fraude relacionada com fatores econômicos, a substituição pode ocorrer ainda com espécies que estão sob o período de seguro defeso, onde a pesca fica restrita, e por falta de espécies típicas importadas de outros países. A forma de apresentação e a mesma denominação comum para identificar espécies diferentes do produto exposto aos clientes dificulta ainda mais a identificação desse tipo de fraude no comércio.

Rebouças e Gomes (25) relacionam algumas espécies mais fraudadas por substituição no Brasil e no mundo, que estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Principais substituições de espécies de pescado

Espécie do pescado	Espécie de pescado usado na substituição
Pargo (<i>Lutjanus purpureus</i>)	Guaiúba (<i>Ocyurus chrysurus</i>), Cioba (<i>Lutjanus analis</i>)
Panga (<i>Pangasius pangasius</i>)	Piramutaba (<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>), Mapará (<i>Hypophthalmus edentatus</i>)
Pescada (<i>Cynoscion virescens</i>)	<i>Perficormes sp.</i>
Polaca do Alasca (<i>Theragra chalcogramma</i>)	<i>Genypterus blacodes</i> , <i>Pangasius hypophthalmus</i> , <i>Micromesistius australis</i>
Merluza (<i>Merluccius merluccius</i>)	<i>Merluccius spp</i>
Linguado (<i>Pleuronectes platessa</i>)	<i>Platichthys flesus</i> , <i>Limanda limanda</i>
Garoupa verdadeira (<i>Epinephelus marginatus</i>)	<i>Gadus spp</i> , <i>Pollachius spp</i> , <i>Reinhardtius hippoglossoides</i> , <i>Oreochromis niloticus</i>
Atum-rabilho (<i>Thunnus thynnus</i>)	<i>Thunnus obesus</i>

Fonte: Adaptado de Rebouças e Gomes (25)

O MAPA realizou uma coleta de amostras de peixes em 12 estados brasileiros durante a Semana Santa, onde o consumo de peixes aumenta consideravelmente, e identificaram que quase 10 % das amostras sob a fiscalização do Serviço de Inspeção federal (SIF) e 55,6% das amostras sob Serviço de Inspeção Estadual (SIE) e Serviço de Inspeção Municipal (SIM) tinham algum tipo de irregularidade sobre a espécie informada no rótulo, nas quais foram identificadas através de exame de DNA dos produtos (26).

A preocupação e a importância da identificação dessa prática ilícita são ressaltadas por Cawthorn, Steinman e Witthuhn (27), que destacaram a má rotulagem das espécies de peixes, principalmente no varejo e em produtos processados. Os autores explicam que o uso de nomes de grupos genéricos ou o uso de nomes mais exóticos para aumentar o apelo do mercado de produtos de pescado não só está potencialmente impactando os

consumidores financeiramente, mas também pode estar prejudicando sua saúde. Deste modo, torna-se essencial o controle por parte dos órgãos de fiscalização, bem como a conscientização dos comerciantes e consumidores sobre a fraude por substituição.

CONCLUSÃO

A cadeia produtiva de pescado apresenta importância econômica e social, por isso a inspeção e a fiscalização são realizadas de forma constante. Contudo, como demonstrado nesta revisão, ainda ocorrem problemas com relação às adulterações desses produtos, que trazem prejuízos econômicos e de saúde aos consumidores. As principais fraudes relatadas estão relacionadas à adição de água, uso de aditivos, subtração de indicativos de frescor e substituição de espécies, sendo estes dois últimos comumente praticados. Portanto, o consumidor deve ficar atento às características de frescor e de qualidade dos produtos de pescado, além disso a ação dos órgãos de fiscalização e de controle.

REFERÊNCIAS

1. Oetterer M, Lima UA. Pescado. In: Lima UA. Matérias-Primas dos Alimentos. São Paulo: Blucher, 2010 p. 359-389.
2. FAO - Food and Agriculture Organization. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020 [Internet]. 2020 [acesso em 2021 Ago 5]. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf>.
3. Bertelli M. A fraude por substituição de espécies de pescado [Internet]. 2015 [acesso em 2021 Ago 10]. Disponível em: <https://foodsafetybrazil.org/a-fraude-por-substituicao-de-especies-de-pescado>
4. Brasil. Instrução Normativa nº 21, de 31 de maio de 2017. Dispõe sobre o regulamento técnico que fixa a identidade e as características de qualidade que deve apresentar o peixe congelado. Diário Oficial da União. 7 jun 2017; Seção 1:5-6.
5. Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Pesca e Agricultura. [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Ago 5]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-pesca-e-aquicultura>
6. PeixeBR – Associação Brasileira de Piscicultura [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Ago 5]. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br>
7. Lins PMO. Beneficiamento do Pescado: Sistema Escola Técnico Aberta do Brasil, 2010.
8. Dalton A, Wolmarans P, Witthuhn RC, Stuijvenberg ME, Swanevelder SA, Smuts CM. A randomised control trial in schoolchildren showed improvement in cognitive function after consuming a bread spread, containing fish flour from a marine source. Prostaglandins, leukotrienes and essential fatty acids. 2009;80(2-3):143-149.

9. Minozzo MG. Processamento e conservação do pescado: Sistema Escola Técnico Aberta do Brasil, 2010.
10. Reis TSM, Ferreira MA, Bispo ASR, Evangelista-Barreto NS. Proteína de peixe e fibras vegetais como ingredientes em panificação: uma revisão narrativa com ênfase em alimentos funcionais. In: Cordeiro CAM, Sampaio DS, Holanda FCAF. Engenharia de Pesca: aspectos teóricos e práticos. Guarujá: Científica Digital; 2021. p. 264-281.
11. Vaz DSS, Guerra FMRM, Gomes CF, Simão ANC, Junior JM. A importância do ômega 3 para a saúde humana: um estudo de revisão. Rev Uningá Review. 2014;20(2):48-54.
12. Fellows PJ. Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática. 4 ed. Porto Alegre: Artmed; 2019.
13. Brasil. Lei nº 10.468, de 18 de agosto de 2020. Dispõe sobre o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial da União. 18 ago 2020; Seção 1:5-14.
14. Brasil. Instrução Normativa nº 24, de 20 de agosto de 2019. Dispõe sobre o regulamento técnico que fixa a identidade e os requisitos de qualidade que devem apresentar a lagosta fresca e a lagosta congelada. Diário Oficial da União. 28 jul 2019; Seção 1:4.
15. Brasil. Instrução Normativa nº 23, de 20 de agosto de 2019. Dispõe sobre o regulamento técnico que fixa a identidade e os requisitos de qualidade que devem apresentar o camarão fresco, o camarão resfriado, o camarão congelado, o camarão descongelado, o camarão parcialmente cozido e o camarão cozido. Diário Oficial da União. 28 jul 2019; Seção 1:1.
16. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de Reinspeção de Pescado Importado [Internet]. 2021 [acesso em 2021 Jul 24]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/internacional/portugues/importacao/animal/produtos-de-origem-animal-comestiveis/manuais-de-reinspecao/anexo-ii-manual-de-reinspecao-de-pescado-v1-3.pdf>
17. Gonçalves JG, Cruz AL, Bryant MMM, Kuhlmann M, Andrade SB. Avaliação do percentual de glaciamento de pescados comercializados em Lauro de Freitas – BA. Rev. de Edu. Cont. em Med. Vet. e Zoot. do CRMV-SP, 2013;11(3):57-58.
18. Santos RS, Albinati FL, Teshima E. Avaliação de qualidade de pescados congelados comercializados em feira de Santana/BA. Seminário de Iniciação Científica; 2018 Abr 26. Anais. Feira de Santana, 2018;(22):1-5.
19. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Resolução nº. 329, de 19 de dezembro de 2019. Estabelece os aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia

- autorizados para uso em pescado e produtos de pescado. Diário Oficial da União 26 dez 2019; Seção 1.
20. Panseri S, Arioli F, Biolatti C, Mosconi G, Pavlovic R, Chiesa LM. Detection of polyphosphates in seafood and its relevance toward food safety. *Food Chemistry*, 2020;332:127397.
 21. Isto é dinheiro. Operação da PF investiga Agricultura e fraude no processamento de pescado em SC [Internet]. 2017 [acesso em 2021 jun 27]. Disponível em: <https://www.istoedinheiro.com.br/operacao-da-pf-investiga-agricultura-e-fraude-no-processamento-de-pescado-em-sc/>
 22. Molognoni L, Daguer H, Sá Plôêncio LA, Lindner JDD. A multi-purpose tool for food inspection: Simultaneous determination of various classes of preservatives and biogenic amines in meat and fish products by LC-MS. *Talanta*, 2018;178:1053-1066.
 23. Santos APB, Kushida MM, Lapa-Guimarães J. Avaliação da qualidade de pescada amarela (*cynoscion acoupa*) comercializada resfriada utilizando o método do índice de qualidade (MIQ), análises químicas e microbiológicas. *B. Ceppa*, 2014;32(2):177-190.
 24. Brasil. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial da União. 30 mar 2017; Seção 1:3.
 25. Rebouças LOS, Gomes RB. Fraudes no processamento do pescado. *PUBVET*, 2017;11(2):124-129.
 26. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Amostras apontam índice de 9,3% de não conformidade [Internet]. 2018 [acesso em 2021 jun 27]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/amostras-apontam-indice-de-9-3-de-nao-conformidade>
 27. Cawthorn DM, Steinman HA, Witthuhn RC. DNA barcoding reveals a high incidence of fish species misrepresentation and substitution on the South African Market. *Food Research International*, 2012; 46(1): 30-40.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-149>

Capítulo 149

ESTRESSE E SEUS EFEITOS NA QUALIDADE DA CARNE DE PEIXE: REVISÃO

Francielly Corrêa Albergaria¹; Diana Carla Fernandes Oliveira²; Pedro Massahiro de Matos Murata³; Jeferson Gomes Clementino⁴; Anderson Henrique Venâncio⁵; Maria Emília de Sousa Gomes⁶; Alcinéia de Lemos Souza Ramos⁷

¹Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos-UFLA; E-mail: franalbergaria@hotmail.com; ²Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia- UFLA; E-mail: diana_zootecnista@yahoo.com.br; ³Graduando em Zootecnia-UFLA; E-mail: pmassahiro@gmail.com; ⁴Graduando em Zootecnia-UFLA; E-mail: jeferson.clementino1@estudante.ufla.br; ⁵Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos-UFLA; E-mail: anderson123dfgh21@gmail.com;

⁶Docente/pesquisadora do Departamento de Ciência dos Alimentos-UFLA; E-mail: maria.emilia@ufla.br; ⁷Docente/pesquisadora do Departamento de Ciência dos Alimentos-UFLA; E-mail: alcineia@ufla.br.

RESUMO: Na aquicultura, os procedimentos de manejo dos peixes são muitas vezes traumáticos, podendo causar graves reações fisiológicas e bioquímicas. Com o aumento da produção aquícola, percebe-se a necessidade de conhecer a influência do manejo sobre a qualidade da carne. Assim, o objetivo desta revisão bibliográfica foi avaliar como o estresse pode afetar a qualidade da carne em peixes. Através da análise de trabalhos disponíveis, pode-se perceber que o estresse afeta a qualidade da carne do pescado, já que a natação vigorosa leva ao uso intenso do músculo branco. Animais estressados antes do abate entram em *rigor mortis* mais rapidamente, diminuindo o pH da carne, sua vida útil e qualidade. Além disso, o manuseio e processamento do peixe durante o *rigor mortis* causam menor rendimento do filé e perda da qualidade da carne. O estresse agudo antes do abate pode desencadear carnes com textura menos firme, ao passo de que estresse de longa duração acarreta em aumento da firmeza da carne. Além disso, o estresse pode provocar aumento na incidência de *gaping* e diminuição da capacidade de retenção de água. A cor da carne varia muito entre espécies de peixes, podendo ou não estar associada ao estresse *ante mortem*.

Palavras-chave: manejo; abate; vida útil

INTRODUÇÃO

O cultivo de peixe é uma realidade brasileira que se encontra em expansão, considerando, principalmente, os recursos hídricos e os estudos em melhoramento genéticos das espécies. De acordo com a PeixeBR (2021) (1), a produção de peixes de cultivo saltou para 802.930 t sobre 2019 (758.006 t), sendo considerado o segundo melhor desempenho, desde 2014.

É esperado que a produção aquícola no Brasil continue crescendo não somente para o consumo *in natura*, mas também para o aumento da indústria processadora, que já lança

periodicamente nos mercados consumidores, diferentes produtos à base de pescado. A qualidade da matéria prima é fundamental e completamente dependente de como os cultivos são conduzidos em todos os aspectos técnicos, podendo inclusive o consumidor final remunerar melhor por produtos diferenciados e certificados, quanto ao emprego de práticas ambientalmente amigáveis, bem-estar animal e aspectos sociais justos (2), dessa forma, a indústria da aquicultura moderna está cada vez mais preocupada com esses requisitos ao longo da cadeia produtiva (OURIVEIS et al., 2020) (3).

As práticas de manejo da piscicultura, mesmo quando bem conduzidas, quase sempre são fontes causadoras de estresse, expondo os animais a estímulos adversos ao seu equilíbrio metabólico com o ambiente (4) e, como consequência, favorecendo mudanças na qualidade da carne do pescado como o aumento da proliferação microbiana, diminuição do tempo de *pré-rigor* e *rigor mortis*, modificação no pH e na textura do músculo, influenciando no tempo de vida útil do produto. Porém, o grau em que os atributos da qualidade da carne serão afetados pelo estresse vai depender da duração e velocidade do estressor (5). Posto isso, tem-se a necessidade de buscar métodos que possam minimizar as situações de estresse aos animais, uma vez que o manejo no momento do abate tem consequências para a qualidade do produto final destinado aos consumidores (6), considerando a alta perecibilidade do pescado (7).

Portanto, pesquisas relacionadas ao manejo pré-abate sobre parâmetros fisiológicos e de qualidade do pescado são fundamentais para a evolução da aquicultura brasileira, possibilitando à indústria métodos mais eficientes de manejo e processamento do pescado. Nesse sentido, o trabalho teve como objetivo realizar um levantamento de principais estudos relacionados ao estresse pré-abate e seus efeitos na qualidade no produto final da carne de peixe.

MANEJO E ESTRESSE EM PEIXES

Nas etapas que antecedem o beneficiamento, os peixes passam por algumas práticas de manejo, que mesmo quando realizadas da maneira mais adequada, causam estresse, podendo influenciar na qualidade da matéria-prima, já que a perecibilidade e a qualidade da carne estão diretamente ligadas à maneira como o animal foi produzido e abatido (7).

Práticas de manejo, como práticas errôneas adotadas durante a captura, transporte e abate, podem expor os peixes a grandes perturbações no seu equilíbrio fisiológico, causando estresse. Segundo Pickering (1981) (8), estresse pode ser definido como um conjunto de respostas do organismo a um ou mais estímulos adversos de origem interna ou externa, dessa forma, os estressores perturbam ou ameaçam o equilíbrio homeostático dos peixes com o ambiente, em que uma série de respostas compensatórias do organismo faz com que os animais busquem a manutenção da homeostase, adaptando-se as novas condições ambientais. No entanto, se os peixes forem submetidos a estressores constantes, e por longos períodos, essas respostas compensatórias podem causar danos permanentes à saúde e ao bem-estar do animal (9).

Uma condição estressante é desencadeada por meio da Síndrome de Adaptação Geral (SAG) que pode ser dividida em três respostas. A resposta primária é iniciada por um aumento imediato de níveis de hormônios corticosteroides e de catecolaminas, resultando no aumento de concentração de glicose no sangue (10). Em situação de estresse, a glicose sanguínea é aumentada a fim de fornecer energia ao organismo para enfrentar a situação desfavorável (11). A hiperglicemia dos peixes é uma resposta corporal ao estresse sofrido, pois os glicocorticóides, corticosteróides e catecolaminas fazem elevar o nível de

açúcar do sangue (12), resposta aliada também à liberação de glicogênio, o principal carboidrato de reserva do peixe (13). As alterações na glicose circulante provocadas por um agente estressor variam conforme espécie, tamanho, sexo e linhagem, e do estressor provocado, como tipo, severidade e intensidade (11).

O aumento de concentração de glicose no sangue culmina no início da resposta secundária, em que há aumento do débito cardíaco e o fluxo sanguíneo nas brânquias se torna acelerado. Os corticosteroides desencadeiam, também, um significativo aumento da permeabilidade das membranas celulares e isso reflete, no caso de peixes de água doce, em desequilíbrio osmorregulatório por excessiva entrada de água e perda de íons através do epitélio branquial. A terceira resposta da SAG enfim, é marcada por imunossupressão e afeta a resistência dos peixes, predispondo o animal a enfermidades (14).

O estresse sofrido por práticas de manejo mal elaboradas, podem causar alta taxa de mortalidade, queda no crescimento e afetar a reprodução dos animais. Os peixes que são direcionados ao abate, também sofrem com o estresse dessas práticas, prejudicando sua qualidade (15, 16). O estresse pré-abate pode reduzir o tempo de *rigor mortis* dos peixes fazendo com que o animal desenvolva um rigor mais drástico, afetando a textura da sua carne e outras características de qualidade. Os peixes que são submetidos a diferentes níveis de estresse, apresentam qualidade de carne inferior, e maior susceptibilidade aos processos de deterioração durante o armazenamento, comparada à carne de peixes não estressados antes do abate (15, 5). Por esse motivo, trabalhos estão sendo realizados para minimizar o estresse dessas práticas, buscando estratégias para um aprimoramento tecnológico para os produtores e indústrias de processamento, buscando melhorias no produto final (17, 18, 19, 20, 21, 22, 23).

As despescas são práticas rotineiras nas pisciculturas, realizadas em diferentes etapas da criação, podendo ter diferentes finalidades como a classificação e transferência dos peixes para outras unidades de produção. A despesca é uma prática agressiva e que se caracteriza por causar estresse agudo, severo e de curta duração aos peixes (15). Os danos adquiridos por meio dessa prática de manejo podem machucar os animais, abrindo orifícios no seu corpo, podendo prejudicar seu aspecto e sua futura conservação, tornando entrada para contaminações bacterianas diminuindo assim, o tempo de vida útil e consequentemente o valor do produto final (9). Para garantir a qualidade dos peixes, é necessário aplicar práticas corretas com o máximo de cuidado, de maneira cautelosa e rápida, sendo bem planejada para evitar o estresse, como a escolha do horário a ser realizada essa prática, o recomendado é utilizar horários com temperaturas mais amenas, como nas primeiras horas da manhã. Além disso, os peixes também devem passar por um jejum de 24 à 48h antes dessa prática, sendo essencial para que os animais não gastem suas reservas energéticas, dificultando ainda mais o transporte.

No transporte, vários fatores são causadores de estresse nos peixes, como a duração, qualidade da água, tamanho dos peixes, jejum antes do transporte, densidade e espécie de peixe (24). Por essa prática ser considerada traumática, diferentes técnicas podem ser usadas para diminuir os efeitos negativos causados pelas operações envolvidas no transporte. Estas medidas podem ajudar a reduzir o estresse dos peixes, entre elas pode-se destacar: o jejum prévio, que é realizado para esvaziamento completo do trato digestivo, o jejum reduz a quantidade de fezes na água do transporte, diminuindo o impacto negativo das fezes na água; a temperatura da água de transporte também deve ser monitorada, pois o consumo de oxigênio pelos peixes será maior se a temperatura for elevada; o uso de sal na água, durante o transporte é comum, por ser uma técnica que minimiza perdas de íons para o meio, reduzindo o gasto energético para a manutenção da homeostase

osmorregulatória. Outros agentes redutores de estresse, como anestésicos, vitamina C, entre outros, também estão sendo usados para diminuir o estresse desta prática. A densidade e o tempo são duas variáveis que afetam o desempenho dos peixes durante o transporte por isso o cuidado com a densidade é de grande importância nessa prática, e vai depender da duração do transporte (22, 24, 25).

O estresse do abate, pode influenciar diretamente no aumento da atividade do músculo, diminuindo suas reservas energéticas, o ATP (adenosina trifosfato), afetando, inicialmente, o pH e o desenvolvimento rápido do *rigor mortis*, e, posteriormente, outros fatores determinantes de qualidade (26, 27). Não há nenhuma resolução indicando o melhor método de abate para ser utilizado em peixes, mas já se sabe que essa prática pode afetar diretamente a qualidade da carne (5, 23, 28). Com a finalidade de proporcionar uma maior qualidade ao produto final, diminuindo o tempo da morte dos animais, favorecendo o bem-estar e conseqüentemente uma melhoria na sua carne, diferentes métodos de abate são aplicados piscicultura. Métodos de abate que provocam uma longa agonia em peixes são muito estressantes e devem ser evitados. Para o favorecimento do bem-estar dos peixes e qualidade, o método de abate, deve ser rápido e eficiente para obtenção de um rápido atordoamento (5, 29, 30). De maneira geral, observa-se que os métodos de abate que causam menos estresse e menores impactos negativos na qualidade da carne são os feitos por choque elétrico, percussão craniana e overdose de anestésicos quando, é claro, são aplicados de maneira correta, pensando-se nas características individuais de cada espécie. Enquanto que, os métodos que mais possuem impactos negativos na carne são por asfixia fora da água ou no gelo, pois é um processo lento pode ocorrer uma maior secreção de cortisol e expressão da enzima lactato desidrogenase, responsável pela síntese de lactato, além uma menor concentração de ATP (31, 32), além da termonarcorese, imersão em água com mistura gasosa e banho de sal, salvo algumas espécies que tiveram respostas excepcionais a tais métodos (5).

ESTRESSE E ALTERAÇÕES NA QUALIDADE DE CARNE DE PEIXES

Durante a produção de peixes, os animais sofrem diversos estresses, tanto agudos, como o manuseio, crônicos como a densidade e o transporte, e ambiental, como flutuação de temperatura e pH (3), todos estes fatores levam a perdas na qualidade. A qualidade do pescado define-se como o conjunto de características mensuráveis que permita avaliá-lo, considerando-o próprio ou impróprio para consumo (33). O termo qualidade está intimamente ligado com a soma dos atributos físicos, sensoriais, químicos e microbiológicos dos alimentos, sendo diretamente relacionada ao frescor, e essa qualidade pode ser entendida também como um conjunto de atributos que atenda a exigências do consumidor (4).

O indicador bioquímico que está mais relacionado ao frescor é a degradação dos nucleotídeos ou concentração de ATP (34). A análise de pH também é utilizada como medida de frescor, sua redução é por consequência da geração dos íons H^+ que está intimo a produção de ácido láctico (35).

Sabe-se que o estabelecimento do *rigor mortis* é diretamente influenciado pela concentração de ATP que, com seu esgotamento marca o início desse processo com a contração total do músculo (36). Como resultado do metabolismo desse ATP *post-mortem*, a hipoxantina (Hx), que é amarga e considerada como um contribuinte para os aromas anormais do pescado, é produzida mais cedo por peixes que passaram por estresse *pré-mortem*. Nessa condição, a carcaça desses animais produz um aumento no valor de K (que

é definido como um indicador de frescor de peixe proposto por Saito et al.) mais rápido do que peixes que não passaram por estresse *pré-mortem* (37, 38). Tal valor de K é baseado em reações autolíticas que relaciona a concentração dos metabólitos de ATP: inosina e hipoxantina. O aumento desse valor é considerado como perda de frescor do pescado (28, 39).

A atividade natatória dos animais estressados é maior quando comparados com animais em conforto, com isso existe um maior consumo de glicogênio muscular e a sua atividade anaeróbica também aumenta, com isso existe uma maior concentração de ácido láctico, levando assim ao *rigor mortis* mais rapidamente, porém o seu pH também diminui de maneira muito rápida, fazendo com que o tecido conjuntivo seja mais afrouxado levando à deterioração, do pescado, mais rapidamente (40). Com o afrouxamento do tecido conjuntivo, presente no tecido muscular, mais acentuado nos animais sob estresse, ocorre uma maior atividade de enzimas proteolíticas e que degradarão tal tecido fazendo com que ocorra um amolecimento do tecido, assim diminuindo a sua capacidade de retenção de água e diminuindo seu tempo de prateleira (41).

Em pescados que foram submetidos à estresse pré-abate espera-se alterações sensoriais e nutricionais indesejáveis da carne, além da maciez excessiva, pode ocorrer o aumento na incidência de “*gaping*”, que é um termo usado quando ocorre ruptura do tecido conjuntivo e que pode dificultar o processamento do produto e causar desintegração do filé; e diminuição da capacidade de retenção da água sendo esta, uma característica associada à suculência do produto que é dependente, entre outros fatores, do pH, força iônica e pressão osmótica (38, 39, 42).

Outro parâmetro afetado pela degradação do músculo é a coloração, que sofre alterações em função de processos autolíticos e microbiológicas (23). Os pigmentos da carne são formados principalmente por proteínas, como a hemoglobina, que é o pigmento sanguíneo, e a mioglobina, pigmento muscular que constitui 80 a 90% do total (43). Alguns dos fatores que podem levar a essas alterações na coloração da carne de pescado são as condições de criação, em caso de animais provenientes de aquicultura (44), armazenamento, tipo de manuseio (23), alterações do pH do músculo, oxidação lipídica, temperatura muscular (45) e estresse pré-abate (46). Essas mudanças na cor, quando influenciadas pelo estresse pré-abate, são causadas pela redução de proteínas musculares solúveis na carne de peixes estressados; essas proteínas sofrem desnaturação, tornando-se insolúveis e causando uma perda de água da carne, que resultam em mudanças no reflexo da luz da superfície, provocando então mudanças na luminosidade e nos parâmetros a (intensidade de vermelho) e b (intensidade de amarelo) (47).

Goes et al (2019) (46) observaram que a alta densidade nos tanques pode levar a uma menor expressão de enzimas antioxidantes como a catalase e a glutathione peroxidase e uma expressão maior de HSP70, com isso os filés obtidos destes animais apresentaram maior luminosidade, uma diminuição na vermelhidão além de possuir uma menor aceitabilidade sensorial.

CONCLUSÃO

Um pescado para alcançar ótima qualidade com características físicas, químicas, sensoriais e microbiológicas próprias e ideais para um peixe fresco requer que sua despesca, procedimentos de abate e conservação seja adequado o que, conseqüentemente, irá evoluir e ou desenvolver os padrões atuais de qualidade desse produto.

REFERÊNCIAS

1. PEIXE BR a - Associação Brasileira da Piscicultura - Anuário Peixe BR da Piscicultura. 2021.
2. Argenta FF. Tecnologia de pescado: Características e processamento da matéria-prima. [monografia]. Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul / Faculdade de Veterinária; 2012.
3. Ouriveis NF, da Costa Leite BF, Gimenes NK, Gomes MDNB, Faria FJC, de Souza AS, Brumatti RC. Fatores relacionados ao consumo da carne de peixe pela população de Campo Grande, MS, Brasil. *Brazilian Journal of Development*. 2020; 6:1861-1872.
4. Mendes JM. Influência do estresse no pré-abate e durante o abate na qualidade do tambaqui (*Colossoma macropomum*) cultivado [dissertação]. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; 2013.
5. Viegas EMM, Pimenta FA, Previero TC, Gonçalves LU, Durães JP, Ribeiro MAR, Oliveira F. Slaughter methods and fish meat quality. *Archivos de Zootecnia*. 2012; 61:41-50.
6. Venturini FP, Baldi SCV, Parisi G, Costa TD, Rucinque DS, Melo MP, Viegas EMM. Effects of different stunning methods on blood markers and enzymatic activity of stress responses of tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Italian Journal of Animal Science*. 2018; 17:1094-1098.
7. Jesus RS, Mendes J, Inoue LAKA. Influência do estresse causado pelo transporte e método de abate sobre o rigor mortis do tambaqui (*Colossoma macropomum*). 2015.
8. Pickering AD. Introduction: The Concept Biological Stress. In: Pickering A.D. (editor). *Stress and fish*. Academic Press. 1981; 367.
9. Diniz NM, Honorato CA. Algumas alternativas para diminuir os efeitos do estresse em peixes de cultivo – Revisão. *Arq. Ciênc*. 2012; 15:149-154.
10. Barton BA. Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Integrative and comparative biology*. 2002; 42:517-525.
11. Takahashi LS, Abreu JS, Biller JD, Urbinati EC. Efeito do ambiente pós transporte na recuperação dos indicadores de estresse de pacus juvenis, *Piaractus mesopotamicus*. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. 2006; 28:469-475.

12. Tejpal CS, Pal AK, Sahu NP, Kumar JA, Muthappa NA, Vidya S, Rajan MG. Dietary supplementation of L-tryptophan mitigates crowding stress and augments the growth in *Cirrhinus mrigala* fingerlings. *Aquaculture*. 2009; 293:272–277.
13. Enes P, Panserat S, Kaushik S, Oliva-Teles A. Nutritional regulation of hepatic glucose metabolism in fish. *Fish Physiology and Biochemistry*. 2009; 35:519–539.
14. Kubitza, F. Off-flavor, nutrição, manejo alimentar e manuseio pré-abate afetam a qualidade do peixe destinado à mesa. *Panorama da Aquicultura*. 1999; 9:39-49.
15. Gatica MCG, Monti C, Gallo TG, Knowles CB, Gallo. Effects of crowding on blood constituents and flesh quality variables in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Med Vet*. 2010; 42:187-193.
16. Digre H, Erikson U, Misimi E, Lambooij B, Van de Vis H. Electrical stunning of farmed Atlantic cod *Gadus morhua* L.: A comparison of an industrial and experimental method. *Aquaculture Research*. 2010; 41:1190-1202.
17. Gomes LC, Araújo-Lima CARM, Roubach R, Chiparri-Gomes AR, Lopes NP, Urbinati EC. Effect of fish density during transportation on stress and mortality of juvenile tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Journal of Aquaculture Society*. 2003; 34:76-84
18. Iwama GK, Afonso LO, Todgham A, Ackerman P, Nakano K. Are hsps suitable for indicating stressed states in fish. *Journal of Experimental Biology*. 2004; 207:15-19.
19. Urbinati EC, Carneiro PCF. Sodium chloride added to transport water and physiological responses of Matrinxã (*Brycon amazonicus*). *Acta Amazonica, Manaus*. 2006; 36:569-572.
20. Ferreira D, Barcellos GLJ. Enfoque combinado entre as boas práticas de manejo e as medidas mitigadoras de estresse na piscicultura. *Boletim Instituto de Pesca, São Paulo*. 2008; 34:601–611.
21. Otani FS. Influência da adição *in vivo* de vitamina E, e de métodos de abate nos atributos de qualidade de filés de tilápia [dissertação]. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista; 2009.
22. Inoue LAKA, Boijink CL, Ibeiro PT, Silva AMD, Affonso EG. Avaliação de respostas metabólicas do tambaqui exposto ao eugenol em banhos anestésicos. *Acta Amazônica*. 2011; 41: 327-332.
23. Vargas SC. Avaliação de métodos de abate sobre a qualidade da carne de matrinxã (*Brycon cephalus*), armazenados em gelo [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2011.

24. Carneiro PCF, Kaiseler PHS, Swarofsky EAC, Baldisserotto B. Transport of jundiá *Rhamdia quelen* juveniles at different loading densities: water quality and blood parameters. *Neotropical Ichthyology*. 2009; 7:283-288.
25. Oliveira SR. Efeito do levamisol sobre o desempenho produtivo e como mitigador do estresse de transporte do matrinxã (*Brycon amazonicus*) [dissertação]. Manaus: Universidade Federal do Amazonas; 2008.
26. Bagni M, Civitareale C, Priori A, Ballerini A, Finoia M, Brambilla G, Marino G. Pre-slaughter crowding stress and killing procedures affecting quality and welfare in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*. 2007; 263:52–60.
27. Rahmanifarah K, Shabanpour B, Sattari A. Effects of Clove Oil on Behavior and Flesh Quality of Common Carp (*Cyprinus carpio* L.) in Comparison with Pre-slaughter CO₂ Stunning, Chilling and Asphyxia. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 2011; 11:139-147.
28. Santos ECB. Métodos de abate e qualidade da Tilápia do Nilo [tese]. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista; 2013.
29. Ashley PJ. Fish welfare: current issues in aquaculture. *Applied Animal Behaviour Science*. 2007; 104: 199-235.
30. European Food Safety Authority (EFSA). Species-specific welfare aspects of the main systems of stunning and killing of farmed Seabass and Seabream. *EFSA Journal*. 2009; 7:1010.
31. De Oliveira Filho PRC, Montes Girao PJ, de Melo MP, Macedo Viegas EM. Indicators of stress in tilapia subjected to different stunning methods. *Bol do Inst Pesca*. 2015; 41:335–343.
32. Bernandino JT, Templonuevo RMC, Vera EM. Responses of red tilapia (*Oreochromis* spp.) subjected to electric shock and handling stress. *Int J Fish Aquat Stud*. 2020; 8:287–290.
33. Santos APB. Índices químicos, sensoriais e microbiológicos para avaliação do frescor de pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) armazenada em gelo [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2011.
34. Huss HH, Roespstorff A, Karl H, Bloemsma B. Handling and processing of herring infected with *Anisakis simplex*. In *Proceedings from 3rd World Congress on Foodborne Infections and Intoxications*. Inst. Of Vet. Med. Robert v. Ostertag Inst. Berlin. 1992; 388-394.
35. Iwamoto M, Yamanka, Iwamoto M, Yamanka H, Watabe S, Hashimoto K. Effect of storage temperature on rigor-mortis and ATP degradation in plaice (*Paralichthys olivaceus*) muscle. *J. Food Sci*. 1987; 52:1514– 1517.

36. Rabelo AMA. Métodos físicos para análise do pescado, seminário sobre controle de qualidade na indústria de pescado. Santos, São Paulo: SBCTA/ITAL, 1988.
37. Lowe TE, Ryder JM, Carragher JF, Wells RMG. Flesh Quality in Snapper, *Pagrus Auratus*, affected by capture stress. *Journal of Food Science*. 1993; 58:770-773.
38. Erikson U, Beyer AR, Sigholt T. Muscle high-energy phosphates and stress affect K-values during ice storage of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Food Science*. 1997; 62:43-47.
39. Özogul Y, Özogul F. Effects of slaughtering methods on sensory, chemical and microbiological quality of rainbow trout (*Onchorynchus mykiss*) stored in ice and MAP. *European Food Research and Technology*. 2004; 219:211-216.
40. PeixeBR - Associação Brasileira da Piscicultura. Piscicultura cresce 5,93% em um ano marcado por semestres distintos. 2021. Disponível em: <<https://www.peixebr.com.br/piscicultura-cresce-593-em-um-ano-marcado-porsementres-distintos/>>. Acesso em: 08 de Agosto de 2021.
41. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952. Aprova o novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1950-1969/D30691.htm>. Acesso em 08 de Agosto de 2021.
42. Roth B, Imstrand AK, Foss A. Live chilling of turbot and subsequent effect on behaviour, muscle stiffness, muscle quality, blood gases and chemistry. *Animal Welfare*. 2009; 18:33-41.
43. Roça RO. Propriedades da carne. 2009; 10:1-11.
44. Hallier A, Chevallier S, Serot T, Prost C. Influence of farming conditions on colour and texture of European catfish (*Silurus glanis*) fresh. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2007; 87:814-823.
45. Zuanazzi JSG, Pereira YCA. Determinação da capacidade de retenção de água, pH e cor em filés de Barbado (*Pinirampus pirinampu*). In: Embrapa Pantanal-Resumo em anais de congresso (ALICE). In: Evento de iniciação científica da Embrapa Pantanal. Corumbá. Resumos... Corumbá: Embrapa Pantanal; 2016.
46. Goes ESR, Goes MD, Castro PL, Lara JAF, Vital ACP, Ribeiro RP. Imbalance of the redox system and quality of tilapia fillets subjected to pre-slaughter stress. *PLoS One* [Internet]. 2019; 14 (1): e0210742. Disponível em: pmid: 30645627
47. Robb DHF, Kestin SC, Warriss PD. Muscle activity at slaughter: I. Changes in flesh colour and gaping in rainbow trout. *Aquaculture*. 2000; 182:261-269.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-150>

Capítulo 150

INFLUÊNCIA DA FAIXA DE PESO AO ABATE SOBRE O RENDIMENTO DE CORTE DA TILÁPIA DO NILO

Lilia Gabriele Oliveira Nascimento¹; Luiz Fernando Rocha Botelho²; Maria Clara Grossi Andrade³; Marcília Medrado Barbosa⁴; Hérick Pachêco Rodrigues⁵; Taylan Andrade Silva⁶; Lays de Oliveira Silva⁶

¹Médica Veterinária- UNIPAM; E-mail: liliagabriele@unipam.edu.br, ²Docente nos cursos de Zootecnia e Medicina Veterinária, Zootecnista, Mestre em Zootecnia – UNIPAM. E-mail: luizfrb@unipam.edu.br, ³Docente no curso de Medicina Veterinária, Médica Veterinária, Mestre em Ciência Animal – UNIPAM. E-mail: mariacga@unipam.edu.br; ⁴Zootecnista, Mestre em Zootecnia – UFV. E-mail: zootecnistamedrado@yahoo.com.br; ⁵Estudante do curso de Zootecnia – UNIPAM; E-mail: herickpr@unipam.edu.br, ⁶Estudante do curso de Medicina Veterinária – UNIPAM; E-mail: taylanandrade@unipam.edu.br, ⁷Estudante do curso de Medicina Veterinária – UNIPAM, E-mail: laysoliveirasilva@unipam.edu.br.

RESUMO: A aquicultura é considerada um dos sistemas de produção de alimentos que vem se desenvolvendo a cada dia, sendo a produção de peixe mais conhecida como piscicultura. O rendimento das partes comestíveis é um dos critérios para a escolha dos peixes cultivados, sendo a tilápia do Nilo a segunda espécie de peixe mais cultivada, pois apresenta carne branca, textura firme, sabor delicado, sem espinha em “Y” e nem odor desagradável. Objetivou-se com este trabalho avaliar o rendimento de corte da tilápia do Nilo abatida sob diferentes faixas de peso. O experimento foi realizado no município de Três Marias, MG, na propriedade Morada dos Peixes. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 3 tratamentos de acordo com a faixa de peso ao abate, sendo: 400g – 600g (P¹), 600g – 800g (P²) e 800g – 1000g (P³) com 10 repetições cada, totalizando 30 unidades experimentais. Após a filetagem, foi avaliado a relação em porcentagem de filés com pele; porcentagem de filé sem pele; porcentagem de filé sem pele e sem filetinho e porcentagem de resíduos (cabeça, rabo, nadadeiras, vísceras). Os dados foram avaliados através do teste Tukey a 5% de probabilidade. As faixas de peso se diferenciaram estatisticamente apenas para a porcentagem de resíduo, onde a faixa P³ obteve melhores resultados, ou seja, menor proporção. Desta forma, recomenda-se o abate de tilápias entre 800 – 1000g por apresentar menor rendimento de partes não comestíveis.

Palavras-chave: filetagem; piscicultura; processamento de alimentos

INTRODUÇÃO

A piscicultura brasileira nos últimos anos vem se desenvolvendo, com avanços significativos em termos de aumento da produção e profissionalização do setor. Este crescimento está ligado à demanda do mercado consumidor. Em 2019 a piscicultura brasileira produziu 579 mil toneladas, mas apenas 6.542 toneladas (1,13% do total) foram

destinadas à exportação (1; 2). Esse setor vem ocupando lugar de destaque, sendo a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) uma das espécies mais utilizadas mundialmente com maior potencial de cultivo (3). A tilapicultura brasileira no ano de 2017, produziu cerca de 357.639, liderando a produção aquícola, representando 51,7% do total da despesca nacional, já em 2018 foi produzido 400.280 toneladas de Tilápia, obtendo um crescimento de 11,9% em relação ao ano anterior (4).

O destaque para esta espécie de peixe, se dá por apresentar carne branca com textura firme, sabor delicado, fácil filetagem, não possui espinha em “Y”, sem odor desagradável, facilidade reprodutiva, possibilidade de manipulação hormonal do sexo para obtenção dos machos, aceitação de diferentes alimentos; capacidade de aproveitar alimentos naturais em viveiros; crescimento rápido em cultivo intensivo; resistentes ao manejo intenso, baixos níveis de oxigênio dissolvido e a doenças (5).

No estado de Minas Gerais, a piscicultura da tilápia do Nilo está se consolidando uma importante atividade econômica, sendo uma das espécies mais cultivada, alcançando o 4º lugar no ranking nacional dos maiores criadores de peixes do país, onde a produção de peixes chegou a 31,5 toneladas (4). Segundo os levantamentos feitos pela Safra Pecuário - Emater-MG, a produção estadual de tilápia em 2018 foi de 48 toneladas, peixes ornamentais foi de 2,2 milhões e as trutas foram 9,27 toneladas (6).

O Rio São Francisco é uma das principais fontes brasileiras de pescado e vem se destacando como um dos principais polos produtores de tilápia em tanques redes do Brasil. A região do lago de Três Marias, no Central de Minas Gerais, em 2014 produziu 6,7 mil toneladas de pescado. Segundo o Governo Federal, a receita gerada na região neste período foi de aproximadamente R\$ 38 milhões (7).

O rendimento das partes comestíveis é um dos critérios para a escolha dos peixes cultivados. Esse rendimento de carcaça está relacionado com algumas características de cada espécie de peixe, como o formato anatômica do corpo; tamanho da cabeça; pesos dos resíduos como vísceras, pele e nadadeiras (8). Os peixes comerciais de água doce, possuem rendimento médio de carcaça representado em até 75,3% do peso corporal (9).

Ainda são poucos os estudos referentes ao processamento de pescado, principalmente quanto aos rendimentos de carcaça e filé de peixes, faltando a definição de um peso de abate da tilápia do Nilo que proporcione maior rendimento de processamento. No Brasil, alguns trabalhos têm sido realizados com o objetivo de analisar o rendimento do processamento da filetagem em função do peso, forma ou método de filetagem, formato anatômico, destreza do filetador, densidade de estocagem e espécie.

Sobre o rendimento do filé de tilápia, restam dúvidas quanto ao tamanho e a forma de filetagem ideal do peixe, para que promova um melhor rendimento, sendo necessário mais pesquisar sobre o tamanho ideal do peixe para o abate e a técnica correta de filetagem que promova melhor rendimento, favorecendo a indústria e o mercado consumidor. Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o processo de filetagem de peixe na espécie tilápia do Nilo e o rendimento de filé em diferentes pesos ao abate.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética no Uso de Animais – CEUA do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM e aprovado com o protocolo de nº 45/20 em 19 de junho de 2020.

O experimento foi realizado no mês de junho de 2020 no município de Três Marias, Minas Gerais, na propriedade Morada dos Peixes, sendo o pescado utilizado o peixe Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 3 tratamentos de acordo com a faixa de peso ao abate, sendo: 400g – 600g (P¹), 600g – 800g (P²) e 800g – 1000g (P³) com 10 repetições cada, totalizando 30 unidades experimentais, onde cada unidade equivale a um exemplar de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), capturados em tanques – redes de malha de 19mm, com tamanhos de 2,00m de altura por 2,00m de comprimento, com profundidade de 1,80m, cabendo aproximadamente 600 peixes em cada tanques.

As tilápias do Nilo foram tratadas com ração comercial extrusada de 4 a 6 mm, própria para recria e engorda, alimentadas com 9kg de ração por tanque-rede, três vezes ao dia e cultivadas durante o período de 6 meses. Os animais foram abatidos por meio de choque térmico em água gelada a temperatura em torno de 0°C e tempo de aproximadamente 2 minutos, onde foram armazenados em caixas térmicas com gelo, e levados para o local, dando seguimento ao procedimento de pesagem, filetagem e venda. O processamento do peixe foi totalmente manual e realizado pela mesma pessoa.

Para a filetagem e separação dos subprodutos foram utilizadas faca e balança. A técnica de filetagem utilizada, consistiu em um corte abaixo da cabeça do animal sem fazer a decapitação total, facilitando a retirada dos filés, seguida da retirada dos filés no sentido crânio - caudal, logo após foi realizado a remoção da pele do peixe com auxílio da faca no mesmo sentido que foi feito a retirada dos filés (crânio - caudal) e por último foi feito a retirada do filetinho, parte do filé que pode conter alguma espinha. A pesagem foi realizada da seguinte forma: pesagem do animal inteiro; seguida da pesagem dos filés com e sem pele, pesagem da pele; pesagem do filé sem o filetinho; pesagem dos resíduos da carcaça com as vísceras, cabeça, nadadeiras e rabo. O processo de filetagem e pesagem das tilápias do Nilo foram realizados em um único dia no período da manhã. Após a separação e pesagem das partes, os dados foram coletados, analisados e submetidos ao cálculo da porcentagem de, onde cada rendimento calculado em relação ao peso de cada exemplar.

Os dados de rendimento de corte foram submetidos à análise de variância e quando significativo, suas médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade (10).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à porcentagem do rendimento do filé com pele, rendimento de filé sem pele, rendimento de filé sem e filetinho e rendimento do resíduos da carcaça das tilápias estudadas em função das categorias de peso P¹ (400-600g), P² (600-800g) e P³ (800-1000g) estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Valores de rendimento de filé com pele, rendimento de filé sem pele, rendimento de filé sem pele e filetinho e rendimento de resíduo da carcaça

Peso ao abate (g)	Filé com Pele (%)	Pele (%)	Filé sem Pele (%)	Filé sem pele e filetinho (%)	Resíduos da carcaça (%)
P ¹ (400-600)	43,75	7,68	36,07	35,02	8,14 A
P ² (600-800)	46,46	8,06	38,4	36,81	7,00 B
P ³ (800-1000)	46,4	8,81	37,6	36,42	5,17 C
P calculado	0,135	0,408	0,117	0,192	<0,001

CV (%)	7,32	22,98	6,65	6,22	10,62
--------	------	-------	------	------	-------

Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); C.V. (%) - Coeficiente de Variação.

No presente experimento, observou-se que no rendimento do filé com pele não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre as faixas de peso P¹ (43,75%), P² (46,46%) e P³ (46,4%). A pele é importante porque várias espécies de peixes são vendidas sob a forma de filé com pele, não sendo este o caso da tilápia do Nilo, por ser uma espécie de peixe que apresenta escamas, uma gordura aderido a pele não sendo muito apreciado pelos consumidores.

As porcentagens de pele obtidas neste experimento não se diferenciaram ($P > 0,05$) e estão com os valores próximos relatados por (8). Segundo estes autores, a pele dos peixes pode corresponder a 7,5% do peso dos animais, sendo assim, pode-se dizer que exista uma variação da porcentagem de pele bruta nos peixes teleósteos, em relação ao método de filetagem e a forma de retirada de pele antes ou após a filetagem, através da remoção da pele com alicate ou faca.

A pele de peixe pode ser transformada em couro para confecção de vestuário (11). Desde a década de 90, há um grande crescimento no aproveitamento da pele como matéria-prima de curtume, por possuírem alto teor de colágeno, elaboração de solúveis de pescado ou de farinha integral (8).

No rendimento de filé sem pele também não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre as faixas de peso P¹ (36,07%), P² (38,04%) e P³ (37,6%). No presente experimento o método de retirada da pele com auxílio de faca, obteve um maior rendimento comparado aos achados por (12), onde foram encontrados (32,89%), já (13) encontraram (34,58%) e (14) encontrando (32,9%) de rendimento de filé sem pele. O método de filetagem influencia diretamente no rendimento de filé de tilápia do Nilo, havendo diferenças quanto à forma de retirada da pele e ao tipo de corte da cabeça (decapitação).

Fato semelhante também ocorreu para o rendimento do filé sem pele e filetinho, não havendo diferença significativa ($P > 0,05$) entre os valores encontrados. Para estas características os valores encontrados na faixa P¹ foi de (35,02%), P² (36,81%) e P³ (36,42%). São encontrados dados de rendimento de filé de tilápia do Nilo, relacionados ao peso bruto do peixe, cujos valores achados variam de 25,4% a 42% (8). Já (3) obtiveram rendimento de filé de 25,4% para tilápias com peso médio de 585g. Assim, os resultados que foram obtidos neste experimento estão dentro da faixa citada por (8) e superiores relatados por (3). Já o rendimento de filé em outras espécies de peixe, foi observado que os valores achados neste trabalho foram semelhantes aos achados por (15) para matrinxã entre 36 e 38% e por (16) para a espécie jundiá (*Rhamdia quelen*) apresentando um rendimento entre 29 e 35%, sendo inferiores aos resultados encontrados por (17) tendo o rendimento para piracanjuba em média de 40%, para (18) a traíra apresentou um rendimento de 44% e o curimatá, (19) relata entre 40 e 46%. A variação no rendimento do filé de tilápia do Nilo pode estar relacionada à forma de filetagem; eficiência manual do filetador (mão-de-obra); ao estágio de desenvolvimento reprodutivo; a forma anatômica do corpo do peixe e ao tamanho do pescado bem como do peso das vísceras, pele e nadadeira (20; 21).

Embora as variáveis relacionadas ao rendimento de filé sejam com ou sem pele e sem filetinho não terem apresentado diferenças, o rendimento dos resíduos se manifestou diferente entre as faixas de peso ao abate. Ao avaliar os resíduos, ou seja, o rendimento de porção não comestível comercialmente, houve diferença estatística ($P < 0,001$) entre as

faixas de peso, onde o rendimento para P¹ foi (8,14%), P² (7,00 %) e P³ (5,17%). As faixas P¹ e P² apresentaram uma maior quantidade de resíduo (partes não comestíveis) em relação a faixa P³ que apresentou uma menor porcentagem em resíduos de carcaça. Portanto a faixa de peso que melhor obteve rendimento, quando o objetivo for obtenção de filé foi a faixa de peso P³ (800 – 1000g), apresentando menor quantidade de resíduo da carcaça (parte não comestível). Assim, a avaliação do rendimento de carcaça é imprescindível para a indústria processadora, principalmente quanto à preparação do produto, os tipos de corte e rendimento de filé (22).

A padronização das técnicas de filetagem e a definição de um peso ideal do peixe a ser abatido são parâmetros que precisam ser estabelecidos para maior obtenção de rendimentos de filé, tendo maior facilidade operacional e menor tempo de processamento (23). O peso de abate dos animais sobre o rendimento de carcaça e de filé de tilápia do Nilo influencia em um melhor rendimento de acordo com os autores (24; 8; 25; 26). Já (27) e (28) concluíram que tilápias com peso acima de 400g, são as mais indicadas para abate, obtendo rendimentos superiores para as partes comestíveis.

O rendimento de filé de peixe não é afetado pelo crescimento do peixe, mas a espécie pode ter efeito sobre essa variável (29), assim, como o grau de mecanização, o método de filetagem, destreza do filetador, peso corporal do animal, forma de remoção da pele; nadadeiras e características morfométricas do peixe (30). Seria necessário mais estudo para definir a melhor técnica de filetagem, padronizando uma faixa de peso no momento do abate e oferecendo treinamento aos recursos humanos envolvidos, para que os custos com a produção animal possam ser mais bem dimensionados.

CONCLUSÕES

Nas condições deste experimento realizado, recomenda-se a faixa de peso P³ (800 – 1000g) sendo a mais indicada para o abate quando o objetivo for obtenção de filé, por apresentar uma menor porcentagem de partes não comestíveis, uma vez que as faixas de peso não diferenciaram nas demais características.

REFERÊNCIAS

1. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da pecuária municipal. - Dados do SIDRA. Brasil, 2019.
2. CIAqui - Centro de Inteligência e Mercado da Aquicultura. Comércio exterior – exportação. Brasília; 2019.
3. Clement S, Lovell RT. Comparison of processing yield and nutrient composition of culture Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and channel catfish (*Ictalurus punctatus*). Aquaculture. 1994; 119: 299-310.
4. Medeiros F. Anuário peixe BR da piscicultura. São Paulo; 2019.
5. Kubitza F. Panorama da aquicultura. Jundiaí; 2000.
6. EMATER. Relatório de atividades 2018. Belo Horizonte; 2018.

7. EMATER. Região central de minas é polo de produção de tilápia. Belo Horizonte; 2015.
8. Contreras-Guzmán ES. Bioquímica de pescados e derivados. 1. ed. FUNEP; 1994.
9. Bressan MC. Tecnologia de pós-colheita em peixes. [Monografia]. Lavras: Especialização em Piscicultura da Universidade Federal de Lavras; 1999.
10. Ferreira DF. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium. 2008; 6: 36-41.
11. Souza MLR, Dourado DM, Macedo-Viegas EM, Machado SD, Ferreira IC, Scapnello C. Análise da pele de tilápia do Nilo. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Recife. Anais... 2002.
12. Souza MLR, Macedo-Viegas EM, Kronka SN. Influência do método de filetagem e categorias de peso sobre rendimento de carcaça, filé e pele da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Revista Brasileira de Zootecnia. 1999; 28: 1-6.
13. Souza MLR, Macedo-Viegas EM. Comparação de quatro métodos de filetagem utilizado para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sobre o rendimento do processamento. Infopesca International, Uruguay. 2001; 7: 26-31.
14. Araújo MT, Lima PCM, Santos IGS, Oliveira Filho PRC. Avaliação do rendimento de filé de tilápia no Nilo (*Oreochromis niloticus*) utilizando diferentes modos de filetagem. In: Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão. Recife. Anais... 2013.
15. Gomieiro JSG, Ribeiro PAP, Ferreira MW, Logato PVR. Rendimento de carcaça de peixe matrinxã (*Brycon cephalus*) nos diferentes cortes de cabeça. Ciência e Agrotecnologia. 2003; 27: 211-216.
16. Carneiro PCF, Mikos JD, Bendhack F, Ignácio SA. Processamento do jundiá *Rhamdia quelen*: rendimento de carcaça. Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais. 2004, 2: 11-17.
17. Santamaria FM, Antunes SA. Coloração e rendimento do filé de piracanjuba (*Brycon orbignyanus*, Valenciennes, 1849), (*Pisces, Characidae*) silvestre e criada em cativeiro. Boletim do Instituto de Pesca. 1999, 25: 27-30.
18. Santos AB, Melo JFB, Lopes PRS, Malgarim MB. Composição química e rendimento do filé da traíra (*Hoplias malabaricus*). Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia. 2001, 7/8: 140-150.

19. Machado MRF, Foresti F. Rendimento e composição química do filé de *Prochilodus lineatus* do Rio Mogi Guaçu, Brasil. *Archivos de zootecnia*. 2009; 58: 663-670.
20. Boscolo WR, Feiden A. *Industrialização de tilápias*. 1. ed. Toledo; 2007.
21. Simões MR, Ribeiro CFA, Ribeiro SCA, Murr FEX. Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2007; 27: 608-613.
22. Santos SB, Melo JFB, Lopes PRS. Estado da carcaça do cascudo (*Hypostomus commersonii*) na região de Uruguaiana. In: *Encontro Sul Brasileiro de Aquicultura*. Ibirubá. Anais ... 1995.
23. Souza MLR, Faria RHS, Santos LD, Matsuhita M, Souza N, Visentainer J V. Análise do rendimento de filé da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem supreme. *Revista Aquicultura e Pesca*. 2006; 4: 12-17.
24. Freitas JVF, Gurgel FFS, Machado ZL. Estudos de alguns parâmetros biométricos e da composição química, inclusive sua variação sazonal da tilápia do Nilo, *Sarotherodon niloticus* (L) do açude público Paulo Sarasate (Reriutaba, Ceará, Brasil). *Boletim Técnico do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca*. 1979; 37: 135-151.
25. Macedo-Viegas EM, Souza MLR, Kronka SN. Estudo da carcaça de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em quatro categorias de peso. *Revista Unimar*. 1997; 19: 863-870.
26. Souza MLR, Castagnolli N, Kronka SN. Influência das densidades de estocagem e sistema de aeração sobre o peso e características de carcaça da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Acta Scientiarum*, Maringá. 1998; 20: 387-393.
27. Souza MLR, Caraciolo MSB, Lêmos JB, Costa FJCB, Alencar MAR. Avaliação do rendimento da carne da tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). In: *Aquicultura Brasil*. Anais... 2002.
28. Gasparino E, Campos AT, Klosovski ES, Guerreiro, PK, Fulber VM, Leal DM, Sousa I. Estudos de parâmetros corporais em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: *Aquicultura Brasil*. Anais... 2002.
29. Rasmussen RS, Ostefeld TH. Effect of growth rate on quality traits and feed utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Aquaculture*. 2000; 184: 327-337.
30. Souza MLR. Comparação de seis métodos de filetagem, em relação ao rendimento de filé e de subprodutos do processamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2002; 31: 1076 – 1084.

 <https://doi.org/10.53934/9786599539633-151>

Capítulo 151

TECNOLOGIAS EMERGENTES PARA PISCICULTURA: UMA REVISÃO

Diana Carla Fernandes Oliveira¹; Pedro Massahiro de Matos Murata²; Francielly Corrêa Albergaria³; Jeferson Gomes Clementino⁴; Anderson Henrique Venâncio⁵; Maria Emília de Sousa Gomes⁶; Rilke Tadeu Fonseca de Freitas⁷

¹Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia- UFLA; E-mail: diana_zootecnista@yahoo.com.br; ²Graduando em Zootecnia-UFLA; E-mail: pmassahiro@gmail.com; ³Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos-UFLA; E-mail: franalbergaria@hotmail.com; ; ⁴Graduando em Zootecnia-UFLA; E-mail: jeferson.clementino1@estudante.ufla.br; ⁵Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos-UFLA; E-mail: anderson123dfgh21@gmail.com; ⁶Docente/pesquisadora do Departamento de Ciência dos Alimentos-UFLA; E-mail: maria.emilia@dca.ufla.br; ⁷Docente/pesquisador do Departamento de Zootecnia – UFLA; E-mail: rilke@ufla.br.

RESUMO: A aquicultura é a única forma de garantir pescados suficientes para o mundo, haja visto que os estoques mundiais de peixes selvagens estão se esgotando em uma velocidade cada vez maior. A aquicultura precisa de tecnologias inovadoras para aumentar a produção de peixes. Tecnologias inovadoras, incluindo edição de genoma, inteligência artificial, sistemas de recirculação, proteínas e óleos alternativos para substituir refeições e óleos de peixe, vacinação oral, pode fornecer soluções para uma aquicultura sustentável e lucrativa. Esta revisão tem como objetivo abordar a tecnologia da informação digital, bem como integrar essas tecnologias à aquicultura visando uma melhorar produtividade, sustentabilidade e lucratividade.

Palavras-chave: aquicultura, produtividade, tecnologia da informação digital

INTRODUÇÃO

Embora, nos últimos 50 anos, o desenvolvimento da aquicultura esteja muito rápido, ainda há muito a ser feito para melhorar sua rentabilidade e sustentabilidade (1). A piora das condições ambientais, reduzindo a oferta de farinhas e óleos de peixe, e as mudanças climáticas afetarão seriamente nossa capacidade na produção de produtos de aquicultura suficientes para atender à demanda pescado (2,3).

O desenvolvimento sustentável e lucrativo da aquicultura é possível (1). Novas tecnologias estão sendo desenvolvidas e entrando na indústria de aquicultura (2). Tecnologias emergentes e disruptivas oferecerão cada vez mais novas maneiras de aumentar a produção e lucratividade global de pescado. Dentre as tecnologias podemos destacar: o melhoramento seletivo com a ajuda da genética quantitativa tem características de importância econômica em mais de 60 espécies de aquicultura (4). Tecnologia de reversão de sexual e marcadores de DNA associados à determinação do sexo possibilitou a

produção de tilápias monossexo (5). Utilização da genética molecular para identificação de parentesco, permitiu a seleção intrafamiliar em cruzamentos em massa, portanto, reduzindo o perigo de endogamia (6). Mapeamento de QTL (locus de característica quantitativa) e seleção assistida por marcador (MAS) permitiram a seleção de características (7), que são determinadas por genes únicos e alguns genes principais (8).

A formulação de dietas aprimoradas com base nas necessidades nutricionais de cada espécie de peixe, melhorou a taxa de conversão alimentar e custo de alimentação reduzido (9). Redução na ocorrência de doenças na piscicultura ocorreu devido as tecnologias para gerenciamento de doenças (10), utilização de vacinas orais (11). As tecnologias ainda incluem a tecnologia da informação digital, (12), sistemas de recirculação de aquicultura (RAS) e energia solar (13), agricultura offshore (14). Esta revisão tem como objetivo abordar a tecnologia da informação/digital, bem como integrar essa tecnologia à aquicultura visando uma melhorar produtividade, sustentabilidade e lucratividade.

TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO DIGITAL

As tecnologias das informações digitais (Figura 1) podem contribuir para a indústria da aquicultura. A aquicultura é uma atividade onerosa, necessita de muitas atividades, incluindo alimentação, limpeza de tanques e redes, monitoramento de comportamentos e remover peixes doentes/mortos, são trabalhosos e caros (15), o que pode ser difícil sem o uso de máquinas. Na indústria da aquicultura, existem poucos sistemas customizados, que podem funcionar universalmente para todas as espécies de aquicultura e sistemas de cultura (16) devido à alta diversidade de espécies e sistemas de aquicultura.

Do ponto de vista tecnológico, existem algumas soluções para estas tarefas complicadas na aquicultura. Os robôs tem sido utilizados para realizar a alimentação, limpeza de tanques (17) e para remoção de peixes doentes (18,19). Os robôs tem o potencial de realizar tarefas laboriosas e de risco para operadores humanos. Por exemplo, robôs subaquáticos automatizados já foram utilizados na inspeção e limpeza do estado das redes em a indústria do salmão, o que levou a menos operações humanas (20). Outras atividades realizadas por robôs são avaliar a saúde dos peixes e monitorar a fuga (21), e comportamento dos peixes em tempo real (16).

Assim como os robôs os drones têm sido utilizados para trabalhos acima e dentro da água, coletando informações. Os drones são capazes de monitorar fazendas de peixes em terra e no mar (22) e para a verificação de furos e danos em gaiolas (23). Contudo, os drones possuem uma função importante na coleta de informações novas, as quais são difíceis de serem obtidas por seres humanos. Essas informações podem ser usadas para gerar algoritmos para desenvolvimento posterior tecnologias para melhorar a eficiência da produção da aquicultura (24). De acordo com Chen et al. (25), a combinação dos drones com a inteligência artificial e computação em nuvem, podem cortar custo e ainda melhorar as operações para a indústria aquícola.

A qualidade da água em qualquer criação é de suma importância para o sucesso da produção, mas em piscicultura ela é a principal matéria prima do processo. Para um bom desenvolvimento dos organismos aquáticos e uma produção economicamente viável, tem que ter certo controle do meio ambiente dos mesmos, ou seja, a água dos viveiros onde são cultivados (26). Os sensores surgem como alternativa para o monitoramento da qualidade da água, pois podem ser usados na coleta de parâmetros da água, incluindo os dissolvidos

níveis de oxigênio (OD), valores de pH, salinidade, turbidez e poluente concentração (27, 28).

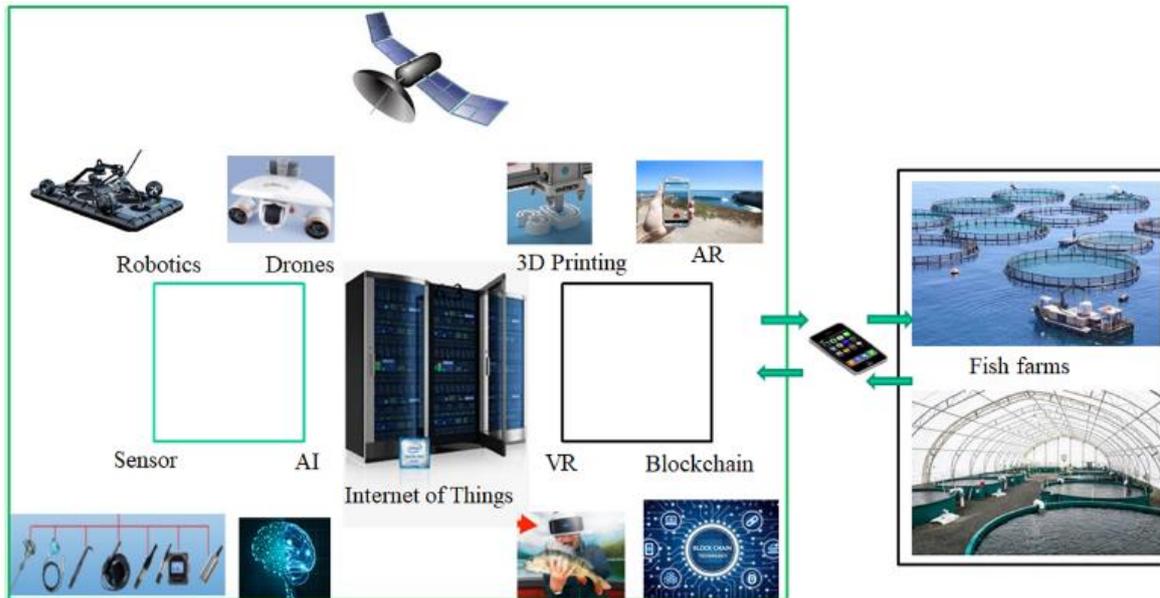


Figura 1. Informações emergentes e disruptivas / tecnologias digitais aplicáveis para aumentar ainda mais a produção da aquicultura. Informações / tecnologias digitais incluem robótica, drones, sensores, inteligência artificial (AI), impressão 3D, realidade argumentada (AR), realidade visual (VR) e blockchain. Essas tecnologias estão conectadas com fazendas por meio de satélites, Internet das e telefones celulares

Fonte: Yue e Shen (2021) (22)

Sensores subaquáticos conectados a internet, podem ser utilizados para detectar situações de fome, acionando assim a alimentação (29). Sendo que, a alimentação adequada de acordo com a fome pode aumentar substancialmente o uso de ração e reduzir o desperdício de rações, reduzindo assim os custos totais de produção (30, 27). No futuro, segundo Yue e Shen (2021) (22), seria essencial desenvolver sensores em tempo real para medir o nível de estresse de peixes individuais e detectar patógenos em água, os quais quando são detectados já podem ter causado danos e prejuízos na produção.

A inteligência artificial tem sido utilizada para tomar decisões melhores e mais rápidas (31), quando comparada as tecnologias citadas anteriormente. Por meio da IA, a produção da aquicultura pode ser rapidamente aumentada em um curto período, pois torna a aquicultura menos campo de trabalho intensivo.

Atividades de aquicultura são altamente variáveis, imprevisíveis, trabalhosos e dependentes de as espécies, localização e sistemas de aquicultura (1). A realidade argumentada é capaz de diminuir custos, tempo livre e facilitar drones e robôs subaquáticos operações, incluindo monitoramento do comportamento dos peixes, buracos de rede e peixes mortos (32). Com a ajuda do AR, os agricultores podem obter uma visão geral melhor dos locais de produção e operações completas de forma mais eficaz e com risco zero. Além disso, tem sido usada na indústria de aquicultura para aumentar a eficiência da produção, monitorar e analisar a mortalidade, estado de saúde e medir parâmetros de qualidade de água (33).

A realidade virtual (VR) tem auxiliado no treinamento e em consultorias, pois é capaz de converter as situações ambientais em uma interface digital, colocando objetos virtuais em tempo real e o real mundo (34). Na indústria da aquicultura, existem várias aplicações potenciais da RV, inclusive no ensino e na educação de jovens (22).

As tecnologias de impressão 3D são para produzir ferramentas para aquicultura, a impressão 3D permite a produção de um objeto sólido 3D a partir de um arquivo digital. Entretanto, Na aquicultura, a aplicação da impressão 3D está apenas começando e existem vários desafios para adaptar a impressão 3D na aquicultura, incluindo custo de equipamento, custo de fabricação, requisitos de pós-processamento e materiais limitados, que podem ser usados em água e outros lugares. A impressão 3D tem sido usada em sistemas hidropônicos (35) e robôs (36).

CONCLUSÕES

A aquicultura tem desempenhado um papel importante no fornecimento de alta qualidade proteínas e tem sido o setor que mais cresce na produção de alimentos nas últimas décadas. A expansão da aquicultura requer tecnologias inovadoras e disruptivas. Felizmente, várias tecnologias emergentes e disruptivas têm o potencial de revolucionar a indústria da aquicultura, como as informações e tecnologias digitais. Embora o setor de aquicultura esteja entre os mais lentos a adotar novas tecnologias, os profissionais da área perceberam que os avanços recentes da tecnologias podem oferecer oportunidades de sustentabilidade e lucratividade.

REFERÊNCIAS

1. FAO. The state of world fisheries and aquaculture 2020. Rome, Italy: Sustainability in action. 2020.
2. Abdelrahman H, ElHady M, Alcivar-Warren A, Allen S, Al-Tobasei R, Bao L., et al. Aquaculture genomics, genetics and breeding in the United States: Current status, challenges, and priorities for future research. *BMC Genomics*. 2017; 18:191.
3. Shen Y, Ma K, Yue GH. Status, challenges and trends of aquaculture in Singapore. *Aquaculture*. 2020.
4. Gjedrem T, Robinson N. Advances by selective breeding for aquatic species: A review. *Agricultural Sciences*. 2014; 5:1152.
5. Mair G, Abucay J, Abella T, Beardmore J, Skibinski, D. Genetic manipulation of sex ratio for the large-scale production of all-male tilapia *Oreochromis niloticus*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 1997; 54:396–404.
6. Xu P, David L, Martínez P, Yue GH. Genetic dissection of important traits in aquaculture: Genome-scale tools development, trait localization and regulatory mechanism exploration. *Frontiers in Genetics*. 2020; 11:642.

7. Yue GH. Recent advances of genome mapping and marker-assisted selection in aquaculture. *Fish and Fisheries*. 2014; 15:376–396.
8. Houston RD, Haley CS, Hamilton A, Guy DR, Tinch AE, Taggart JB et al. Major quantitative trait loci affect resistance to infectious pancreatic necrosis in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Genetics*. 2008; 178:1109–1115.
9. Tacon AG, Metian M. Feed matters: Satisfying the feed demand of aquaculture. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*. 2015; 23:1–10.
10. Kelly AM, Renukdas NN. Disease management of aquatic animals, aquaculture health management. Elsevier. 2020.
11. Shefat SHT. Vaccines for use in finfish aquaculture. *Acta Scientific Pharmaceutical Sciences*. 2018; 2:19.
12. Hassan SG, Hasan M. Information fusion in aquaculture: A state-of the art review. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*. 2016; 3:206–221.
13. Aich N, Nama S, Biswal A, Paul T. A review on recirculating aquaculture systems: Challenges and opportunities for sustainable aquaculture. *Innovative Farming*. 2020; 5:17–24.
14. Hodar A, Vasava R, Mahavadiya D, Joshi, N. Fish meal and fish oil replacement for aqua feed formulation by using alternative sources: A review. *Journal of Experimental Zoology India*. 2020; 23:13–21.
15. Lucas JS, Southgate PC, Tucker CS. *Aquaculture: Farming aquatic animals and plants*. John Wiley & Sons. 2019.
16. Kruusmaa M, Gkliva R, Tuhtan J, Tuvikene A, Alfredsen J. Salmon behavioural response to robots in an aquaculture sea cage. *Royal Society open science*. 2020; 7; 191220.
17. Osaka T, Yakushiji H, Hirata D. Underwater cleaning robot and auxiliary cleaning work machine. Google Patents. 2010.
18. Antonucci F, Costa C. Precision aquaculture: A short review on engineering innovations. *Aquaculture International*. 2020; 28:41–57.
19. Sun M, Yang X, Xie Y. Deep learning in aquaculture: A review. *Journal of Computers*. 2020; 31:294–319.
20. Paspalakis S, Moirogiorgou K, Papandroulakis N, Giakos G, Zervakis M. Automated fish cage net inspection using image processing techniques. *IET Image Processing*. 2020; 14:2028–2034.

21. Ohrem SJ, Kelasidi E, Bloecher N. Analysis of a novel autonomous underwater robot for biofouling prevention and inspection in fish farms. In 2020 28th mediterranean conference on control and automation (MED). IEEE. 2020; 1002-1008.
22. Yue K, Shen Y. An overview of disruptive technologies for aquaculture. *Aquaculture and Fisheries*. 2021.
23. Sousa D, Sargento S, Pereira A, Luís M. Self-adaptive team of aquatic drones with a communication network for aquaculture. In EPIA conference on artificial intelligence. Springer. 2019; 569-580
24. Yoo SH, Ju YT, Kim JS, Kim EK. Design and development of underwater drone for fish farm growth environment management. *The Journal of the Korea institute of electronic communication sciences*. 2020; 15:959–966.
25. Chen HY, Cheng SC, Chang CC. Semantic scene modeling for aquaculture management using an autonomous drone. In International workshop on advanced imaging technology (IWAIT). International Society for Optics and Photonics, 2020; 1151521.
26. Leira MH, Cunha LT, Braz MS, Melo CCV, Botelho HÁ, Reghim LC. Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. *Pubvet*. 2016; 11:1-102.
27. Su X, Sutarlie L, Loh XJ. Sensors, biosensors, and analytical technologies for aquaculture water quality. *Research: Ideas for Today's Investors*. 2020.
28. Xing Q, An D, Zheng X, Wei Z, Wang X, Li L et al. Monitoring seaweed aquaculture in the Yellow Sea with multiple sensors for managing the disaster of macroalgal blooms. *Remote Sensing of Environment*. 2019.
29. Zhou C, Xu D, Chen L, Zhang S, Sun C, Yang X, et al. Evaluation of fish feeding intensity in aquaculture using a convolutional neural network and machine vision. *Aquaculture*. 2019; 507:457–465.
30. Li D, Wang Z, Wu S, Miao Z, Du L, Duan Y. Automatic recognition methods of fish feeding behavior in aquaculture: A review. *Aquaculture*, 2020.
31. Evensen T. Fishy business: Closing the gap between data-driven decision-making (DDM) and aquaculture: An analysis of incumbents in the Norwegian aquaculture industry (NAI) and the use of big data for competitive advantage. *Mestrado em Gestão e Administração de Empresas, Universidade Católica Portuguesa*. 2020.
32. Stene A. Use of augmented reality in aquaculture. Master thesis, NTNU. 2019.
33. Xi M, Adcock M, Mcculloch J. An end-to-end augmented reality solution to support aquaculture farmers with data collection, storage and analysis. In *The 17th*

- international conference on virtual-reality continuum and its applications in industry. 2019; 1–2.
34. Ferreira JG, Aguilar-Manjarrez J, Bacher C, Black K, Dong S, Grant J et al. Progressing aquaculture through virtual technology and decision-support tools for novel management. In Global conference on aquaculture 2010. 2012.
 35. Takeuchi Y. 3D printable hydroponics: A digital fabrication pipeline for soilless plant cultivation. *IEEE Access*. 2019; 7:35863–35873.
 36. Clark AJ, Moore JM, Wang J, Tan X, McKinley PK. Evolutionary design and experimental validation of a flexible caudal fin for robotic fish. In Artificial life conference proceedings. 2012; 12:325–332.

ISBN 978-659953963-3



9

786599

539633



AGRON FOOD
ACADEMY