

Ciências Agrárias Multidisciplinares:

AVANÇOS E APLICAÇÕES MÚLTIPLAS

....

2



Danyelle Andrade Mota
Milson dos Santos Barbosa
Luma Mirely de Souza Brandão
Roger Goulart Mello
Organizadores



2022

Ciências Agrárias Multidisciplinares:

AVANÇOS E APLICAÇÕES MÚLTIPLAS

....

2



Danyelle Andrade Mota
Milson dos Santos Barbosa
Luma Mirely de Souza Brandão
Roger Goulart Mello
Organizadores



2022

2022 by Editora e-Publicar
Copyright © Editora e-Publicar
Copyright do Texto © 2022 Os autores
Copyright da Edição © 2022 Editora e-Publicar
Direitos para esta edição cedidos
à Editora e-Publicar pelos autores

Editora Chefe

Patrícia Gonçalves de Freitas

Editor

Roger Goulart Mello

Diagramação

Dandara Goulart Mello

Lidiane Bilchez Jordão

Roger Goulart Mello

Projeto gráfico e Edição de Arte

Patrícia Gonçalves de Freitas

Revisão

Os autores

CIÊNCIAS AGRÁRIAS MULTIDISCIPLINARES: AVANÇOS E APLICAÇÕES MÚLTIPLAS, VOLUME 2.

Todo o conteúdo dos capítulos desta obra, dados, informações e correções são de responsabilidade exclusiva dos autores. O download e compartilhamento da obra são permitidos desde que os créditos sejam devidamente atribuídos aos autores. É vedada a realização de alterações na obra, assim como sua utilização para fins comerciais.

A Editora e-Publicar não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Conselho Editorial

Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade Federal de Santa Catarina

Alessandra Dale Giacomini Terra – Universidade Federal Fluminense

Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Andrelize Schabo Ferreira de Assis – Universidade Federal de Rondônia

Bianca Gabriely Ferreira Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Cristiana Barcelos da Silva – Universidade do Estado de Minas Gerais

Cristiane Elisa Ribas Batista – Universidade Federal de Santa Catarina

Daniel Ordane da Costa Vale – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Danyelle Andrade Mota – Universidade Tiradentes

Dayanne Tomaz Casimiro da Silva - Universidade Federal de Pernambuco

Deivid Alex dos Santos - Universidade Estadual de Londrina

Diogo Luiz Lima Augusto – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Edilene Dias Santos - Universidade Federal de Campina Grande

Edwaldo Costa – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Elis Regina Barbosa Angelo – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Érica de Melo Azevedo - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Ernane Rosa Martins - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás

Fábio Pereira Cerdera – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Francisco Oricelio da Silva Brindeiro – Universidade Estadual do Ceará

Glaucio Martins da Silva Bandeira – Universidade Federal Fluminense

Helio Fernando Lobo Nogueira da Gama - Universidade Estadual De Santa Cruz

Inaldo Kley do Nascimento Moraes – Universidade CEUMA



2022

Jaisa Klauss - Instituto de Ensino Superior e Formação Avançada de Vitória
Jesus Rodrigues Lemos - Universidade Federal do Delta do Parnaíba
João Paulo Hergesel - Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Jose Henrique de Lacerda Furtado – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Jordany Gomes da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Jucilene Oliveira de Sousa – Universidade Estadual de Campinas
Luana Lima Guimarães – Universidade Federal do Ceará
Luma Mirely de Souza Brandão – Universidade Tiradentes
Marcos Pereira dos Santos - Faculdade Eugênio Gomes
Mateus Dias Antunes – Universidade de São Paulo
Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes
Naiola Paiva de Miranda - Universidade Federal do Ceará
Rafael Leal da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Rita Rodrigues de Souza - Universidade Estadual Paulista
Rodrigo Lema Del Rio Martins - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Willian Douglas Guilherme - Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

C569 Ciências agrárias multidisciplinares [livro eletrônico] : avanços e aplicações múltiplas: volume 2 / Organizadoras Danyelle Andrade Mota... [et al.]. – Rio de Janeiro, RJ: e-Publicar, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5364-115-0

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Ciências agrárias – Brasil – Pesquisa. 3. Sustentabilidade. I. Mota, Danyelle Andrade. II. Barbosa, Milson dos Santos. III. Brandão, Luma Mirely de Souza. IV. Mello, Roger Goulart.

CDD 630.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Editora e-Publicar
Rio de Janeiro, Brasil
contato@editorapublicar.com.br
www.editorapublicar.com.br



2022

APRESENTAÇÃO

É com grande satisfação que a Editora e-Publicar vem apresentar a obra intitulada "Ciências agrárias multidisciplinares: avanços e aplicações múltiplas, Volume 2". Neste livro engajados pesquisadores contribuíram com suas pesquisas. Esta obra é composta por capítulos que abordam múltiplos temas da área.

Desejamos a todos uma excelente leitura!

Editora e-Publicar

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	13
FUNGOS FILAMENTOSOS ENTOMOPATOGÊNICOS COMO AGENTES BIOCONTROLADORES DA LAGARTA-ROSCA <i>AGROTIS IPSILON</i> (HUFNAGEL, 1766) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)	13
	Lucas Brendo Pimenta Bandeira Eveline de Arruda Martins Adna Cristina Barbosa de Sousa
CAPÍTULO 2	22
CULTIVO DO COGUMELO COMESTÍVEL <i>PLEUROTUS OSTREATUS</i> VAR. <i>FLORIDA</i> NO ENDOCARPO DO COCO VERDE DESCARTADO	22
	Vitória Tereza Negrão de Albuquerque Kristerson Reinaldo de Luna Freire Nadja Santos Vitória Adna Cristina Barbosa de Sousa
CAPÍTULO 3	33
OCORRÊNCIA DO CARRAPATO <i>RHIPICEPHALUS MICROPLUS</i> EM BOVINOS DO MUNICÍPIO DE BURITICUPU, ESTADO DO MARANHÃO	33
	Rogério Lean Pereira Castro Linjohadson Ferreira da Silva Danilo Rodrigues Barros Brito
CAPÍTULO 4	41
ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE ACIDIFICAÇÃO DA KOMBUCHA PRODUZIDA COM CHÁ <i>CAMELLIA SINENSIS</i> VERDE E PRETO	41
	Rayane da Silva Rezende Joice Vinhal Costa Orsine
CAPÍTULO 5	49
ABORDAGEM TERAPÊUTICA EM OBSTETRÍCIA VETERINÁRIA	49
	Juliana Lemos Toneloto Mariane Scapin Teixeira Nathalia Boeiracoghetto Nathalia Roberta Dias Dos Santos Leonice Aparecida De Fátima Alves Pereira Mourad
CAPÍTULO 6	68
LICENCIAMENTO AMBIENTAL PARA A SUINOCULTURA: MANUAL PARA A AGRICULTURA FAMILIAR NO SUL DO BRASIL	68
	Clebes Iolanda Leodice Alves Nathalia Boeira Coghetto Nathalia Roberta Dias dos Santos Leonice Aparecida de Fátima Alves Pereira Mourad

CAPÍTULO 7	81
QUALIDADE SANITÁRIA DE GRÃOS DE SOJA ARMAZENADOS EM SILOS METÁLICOS EM NOVA ANDRADINA - MS	81
	Gabriel Ferreira Paiva Maycom Dias de Lima Bruno Hideki Sugimoto Paula Karina Lima de Jesus Richard Gonçalves dos Santos José Francisco Teixeira Gonçalves Marcio Lustosa Santos
CAPÍTULO 8	87
AGROTÓXICOS: UMA REVISÃO SOBRE SUAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE INTERESSE AMBIENTAL.	87
DOI 10.47402/ed.ep.c20222318150	Adilson Correia Goulart Anizio Marcio de Faria Simone Machado Goulart
CAPÍTULO 9	105
UTILIZAÇÃO DE NDVI COMO FERRAMENTA NO MONITORAMENTO DA MATA CILIAR NO ENTORNO DE CORPOS HÍDRICOS.....	105
DOI 10.47402/ed.ep.c20222329150	Ana Cristina Pinheiro Beatriz Angelim de Oliveira Carla Emanuela de Oliveira Sara Ranna Leonel Pinheiro Vinicius Bitencourt Campos Calou
CAPÍTULO 10	119
PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EM UNIDADES DE MULTIPRODOTOS	119
DOI 10.47402/ed.ep.c202223310150	Anderson Ramos de Oliveira Glauber dos Santos
CAPÍTULO 11	137
PERSPECTIVAS DA PRODUÇÃO DE CELULOSE MICROBIANA E SUAS APLICAÇÕES: UMA REVISÃO.....	137
DOI 10.47402/ed.ep.c202223411150	Pedro Ribeiro Faria Cátia Tavares dos Passos Francisco
CAPÍTULO 12	155
USO DE MALHA FOTOSELETIVA AZUL ALTERA A BROTAÇÃO E O DIÂMETRO DO COLO DA IPECA	155
DOI 10.47402/ed.ep.c202223512150	Rebecca de Andrade Klein Ricardo Cristina Moll Hüther Nicole Pereira de Souza Rocha Julia Ramos de Oliveira Daniel Moncada Pereira Marques Natália Fernandes Rodrigues Gabriela Martins Correa Vitor Francisco Ferreira

CAPÍTULO 13 164
BANCADA DIDÁTICA PARA O MONITORAMENTO DE GRÃOS..... 164
DOI 10.47402/ed.ep.c202223613150

Lucas Tavares Da Silva
Niédja Marizze Cezar Alves
Carlos Alberto Viliotti
Elivânia Maria Sousa Nascimento

CAPÍTULO 14 172
REFLEXO DO USO E COBERTURA DO SOLO POR DIFERENTES MUNICÍPIOS DO ESTADO DO PIAUÍ..... 172

DOI 10.47402/ed.ep.c202223714150

Francisco de Assis Gomes Junior
Luciana Lucena Gaudêncio
Bruno Laecio da Silva Pereira
José da Silva Cerqueira Neto
Marlei Rosa dos Santos
Clarice Sousa Moura
Fabrício Custódio de Moura Gonçalves

CAPÍTULO 15 180
DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS E IMPLANTAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO EM UMA AGROINDÚSTRIA FAMILIAR DE EMBUTIDOS CÁRNEOS EM PELOTAS/RS..... 180

DOI 10.47402/ed.ep.c202223815150

Jonis Elias Penning
Roberta Manica-Berto
Maristela Cortez Sawitzki
Ângela Maria Fiorentini

CAPÍTULO 16 200
ÓLEO ESSENCIAL DE *EUCALYPTUS* COMO CONTROLE ALTERNATIVO DE PRAGAS DE GRÃOS ARMAZENADOS..... 200

DOI 10.47402/ed.ep.c202223916150

José Oliveira Dantas
Sara Amanda Silva Barros
Rodrigo de Oliveira Santana
Agripino Emanuel de Oliveira Alves
Talita de Araújo Guimarães Piovezan
Almi Alves da Costa
Debora Santos de Jesus

CAPÍTULO 17 218
AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DOS EXTRATOS METANÓLICOS DOS FRUTOS, FLORES, FOLHAS E CAULE DA AMLA (*PHYLLANTHUS EMBLICA*)..... 218

DOI 10.47402/ed.ep.c202224017150

Jéssica Mendes
Karolayne dos Santos Borges Silva
Maria Fernanda de Castro Burbarelli
Daise Aparecida Rossi
José Ruguê Ribeiro Junior
Mirian Ribeiro Moreira Carrijo

CAPÍTULO 18	234
AGRICULTURA URBANA E RESISTÊNCIA: HORTA PEDAGÓGICA COMO INSTRUMENTO DE TRANSFORMAÇÃO SOCIAL	234
DOI 10.47402/ed.ep.c202224118150	Luciano Majolo
CAPÍTULO 19	244
DEVOLUÇÃO DE EMBALAGENS VAZIAS DE AGROTÓXICOS EM RECEBIMENTOS ITINERANTES NA PARAÍBA DURANTE A PANDEMIA DE COVID 19.....	244
DOI 10.47402/ed.ep.c202224219150	Márcia Aparecida Cezar Márcia Helena Pontieri Laís Campos Teixeira Carvalho Gonçalves Solange Maria de Vasconcelos Angela Lima Meneses de Queiroz Roberto Chiappetta
CAPÍTULO 20	255
COMPETIÇÃO DE GENÓTIPOS DE GIRASSOL CULTIVADOS NA CHAPADA DO ARARIPE, PERNAMBUCO	255
DOI 10.47402/ed.ep.c202224320150	Marcos Antônio Drumond Anderson Ramos de Oliveira Claudio Guilherme Portela de Carvalho Welson Lima Simões José Alves Tavares João Tavares Calixto Junior
CAPÍTULO 21	261
UTILIZAÇÃO DE AMINOÁCIDOS COM FUNÇÃO INTESTINAL PARA ANIMAIS NÃO RUMINANTES	261
DOI 10.47402/ed.ep.c202224421150	Marcos Vinícius Ramos Afonso Elza Alice de Quadros Alexandre Alves Abreu Laura de Almeida Silva Gabriela Bulkool Ribeiro Rejane Vilela Silva Souza Aline de Lima Silva Juliana Barbara Silva Souza
CAPÍTULO 22	281
TRATAMENTO DE SEMENTES COM FERTILIZANTE MINERAL MISTO EM SOJA.....	281
DOI 10.47402/ed.ep.c202224522150	Mairon Silveira Motta Matheus de Lima Soares Mary Kat da Silva Pinheiro Guilherme Ribeiro
CAPÍTULO 23	293
PERCEPÇÃO DE CAFEICULTORES FAMILIARES SOBRE O IMPACTO DA PANDEMIA EM SUAS VIDAS E NEGÓCIOS	293
DOI 10.47402/ed.ep.c202224623150	Guilherme Antônio Mendonça Myriam Angélica Dornelas

CAPÍTULO 24 315
**CRESCIMENTO DE FEIJÃO-CAUPI CULTIVADO EM SOLO DE CERRADO
SUBMETIDO A FONTES E DOSES DE FÓSFORO**315

DOI 10.47402/ed.ep.c202224724150

Karla Samylle de Queiroz Costa
Adrielim Santiago Lima
Gabriel Bousse Picanço
Madson Pereira Melo
Nilvan Carvalho Melo
Fabricia Kelly Cabral Moraes
Raphael Leone da Cruz Ferreira

CAPÍTULO 25 325
**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DE MILHO CULTIVADO EM
SOLO DE CERRADO SUBMETIDO A FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO**325

DOI 10.47402/ed.ep.c202224825150

Lucia Ferreira da Silva
Jeferson de Deus Souza
Letícia Cardoso Gomes
Raqueline Shirlen da Silva Bezerra
Karla Samylle de Queiroz Costa
Madson Pereira Melo
Nilvan Carvalho Melo
Raphael Leone da Cruz Ferreira

CAPÍTULO 26 335
**CRESCIMENTO INICIAL DA SOJA CULTIVADA EM SOLO SUBMETIDO A
ADUBAÇÃO POTÁSSICA**335

DOI 10.47402/ed.ep.c202224926150

João Vitor de Andrade Soares
Ana Caroline de Freitas Gonçalves
Cláudia Brenda da Conceição de Freitas
Cleverton França Vaz
Gizeli Santiago Lima
Nilvan Carvalho Melo
Fabricia Kelly Cabral Moraes

CAPÍTULO 27 346
**CRESCIMENTO INICIAL DE SORGO E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM SOLO DE
CERRADO AMAPAENSE**346

DOI 10.47402/ed.ep.c202225027150

Nilton dos Santos Torres
Arthur Vinicius Pires Moreira
Diomax Picanço Teixeira
Rayla Pinto Ramos Torres
Nilvan Carvalho Melo
Fabricia Kelly Cabral Moraes
Raphael Leone da Cruz Ferreira

CAPÍTULO 28	356
ALTERNATIVAS RECENTES PARA O TRATAMENTO DA FUSARIOSE	356
DOI 10.47402/ed.ep.c202225128150	
	Pedro Alves Bezerra Morais Gabriel Sebastião Rocha Bertenceli Jéssica Adalgisa Barbosa Silva Lara Chaves de Freitas Ferreira Mariana Alves Eloy Valdemar Lacerda Junior
CAPÍTULO 29	375
OCUPAÇÃO DO SOLO POR CANA-DE-AÇÚCAR E SUA INFLUÊNCIA NA REDE DE DRENAGEM	375
DOI 10.47402/ed.ep.c202225229150	
	Bruna Soares Xavier de Barros Zacarias Xavier de Barros Ronaldo Alberto Pollo
CAPÍTULO 30	385
INDUÇÃO DE PLANTAS HAPLOIDES E DUPLO-HAPLOIDES: UMA REVISÃO	385
	Aline dos Santos Bergamin Geisiele Silva Martins Mayla Bessa Scotá Milene Miranda Praça Fontes

CAPÍTULO 1

FUNGOS FILAMENTOSOS ENTOMOPATOGÊNICOS COMO AGENTES BIOCONTROLADORES DA LAGARTA-ROSCA *AGROTIS IPSILON* (HUFNAGEL, 1766) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Lucas Brendo Pimenta Bandeira
Eveline de Arruda Martins
Adna Cristina Barbosa de Sousa

RESUMO

Agrotis ipsilon é considerada uma praga no Brasil e ataca diversas espécies vegetais de relevância econômica. A estratégia química de controle tem apresentado contaminação ambiental, baixa especificidade, possibilidade de ressurgência da praga, seleção de insetos resistentes e riscos potenciais à saúde humana. O biocontrole com fungos entomopatogênicos é uma alternativa viável, segura e compatível com o ambiente para o controle de insetos-praga na agricultura. Objetivo: avaliar a especificidade e o potencial bioinseticida de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* e *Aspergillus* sp. sobre *A. ipsilon*. Método: para análise da especificidade/patogenicidade dos fungos foi realizado um experimento (N=30) com três repetições de 10 lagartas (estágios L3 – L5) para cada tratamento (T1 Grupo controle = água destilada autoclavada + Tween 80; T2= suspensão de $1,0 \times 10^8$ conídios.mL⁻¹ + Tween 80). As placas foram mantidas à temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de 70 ± 10 % e avaliadas a cada 24 horas durante 15 dias. Resultados: *B. bassiana*, *M. anisopliae* var. *anisopliae* e *Aspergillus* sp. promoveram uma taxa de mortalidade de $58,51 \pm 0,10$, $70,02 \pm 0,42$ e $60,02 \pm 4,90$, respectivamente, sobre *A. ipsilon*. Os conídios de *B. bassiana*, *M. anisopliae* var. *anisopliae* e *Aspergillus* sp. apresentaram uma viabilidade de 81%, 91% e 90%, respectivamente, e um tempo letal em dias de 9,35, 7,21 e 12,47, respectivamente. Conclusão: Os três isolados apresentaram potencial para ser utilizado no biocontrole de *A. ipsilon*, como uma alternativa ao uso do controle químico na agricultura.

PALAVRAS-CHAVE: Biocontrole, bioinseticida, fungos entomopatogênicos.

INTRODUÇÃO

A lagarta-roscas *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1766) é uma praga cosmopolita, tendo relatos de ocorrência em muitos países além do Brasil, onde possui uma facilidade de locomoção, devido ao adulto da praga poder voar até 1000 Km de distância. Ataca plântulas e folhas de várias culturas agrícolas, como cana-de-açúcar, milho, abóbora, abobrinha, acelga, agrião, alface, algodão, alho, batata doce, batata yacon, berinjela, beterraba, brócolis, cebola, chalota, chicória, chuchu, couve, couve-chinesa, couve-de-bruxelas, couve-flor, espinafre, feijão, fumo, gengibre, jiló, mandioquinha-salsa, maxixe, melancia, nabo, pimenta, pimentão, quiabo, rabanete, repolho, rúcula, soja, tomate e trigo (NAG; NATH, 1993; MELO, 2018; JOSHI et al., 2020).



Atualmente são adotadas duas formas de controle: químico e biológico. Para o controle químico é recomendado o tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos e a eliminação antecipada de plantas invasoras hospedeiras. Em áreas menores é recomendado também a distribuição de iscas preparadas a base de farelo, melaço e um inseticida sem odor. Porém, essas estratégias não apresentam resultados satisfatórios para os produtores, além de serem altamente agressivas ao meio ambiente, fatos que aumentam a necessidade de alternativas para o combate da praga (MARQUES et al., 2016; PARRA; DINIZ; COELHO JÚNIOR, 2020). Já o controle biológico apresenta inúmeras vantagens, especialmente em relação aos impactos ambientais, custo, manuseio, especificidade e ao desenvolvimento de resistência pelos organismos-praga. Entretanto, os bioinseticidas ainda apresentam uma baixa eficiência em relação ao tempo de morte do organismo alvo, quando comparado ao controle químico. Mas, esforços têm sido realizados com o intuito de potencializar o emprego do controle biológico (LOURENÇÃO et al., 1993; MONDAL et al., 2016).

Entre os micro-organismos utilizados como agentes no controle biológico de pragas, destacam-se os fungos filamentosos com ação entomopatogênica, pois estes não necessitam ser ingeridos para que possam efetivar o controle do organismo alvo. Eles desenvolvem-se de forma ativa sobre o tegumento de seu hospedeiro (ALVES, 1998; HAJEK; EILENBERG, 2018). Dentre os principais grupos/espécies de fungos entomopatogênicos destacamos *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin, *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin e *Aspergillus* sp. Esses gêneros apresentam ação comprovada no controle biológico de vários insetos-praga (dípteros, himenópteros, ortópteros, coleópteros, lepidópteros e hemípteros) na agropecuária (ALVES et al., 2008; ABDEL-AZEEM et al., 2016; DARA, 2017; YANG et al., 2019; VALADARES-INGLIS; LOPES; FARIA, 2020). Baseado nessas informações, o nosso objetivo foi avaliar a especificidade e o potencial bioinseticida de *B. bassiana*, *M. anisopliae* var. *anisopliae* e *Aspergillus* sp. sobre a lagarta-rosca *A. ipsilon*, visando contribuir para o desenvolvimento de alternativas mais eficazes e menos danosas ao ambiente para o controle desse inseto-praga.

METODOLOGIA

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Genética Molecular e Biotecnologia Vegetal (L G M Biotec), Centro de Biotecnologia, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), *Campus* I, João Pessoa, Paraíba.

Origem das lagartas: as lagartas adultas de *A. ipsilon* foram adquiridas através da Empresa Pragmas.com (<http://www.pragmas.com.vc>).

Origens dos isolados fúngicos: foram utilizados três isolados fúngicos entomopatogênicos pertencentes à coleção de culturas fúngicas do L G M Biotec (*Metarhizium anisopliae* var. *anisopliaee*, *Beauveria bassiana* e *Aspergillus* sp.) conforme descrito na Tabela 01.

Tabela 01: Origens dos três isolados fúngicos filamentosos entomopatogênicos.

Espécie fúngica	Substrato de isolamento/Origem/Ano
<i>Metarhizium anisopliae</i> var. <i>anisopliaee</i>	<i>Mahanarva posticata</i> /Usina Serra Grande/Maceió-AL - 2005
<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Nezara viridula</i> /CENARGEM/PR - 1987
<i>Aspergillus</i> sp.	Formiga cortadeira/Reserva florestal da Universidade Federal da Paraíba, <i>Campus</i> I, João Pessoa/PB - 2017

Fonte: Autoria própria, 2022.

Preparo das suspensões de conídios: os três isolados fúngicos foram inoculados em meio de cultura Ágar-Sabouraud-Dextrose 2 % (5 g/L de peptona de carne, 20 g/L de glicose, 5 g/L de peptona de caseína e 15 g/L de ágar bacteriológico. pH 5,6 ± 0,1 a 25 °C). As placas foram mantidas à temperatura de 25 ± 2 °C, por um período de 10 a 15 dias para crescimento e conidiogênese. Após esse período, os conídios foram coletados, raspando-se a superfície da colônia para a realização dos bioensaios. Para o preparo das suspensões de conídios, foi utilizada água destilada autoclavada e Tween 80 0,01 % (v/v). Em seguida, foi estimada a concentração de conídios em câmara de Neubauer e as suspensões serão padronizadas em 1,0 x 10⁸ conídios.mL⁻¹.

Avaliação da viabilidade dos conídios: amostras dos conídios dos três isolados fúngicos foram tomadas e submetidas a diluições seriadas, até se obter uma concentração de 1 × 10⁸ conídios/mL⁻¹. Desta suspensão, inoculou-se, em triplicata, 100 mL em placas de Petri contendo meio BDA (Batata-Ágar-Dextrose), que em seguida foram incubadas por 18 horas (T = 29 ± 1° C). Após esse período, foram realizadas as contagens em cada placa, de 200 a 300 conídios viáveis ou não, sob microscópio de luz (aumento de 400×) (SENE et al., 2010).

Bioensaio - avaliação da atividade inseticida: a metodologia utilizada para o teste de patogenicidade foi adaptada a partir do trabalho de Santos et al. (2007). Foi realizado um experimento com 90 exemplares de lagartas-rosca, correspondendo a três repetições de 10 lagartas-rosca para cada tratamento (T1 Grupo controle= água destilada autoclavada + Tween

80; T2= suspensão de $1,0 \times 10^8$ conídios.mL⁻¹ + Tween 80). As lagartas-rosca foram transferidas individualmente para placas de Petri contendo papel de filtro com 1 mL da suspensão de conídios e a dieta artificial de Greene (Tabela 02) (BUSATO et al., 2006). As placas foram mantidas à temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa de 70 ± 10 % e avaliadas a cada 24 horas durante 15 dias, para observação da extrusão do fungo e confirmação da morte pelo patógeno.

Tabela 02: Composição da dieta artificial de Greene.

Dieta de Greene	
Constituinte	Quantidade
Feijão branco	102,90 g
Germe de trigo	82,30 g
Farelo de soja	41,20 g
Leite em pó	30,90 g
Levedura de cerveja	51,40 g
Ácido ascórbico	4,90 g
Ácido sórbico	2,50 g
Nipagin	4,10 g
Solução vitamínica	8,20 mL
Tetraciclina	0,10 g
Formoldeído (40 %)	4,90 mL
Ágar	18,90 g
Água	1400,00 mL

Fonte: BUSATO et al., 2006.

Análise estatística: os experimentos foram realizados segundo o delineamento experimental inteiramente casualizado, onde os dados foram analisados estatisticamente quanto à variância (teste F) e as médias comparadas entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade, utilizando-se o programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2003). Os dados referentes à mortalidade confirmada foram submetidos à análise de Probit para obtenção dos valores de TL₅₀ (tempo letal), em dias (FINNEY, 1971).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No início do bioensaio, as lagartas *A. ipsilon* (estágios de L3 a L5) apresentaram comportamento agitado, deslocando-se rapidamente em várias direções na placa de Petri. Ao decorrer do experimento, as mesmas deslocavam-se cada vez mais lentamente, apresentando um comportamento letárgico. Além disso, durante os 15 dias do bioensaio, as lagartas também demonstraram visualmente uma diminuição gradativa no consumo da dieta.

Constatou-se que nos estágios iniciais, a infecção causou alterações fisiológicas como a diminuição dos movimentos, seguidos de paralisia e posterior mumificação da lagarta pelos isolados fúngicos. A Figura 1B mostra as lagartas colonizadas por *Aspergillus* sp. Foi

constatado que as lagartas infectadas pelos fungos interrompem o seu desenvolvimento em relação ao grupo controle, ou seja, elas não passaram do estágio larval para o estágio de pupa. Extrusão do fungo não foi observada nos grupos controles, visto que não houve inóculo de conídios nos mesmos (Figura 1A). Esses dados confirmam os resultados obtidos por Vey et al. (2002), onde os hospedeiros infectados [carrapato *Ixodes ricinus* (L.)] exibiam os primeiros sinais de colonização, que são: inquietação, perda de coordenação motora, parada de ingestão de alimentos e morte.

Os distúrbios fisiológicos gerados nos hospedeiros, provavelmente foram provocados pela produção de micotoxinas. As dextruxinas, metabólitos secundários produzidos pelos fungos, são as principais toxinas que afetam os canais de transportes de íons, envolvidos nas respostas musculares e na integridade das membranas celulares. Portanto, estes fatores apontam que as micotoxinas estão envolvidas na sintomatologia exibida nos primeiros estágios de infecção (SHAH; PELL, 2003).

Figura 01: Lagarta *Agrotis ipsilon*. A) Lagarta do grupo controle e B) lagartas colonizadas por *Aspergillus* sp.



Fonte: Autoria própria, 2021.

A ação das micotoxinas produzidas por *B. bassiana*, *M. anisopliae* e *Aspergillus* sp. sobre o *A. ipsilon* foi considerada aguda, devido à eliminação por completo e rapidamente do controle nervoso sobre as funções do corpo do inseto. Resultados semelhantes foram observados em saúvas (*Atta* sp.) e moscas domésticas infectadas com *B. bassiana*, onde foi observado diminuição momentânea dos movimentos (ALVES, 1998).

B. bassiana, *M. anisopliae* var. *anisopliae* e *Aspergillus* sp. promoveram uma taxa de mortalidade de $58,51 \pm 0,10$, $70,02 \pm 0,42$ e $60,02 \pm 4,90$, respectivamente, sobre *A. ipsilon* no período de 15 dias (Tabela 03). No grupo controle obteve-se uma taxa de mortalidade de $1,32 \pm 0,10$, valor que pode ser atribuído ao estresse durante o experimento ou ao isolamento social

das lagartas, uma vez que essas mortes não poderiam ter sido causadas pelo fungo, posto que, como relatado anteriormente, não houve inóculo no grupo controle.

Tabela 03: Atividade patogênica dos isolados fúngicos sobre a lagarta *Agrotis ipsilon* em condições de laboratório na concentração de 10^8 conídios/mL⁻¹. Período de incubação - 15 dias (T = 25 ± 2 °C) (n=30).

Isolados Fúgicos	Mortalidade Média de <i>Agrotis ipsilon</i> (%) (± SD) ³
<i>Metarhizium anisopliae</i> var. <i>anisopliae</i>	70,02 ± 0,42
<i>Beauveria bassiana</i>	58,51 ± 0,10
<i>Aspergillus</i> sp.	60,02 ± 0,32
Controle	1,32 ± 0,10
Coefficiente de variação	10,3 %

Fonte: Autoria própria, 2021.

A viabilidade dos conídios e o tempo letal (TL₅₀) em dias estão descritos na Tabela 04. Os conídios de *B. bassiana*, *M. anisopliae* var. *anisopliae* e *Aspergillus* sp. apresentaram uma viabilidade de 81%, 91% e 90%, respectivamente, e um TL⁵⁰ em dias de 9,35, 7,21 e 12,47, respectivamente.

Tabela 04: Viabilidade de conídios e TL₅₀ (dias) para a lagarta *Agrotis ipsilon* tratadas com fungos entomopatogênicos. Concentração de 10^8 conídios/mL⁻¹. Período de incubação - 15 dias (T = 25 ± 2 °C e umidade relativa 70 ± 10 %) (n=30).

Isolates	Viabilidade dos conídios (%)	LT ₅₀ (dias)	Equação de regressão ¹	t ²
<i>Metarhizium anisopliae</i>	91	7,21	Y= 0,1782 + 2,8522 log X	5,01
<i>Beauveria bassiana</i>	81	9,35	Y= 0,1782 + 2,8522 log X	6,09
<i>Aspergillus</i> sp.	90	12,47	Y=2,9145 + 1,3001 log X	5,01
Controle	0	0	ns ³	0

¹Valores das equações obtidas por análise probit, onde Y = probit e X = concentração. ² O valor de t é crucial para a determinação do coeficiente angular, valores menores que 1,96 indicam que não há significância da regressão. ³ Não significativo. Fonte: Autoria própria, 2021.

Conhecer o TL₅₀ de um isolado é importante. A partir desse dado é possível tirar algumas conclusões a respeito da potência dos patógenos, bem como da susceptibilidade dos insetos à doença e, até mesmo, fazer previsões de controle de pragas (OLIVEIRA, 2013).

Diante dos dados obtidos, notou-se que os três isolados avaliados não dependem de um meio externo bastante nutritivo para dar início ao processo de infecção, visto que o tratamento contendo papel toalha umedecido, mesmo sendo ausente em nutrientes, garantiu a germinação dos conídios e crescimento na cutícula de *A. ipsilon*. Estes resultados comprovam a especificidade dos três fungos com o inseto. A maioria dos fungos entomopatogênicos requer, pelo menos, 95 % de umidade relativa na superfície do hospedeiro para iniciar o processo de

germinação, extensão do tubo germinativo e infecção. A alta umidade relativa e a temperatura adequada são condições favoráveis para o crescimento do fungo e a ocorrência da doença, sendo que temperaturas altas e baixas retardam o crescimento e, conseqüentemente, o desenvolvimento da doença (MARQUES et al., 2016).

B. bassiana, *M. anisopliae* var. *anisopliae* e *Aspergillus* sp. apresentaram potencial para uso no controle biológico de *A. ipsilon*, mas faz-se necessários ensaios no campo, em condições naturais, para avaliar a disseminação do patógeno através da dispersão de insetos contaminados e a capacidade de permanência do fungo sobre hospedeiros naturais no ambiente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos nas condições estabelecidas e avaliadas neste estudo, conclui-se que *B. bassiana*, *M. anisopliae* var. *anisopliae* e *Aspergillus* sp. apresentou especificidade e efeito letal às lagartas de *A. ipsilon* (estágios L3-L5) na concentração de $1,0 \times 10^8$ conídios/mL⁻¹.

Os três isolados apresentam potencial para ser explorado e posteriormente utilizado no controle biológico de *A. ipsilon*.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Universidade Federal da Paraíba (UFPB) pela concessão das bolsas de Iniciação Científica a Lucas B. P. Bandeira e Eveline A. Martins.

REFERÊNCIAS

ABDEL-AZEEM, A. M.; SALEM, F. M.; ABDEL-AZEEM, M. A.; NAFADY, N. A.; MOHESIEN, M. T.; SOLIMAN, E. A. Biodiversity of the genus *Aspergillus* in different habitats. In: GUPTA, V. K. (ed.). *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering: Microbial Cellulase System Properties and Applications*. 1 ed. Índia: Elsevier, p. 3-28, 2016.

ALVES, S. B.; LOPES, R. B.; VIEIRA, S. A. TAMAI, M. A. Fungos entomopatogênicos usados no controle de pragas na América Latina. In: ALVES, S. B.; LOPES, R. B. (Ed.). *Controle microbiano de pragas na América Latina: avanços e desafios*. Piracicaba: FEALQ, p. 69-110, 2008.

ALVES, S. B. Fungos entomopatogênicos. In: ALVES, S. B. *Controle microbiano de insetos*. 2ª. Edição. Piracicaba: FEALQ, p. 289, 1998.

BUSATO, R. G.; GARCIA, S. M.; LOECK, E. A.; ZART, M.; NUNES, M. A.; ODERLEI, B.; SILVA, A. F. Adequação de uma dieta artificial para os biótipos "milho" e "arroz" de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Instituto Agronômico de Campinas Bragantia, v.65, n.2, p.317-323, 2006.

DARA, S. K. Entomopathogenic microorganisms: modes of action and role in IPM. E-journal of Entomology and Biologicals, 2017. Disponível em: <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=24119>. Acesso em: 04 mar. 2021.

FERREIRA, D. F. Sisvar: versão 4.3. Lavras: DEX/UFLA, 2003.

FINNEY, D. J. Probit analysis. 3. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1971.

HAJEK, A. E.; EILENBERG, J. Natural Enemies: An Introduction to Biological Control. 2 ed. Reino Unido: Cambridge Press University, 2018. E-book.

JOSHI, M.; VARADHARASU, P.; SOLANKI, C.; BIRARI, V. Potato Cutworm, *Agrotis ipsilon*: An Overview and their Management. Agriculture & Food: e-Newsletter, [s. l.], v. 2, n. 5, p. 188-191, mai, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/341120849_Potato_Cutworm_Agrotis_ipsilon_An_Overview_and_their_Management. Acesso em: 04 mar. 2021.

LOURENÇÃO, A. L. et al. Controle de *Sitophilus zeamais* em Milho com *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e *Pirimifos metil*. Ecosistema, v.18, p.69-74, 1993.

MARQUES, A.; DIONÍSIO, L.; PALLERO-BUENO, F.; NETO, L. Estudo da capacidade entomopatogénica de fungos fitopatogénicos. Actas Portuguesas de Horticultura, n. 25, p. 114-119, 2016.

MELO, M. Ataque noturno de lagartas rosca. Revista Cultivar, 2018. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/ataque-noturno-de-lagartas-rosca>. Acesso em: 07 dec. 2020.

MONDAL, S.; BAKSI, S.; KORIS, A.; VATAI, G. Journey of enzymes in entomopathogenic fungi. Pacific Science Review A: Natural Science and Engineering, v. 18, n. 2, p.85–99, 2016.

NAG, A.J.; NATH, P. Biology of cutworm *Agrotis ipsilon* (Hufn.) on some natural and an artificial food. Naturalia São Paulo, v.18, p.57-66, 1993.

OLIVEIRA, B. M. S.; MELO, C. R.; ALVES, P. B.; SANTOS, A. A.; SANTOS, A.C. C.; SANTANA, A. S.; ARAÚJO, A. P. A.; NASCIMENTO, P. E. S.; BLANK, A.F.; BACCI, L. Essential Oil of *Aristolochia trilobata*: Synthesis, Routes of Exposure, Acute Toxicity, Binary Mixtures and Behavioral Effects on Leaf-Cutting Ants. Molecules, v. 22, p.94-109, 2017.

PARRA, J. R. P.; DINIZ, A. J. F.; COELHO JÚNIOR, A. Controle biológico no Brasil. Grandes Culturas Cultivar, Pelotas, ano XX, n. 255, p. 30-34, 2020.

SHAH, P. A.; PELL, J. K. Entomopathogenic fungi as biological control agents. Applied Microbiology and Biotechnology, v. 61, p.413-423, 2003.



SANTOS, A.; ZANETTI, R.; ZANUNCIO, J. C.; MENDONÇA, L. A.; SOUZA-SILVA, A.; MEDEIROS, A. G. B. Eficiência e custo de controle de ninhos de *Atta* spp. (Hymenoptera: Formicidae) com termonebulização. *Cerne*, v. 13, p. 23-27, 2007.

VALADARES-INGLIS, M. C.; LOPES, R. B.; FARIA, M. R. Controle de artrópodes-praga com fungos entomopatogênicos. In: FONTES, E. M. G.; VALADARES-INGLIS, M. C. (ed.). *Controle biológico de pragas da agricultura*. 1 ed. Brasília - DF: Embrapa, p. 201-236, 2020.

VEY, A.; MATHA, V.; DUMAS, C. Effects of the peptide mycotoxin e on insect haemocytes and on dynamics and efficiency of the multicellular immune reaction. *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 2, p. 104-127, 2002.

YANG, H.; QIN, C.; CHEN, Y.; ZHANG, G.; DONG, L.; WAN, S. Persistence of *Metarhizium* (Hypocreales: Clavicipitaceae) and *Beauveria bassiana* (Hypocreales: Clavicipitaceae) in Tobacco Soils and Potential as Biocontrol Agents of *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Environmental Entomology, Estados Unidos da América*, v. 48, n. 1, p. 147-155, 2019.

CAPÍTULO 2

CULTIVO DO COGUMELO COMESTÍVEL *PLEUROTUS OSTREATUS* VAR. *FLORIDA* NO ENDOCARPO DO COCO VERDE DESCARTADO

Vitória Tereza Negrão de Albuquerque
Kristerson Reinaldo de Luna Freire
Nadja Santos Vitória
Adna Cristina Barbosa de Sousa

RESUMO

Pleurotus ostreatus é uma das espécies de cogumelos mais produzidas e comercializadas atualmente. São classificados como sapróbios primários por degradarem materiais lignocelulósicos e, nas últimas décadas, pesquisas vêm sendo realizadas com espécies do gênero, visando aprimorar e adaptar o cultivo em matéria orgânica reciclada, objetivando a otimização e diminuição dos custos de produção. Objetivo: testar a viabilidade do endocarpo do coco verde descartado para a produção de *P. ostreatus* var. *florida* à base de diferentes formulações com o bagaço de malte. Método: foram testados 7 tratamentos a base malte cervejeiro puro e suplementado com borra de café (2%) e gesso agrícola (2%), acondicionado no mesocarpo do coco verde descartado. Após frutificação foram calculados o rendimento, eficiência biológica e produtividade. Resultados: as formulações que evidenciaram capacidade de converter o substrato em biomassa fúngica saudável entre 26 e 29 dias foram os tratamentos TC6 (bagaço de malte suplementado com borra de café e gesso agrícola), TC7 (bagaço de malte e fibra de coco suplementado com borra de café e gesso agrícola) e TC3 (bagaço de malte), respectivamente. O tratamento TC6 atingiu os melhores resultados em relação à eficiência biológica, rendimento e produtividade de 19,6 %, 103 % e 0,40, respectivamente, evidenciando o potencial produtivo do malte com a adição de suplementos adequados para equilibrar a relação C/N para a melhora de produtividade. Conclusão: o bagaço de malte mostrou ter maior potencial como substrato base para a produção de semente/inóculo para *P. ostreatus* var. *florida* evidenciando o potencial de reutilização de resíduos cervejeiros. E a formulação ideal para melhor produtividade foi bagaço de malte suplementado com 2 % de café reciclado e 2 % de gesso agrícola. Além disso, o coco verde reciclado mostrou-se viável como recipiente por favorecer a frutificação, através de enriquecimento nutricional e retenção de umidade.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos cervejeiros, cogumelos, basidiomicota.

INTRODUÇÃO

Os Agaricomycetos do filo Basidiomycota são antigos conhecidos de muitas culturas por apresentarem uma estrutura macroscópica variável em forma, cor, tamanho e propriedades nutricionais e organolépticas. Por serem fungos filamentosos, muitas espécies de cogumelos como as do gênero *Pleurotus* possuem alta capacidade em degradar uma grande variedade de materiais lignocelulósicos e por isso são uma potente alternativa para a bioconversão de resíduos agroindustriais comuns em biomassa alimentar (SEKAN et al., 2019).



A produção de cogumelos no Brasil ainda é modesta quando comparada a outros setores do agronegócio, contudo há uma forte propensão no mercado do contínuo aumento de consumidores que buscam produtos inseridos em uma economia mais circular, sustentável e com apelo nutricional. Ocorrendo também maior preferência por produtos que trazem atributos socioambientais por serem fabricados por pequenos agricultores e grupos locais de maneira mais igualitária (GUADAGNINI, 2020).

Esse nicho de produção se faz pertinente também quando é evidenciada a importância da investigação de novas formas de reutilizar e agregar valor aos subprodutos descartados por pequenas agroindústrias, importante para melhoria da gestão de resíduos sólidos urbanos. Já que muitas vezes os descartes são feitos de forma imprudente, contribuindo para a disseminação de vetores de doenças e diminuição do tempo de vida útil de aterros sanitários (SILVA et al., 2019).

O setor cervejeiro está entre as principais indústrias geradoras de resíduos sólidos. E como obrigação legal, as micro cervejarias devem realizar um descarte adequado dos seus subprodutos. A classificação ABNT segundo a norma NBR 10.004/04 indica que os resíduos cervejeiros não são perigosos por serem de origem orgânica e não inertes, destaca também elevadas concentrações de proteínas e fibras no bagaço de malte. O que potencializa o reaproveitamento desse composto em outros processos. Assim, a maioria das cervejarias destinam seus resíduos para a suplementação alimentar de animais, contudo este modelo não oferece retorno econômico atrativo fazendo-se necessário desenvolver novos tipos de destinações, mais rentáveis e adaptadas a cada região (MARSARIOLI, 2019).

Portanto, visando baratear o processo de produção do *Pleurotus ostratus* var. *florida*, um cogumelo comercial conhecido como shimeji branco buscou-se a reutilização de resíduos descartados na região paraibana, utilizando o bagaço de malte em conjunto com a fibra de coco; borra do café e gesso agrícola na composição de diferentes formulações para um cultivo acondicionado no mesocarpo do coco verde para avaliar também o uso de um recipiente de cultivo biodegradável. Assim, o principal objetivo do estudo foi avaliar o vigor micelial e a frutificação de *P. ostreatus* var. *florida* em diferentes composições de substratos.

METODOLOGIA

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Genética Molecular e Biotecnologia Vegetal (L G M Biotec), Centro de Biotecnologia, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), *Campus I*, João Pessoa, Paraíba.

A matriz de *P. ostreatus* var. *florida* foi adquirida através da Empresa Fungicultura (<http://www.fungicultura.wixsite.com.br>). A linhagem está acondicionada sob refrigeração no L G M Biotec em meio de manutenção ágar-Sabouraud-dextrose 2 % (5 g/L de peptona de carne, 20 g/L de glicose, 5 g/L de peptona de caseína e 15 g/L de ágar bacteriológico).

As amostras foram repicadas para tubos de ensaio contendo meio ágar-Sabouraud-dextrose 2 %, onde as culturas foram mantidas à temperatura ambiente de 10 a 15 dias e, em seguida, sob refrigeração a 4 °C, conforme metodologia descrita por Furlan et al. (1997).

Foram utilizados arroz, bagaço de malte, coco verde (endocarpo como recipiente), borra do café e gesso agrícola. Todos os substratos foram adquiridos no mercado local da região metropolitana de João Pessoa, conforme especificado na Tabela 01.

Tabela 01: Origens dos materiais orgânicos (substratos e suplementos).

Substratos	Origem
Arroz	Produto comercializado
Bagaço de malte	Laboratório de Química Orgânica Aplicada. CBIOTEC/UFPB (João Pessoa - PB)
Fibra de coco verde	Barraca de coco da Região Metropolitana de João Pessoa
Suplementos	
Pó de café	Produto comercializado reutilizado (borra de café)
Gesso agrícola	Produto comercializado
Recipiente para cultivo	
Coco verde – mesocarpo	Barraca de coco da Região Metropolitana de João Pessoa

Fonte: Autoria própria, 2022.

Para o teste de frutificação foi utilizado o bagaço da cevada e a fibra do coco verde como aditivo. A borra de café e o gesso agrícola foram utilizados como suplementos. E como grupo controle foi utilizado arroz comercial com casca com e sem gesso agrícola como evidenciado na Tabela 02.

Tabela 02: Formulações para fungicultura de *Pleurotus ostreatus* var. *florida*.

Tratamentos em coco verde reciclado (TC)	Substratos/Proporções
TC1 (Controle -)	Arroz (100%)
TC2 (Controle +)	Arroz (98%) + Gesso agrícola (2%)
TC3	Bagaço de malte (100%)
TC4	Bagaço de malte (98%) + Gesso agrícola (2%)
TC5	Bagaço de malte (98%) + Borra de café (2%)
TC6	Bagaço de malte (96%) + Borra de café (2%) + Gesso agrícola (2%)
TC7	Bagaço de malte (48%) + Borra de café (2%) + Gesso agrícola (2%) + Fibra de coco (48%)

Fonte: Autoria própria, 2022.

Todos os substratos foram pesados, acondicionados no endocarpo da banda do coco verde, posteriormente colocados dentro de sacos plásticos e autoclavados a 121 °C por 15 minutos (Figura 01). Para inoculação foram utilizados discos (10 mm) de micélio. Para todos os tratamentos foram realizadas três repetições. Após frutificação, os basidiomas foram colhidos quando apresentaram o máximo desenvolvimento, comprovado pelo início do desenrolamento das margens do píleo, ocasião em que foi anotado o tempo decorrido para a colheita. Os cocos verdes reciclados/substratos foram submetidos às condições de frutificação por um período de 30 dias (15 dias de incubação foram pesados em balança eletrônica para cálculo do rendimento (peso fresco). Após a secagem em estufa com circulação de ar, temperatura de 80 ± 5 °C, por 24 h, foram pesados novamente, para obtenção do peso seco dos cogumelos. A mesma técnica foi empregada para determinar o peso seco dos diferentes substratos antes do cultivo.

Figura 01: Bagaço de malte acomodado em coco verde reciclado.



A: Bagaço de malte em coco verde. B: Armazenagem em sacos plásticos. **Fonte:** Autoria própria, 2022.

Os parâmetros produtivos avaliados foram o rendimento, eficiência biológica e produtividade:

Rendimento: para determinação do rendimento (R %) do processo, foi utilizada a relação proposta por CHANG et al. (1981), que relaciona a massa úmida dos corpos frutíferos e a massa de substrato seco (Equação 01).

$$R (\%) = \frac{\text{Massa úmida dos corpos frutíferos} \times 100}{\text{Massa de substrato seco}}$$

Eq. 01

Eficiência biológica: a eficiência biológica (EB %) do processo foi determinada pela relação, proposta por BISARIA et al. (1987), entre a massa dos corpos frutíferos secos e a massa de substrato seco (Equação 02).

$$EB (\%) = \frac{\text{Massa de corpos frutíferos secos} \times 100}{\text{Massa de substrato seco}}$$

Eq. 02

Produtividade: a produtividade (Pr g/dia) do processo foi determinada segundo HOLTZ (2008). Consiste na relação entre a massa dos corpos frutíferos secos e o tempo total de cultivo (tempo desde a inoculação até o fluxo produtivo) (Equação 03).

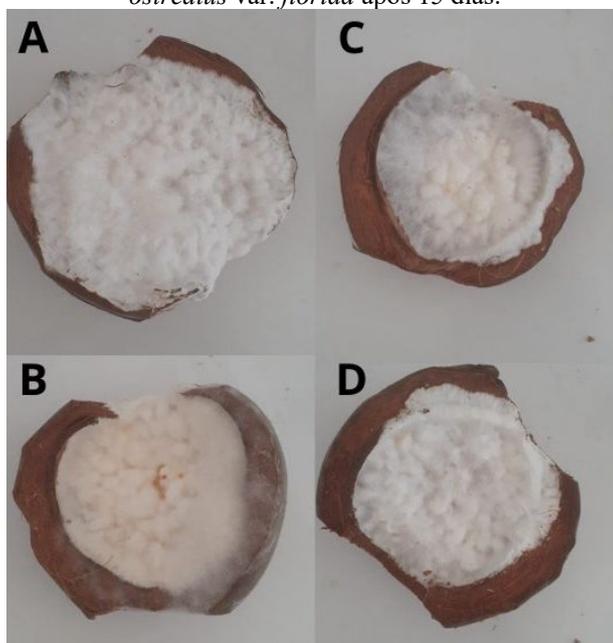
$$Pr [g.dia^{-1}] = \frac{\text{Massa de corpos frutíferos secos} \times 100}{\text{Tempo total de cultivo}}$$

Eq. 03

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre todos os tratamentos, TC3; TC4; TC6 e TC7 apresentaram colonização completa após 15 dias de incubação apresentando micélio de aspecto algodinoso revelando uma colonização vigorosa (Figura 02).

Figura 02: Cocos verdes reciclados com substratos completamente colonizados pelo micélio de *Pleurotus ostreatus* var. *florida* após 15 dias.



A: TC3 (Bagaço de malte). B: TC4 (Bagaço de malte + Gesso Agrícola). C: TC6 (Bagaço de malte + Borra de café + Gesso Agrícola). D: TC7 (Bagaço de malte + Borra de café + Gesso Agrícola + Fibra de coco verde).

Fonte: Autoria própria, 2022.

O vigor/densidade do micélio evidenciado pelo crescimento do fungo é um parâmetro essencial para seleção do substrato para frutificação e produção de cogumelos. O bagaço de

malte tem uma baixa relação carbono nitrogênio (13/1) e considerada quantidade de proteínas quando comparada a outros materiais lignocelulósicos comumente encontrados. Sendo considerado uma boa fonte de nitrogênio para o cultivo de cogumelos (Tabela 03). Assim, quando devidamente suplementado proporciona um micélio de alta densidade, compacto e de vigor acentuado evidenciando que esse substrato pode possuir potencial para produção de semente inóculo e frutificação de *P. ostreatus* var. *florida*. (M. M. MASSARDI., et al 2019). De acordo com Muller et al (2017) o bagaço de malte/cevada é um material predominantemente fibroso (70 % massa seca), proteico (15 a 25 % massa seca) e hemicelulósico principalmente por conta da casca da cevada, apresentando também em sua composição lipídios, minerais, vitaminas, aminoácidos e compostos fenólicos.

Em trabalhos semelhantes como o de Naraian et al. (2016) quando os substratos suplementados eram ricos em N, a colonização era maior e mais densificada. Há um efeito positivo do nitrogênio (menor relação C/N) tanto na fase de crescimento vegetativo quanto na fase reprodutiva, tendo em vista que a constituição final do substrato pós-colheita é alterada pela remoção de nutrientes pelo micélio. Pois nesse processo, os macro elementos N, K e P diminuem no substrato restante porque são usados para o desenvolvimento de basídios/cogumelos (BELLETTINI et al., 2016). Isso demonstra a importância do uso de substratos selecionados, pois dependendo da constituição nutricional do composto utilizado é possível haver alteração de teores de fibra, proteínas, vitaminas e bioativos nos corpos de frutificação obtidos na produção (GRIMM et al., 2018).

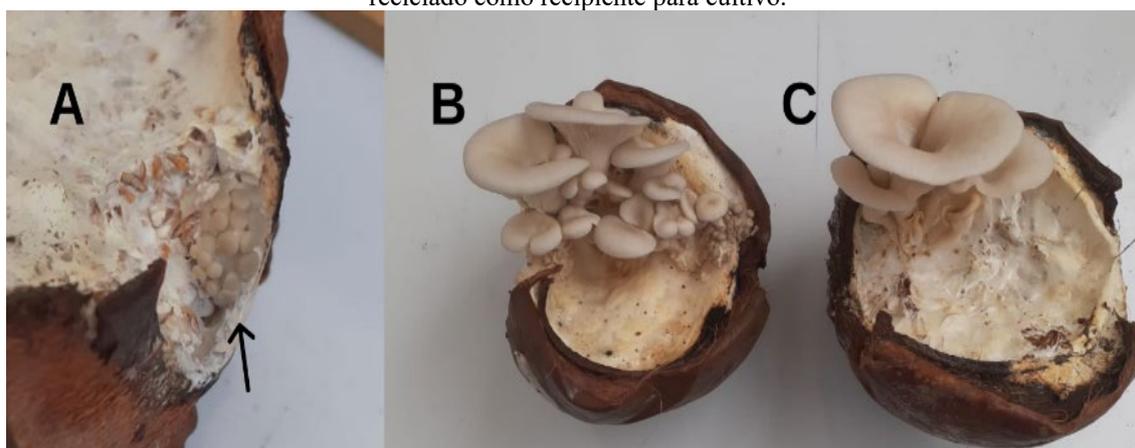
Tabela 03: Composição química do bagaço de malte, em porcentagem da base seca.

Componentes	Teor (%)
Celulose	15,99 ± 0,88
Hemiceluloses, sendo:	29,92 ± 1,60
Xilana	25,22 ± 1,46
Arabinana	4,71 ± 0,14
Lignina, sendo:	20,80 ± 0,42
Lignina insolúvel	17,78 ± 0,41
Lignina solúvel	3,02 ± 0,01
Proteínas	21,16 ± 0,6
Extrativos	8,33 ± 0,76
Cinzas	3,76 ± 0,05

Fonte: MASSARDI et al., 2020.

Os tratamentos que apresentaram corpos de frutificação em menor tempo foram TC6 e TC7 (Figura 03).

Figura 03: Frutificação de *Pleurotus ostreatus* var. *florida* nos tratamentos TC3, TC6 e TC7 usando coco verde reciclado como recipiente para cultivo.



A: Primeiros primórdios dos basidiomas - TC3 (Malte). B: Cogumelo adulto - TC6 (Malte + café + gesso agrícola). C: Cogumelo adulto - TC7 (Malte + fibra do coco + café + gesso agrícola). **Fonte:** Autoria própria, 2022.

A partir dos tratamentos que geraram basidiomas foi calculado o rendimento (%), a eficiência biológica (EB) (%) e a produtividade dos corpos de frutificação (Tabela 04).

Tabela 04: Valores médios de produção (kg cogumelo fresco), rendimento (%), eficiência biológica (%) e produtividade (kg cogumelo/kg substrato) do cogumelo *Pleurotus ostreatus* var. *florida* cultivado em diferentes formulações com resíduo agroindustrial.

Tratamentos	Produção total (g/cogumelo fresco)	EB ² (%)	Rendimento (%)	Produtividade
TC3	14,63	24,7	68	0,37
TC6	23,60	19,6	103	0,40
TC7	9,35	16,6	42	0,32
Teste F	12,0 (p<0,06)	0,004 (p<0,01)		
CV%³	21,68	7,22		

TC3: Malte; TC6: Malte + café + gesso agrícola; TC7: Malte + fibra de coco + café + gesso agrícola. ²EB: Eficiência Biológica. ³Coefficiente de variação. **Fonte:** Autoria própria, 2022.

A eficiência biológica (EB) demonstra a adequação do substrato ao cultivo de uma espécie específica. Quanto maior os valores de EB, maior a adequação do substrato para o cultivo de determinada espécie de cogumelo. A formulação constituída apenas de bagaço de malte (TC3) apresentou maior EB (24,7 %) mesmo apresentando um peso inferior de massa fresca quando comparado com o tratamento TC6. Mesmo com o crescimento vegetativo mais lento que os demais tratamentos com malte suplementado com gesso agrícola e café, esse resultado evidencia que o bagaço de malte é viável para a frutificação. Neste ensaio, a frutificação ocorreu entre o substrato e a região do mesocarpo do coco verde utilizado como recipiente, onde continha fibra disponível para colonização (Figura 3A), demonstrando que o



bagaço de malte necessita da suplementação com materiais coadjuvantes que forneçam um pequeno aumento da relação C/N e insumos como CaCO₃ ou gesso agrícola para regulação do pH e fornecimento de micronutrientes. Ademais, também indica que o uso de um recipiente biodegradável como o coco verde para acomodar o substrato pode favorecer a produção fornecendo nutrientes extras e retenção de umidade, considerando que o endocarpo em conjunto com o epicarpo possui morfologia semelhante às árvores hospedeiras dos macrofungos em seu *habitat* natural (MARGARETTA et al., 2018).

O maior rendimento e produtividade foram evidenciados no tratamento TC6 mesmo com valor médio de EB (19,6 %). O substrato a base de malte suplementado com gesso agrícola e café quando comparado às outras formulações gerou um maior número de conglomerados de primórdios (Figura 3B) aptos para se desenvolverem de forma rápida e gerar cogumelos adultos saudáveis. Os primórdios surgiram de forma homogênea no centro do endocarpo, evidenciando que a composição do substrato estava equilibrada para garantir a formação, desenvolvimento e maturação dos cogumelos. O gesso agrícola utilizado como suplemento a 2 % no tratamento é um subproduto da produção de ácido fosfórico comercializado como fertilizante de solos e desempenha papel fundamental de fornecer cálcio, micronutrientes e minerais importantes como fósforo, zinco, cobre e boro no composto destinado ao desenvolvimento de basidiomicetos (OLUSOLA; BANKOLE, 2018).

O tratamento TC7 [bagaço de malte (48 %) + fibra de coco (48 %) + borra de café (2 %) + gesso agrícola (2 %)] apresentou menor produtividade. A fibra de coco verde numa proporção de 48 % apesar de aumentar a relação C/N quando formulado com bagaço de malte para gerar basídios, pode reduzir a produtividade por ser um material predominante lignocelulósico, como já discutido em tópicos anteriores. Rambey et al. (2018) observaram que o crescimento do micélio variou de 38 a 59,4 dias em tratamentos consistindo em 20 %, 30 %, 40 % e 50 % de fibra de coco triturada. A maior velocidade de colonização ocorreu no tratamento com adição de fibra de coco a 20 % e 30 % do peso da serragem. Em consonância, os testes de Vetayasuporn (2007) revelaram que a produtividade de cogumelos diminuiu com o aumento da proporção da fibra de coco no substrato. A proporção mais adequada que garantiu maior EB foi de 25 % do peso total do substrato a base de serragem, gerando um EB de 109,8 %. Assim, proporções elevadas da fibra de coco verde podem inibir o crescimento micelial e o desenvolvimento do basidioma, devido ao excesso de dióxido de carbono. Além de requerer maior exigência metabólica do fungo para degradar a grande parcela lignocelulósica do material.



O desenvolvimento de basidioma nos substratos formulados com o malte demonstrou que os grãos cervejeiros residuais possuem potencial para aplicação na fungicultura. Wang et al. (2001) utilizaram variedades de grãos de cevada residuais como substrato básico para o cultivo de uma linhagem comercial do cogumelo ostra e obtiveram maiores valores de EB (6,9 %, 12,3 % e 11,2 %) nas três variedades de resíduos cervejeiros com farelo de trigo (50:50) do que no substrato controle composto por serragem e farelo de trigo que gerou eficiência biológica (EB) de 5,8%. Também constataram que o uso da cevada residual aumentou o teor de proteína nos basídios de 26,9-37,2 % para 41,5-53,3%. Por outro lado, Gregori et al. (2008) alcançaram melhores valores de EB em substratos com a menor proporção de resíduos cervejeiros constituído de 10 % de grãos de cevada residual, 20 % de farelo de trigo, 68 % de serragem e 2 % de CaCO₃. Dessa forma, as diferenças obtidas nesses estudos podem ser explicadas pelos diferentes procedimentos de fabricação de cerveja que influenciam a composição química do bagaço de malte ou pelo uso de diferentes linhagens fúngicas utilizadas.

No presente estudo, dentre todas as formulações, o malte suplementado, pode ser recomendado para produção do inóculo e frutificação de *P. ostreatus* var. *florida*. Contudo, novas pesquisas são necessárias para avaliar o malte em diferentes proporções, suplementado ou não, avaliar também uso de outros tipos de resíduos cervejeiros como a levedura de cerveja almejando expandir o potencial de reaproveitamento na fungicultura.

Ademais, para uma real investigação do uso de um recipiente biodegradável como o coco verde reciclado são necessárias pesquisas adicionais com outros tipos de recipientes como garrafas, bandejas e sacos já comumente utilizados na produção de cogumelos.

O maior benefício desse estudo é a possibilidade de reaproveitar os resíduos gerados em microcervejarias na região paraibana, o que pode proporcionar um ganho ambiental, mas também um ganho econômico, uma vez que não há custo com a destinação desses resíduos gerados e pode garantir alternativas sustentáveis relacionadas à difusão da fungicultura no estado da Paraíba.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O bagaço de malte mostrou ter maior potencial como substrato base para a produção de semente/inóculo para *P. ostreatus* var. *florida* evidenciando o potencial de reutilização de resíduos cervejeiros. A formulação ideal para melhor produtividade foi bagaço de malte suplementado com 2 % de café reciclado e 2 % de gesso agrícola. Ademais, o coco verde reciclado revelou ser um recipiente viável para o cultivo de cogumelos em conjunto com o

bagaço de malte, por favorecer a frutificação, através de enriquecimento nutricional e retenção de umidade. Contudo, para uma análise de viabilidade do cultivo de cogumelos reutilizando o coco verde descartado são necessários mais estudos comparativos utilizando outros recipientes de cultivo.

REFERÊNCIAS

- BELLETTINI, M.B.; FIORDA, F.A.; MAIEVES, H.A.; TEIXEIRA, G.L.; ÁVILA, S.; HORNUNG, P.S.; MACCARI, A.; RIBANIA, R.H. Factors affecting mushroom *Pleurotus spp.* Saudi J Biol Sci, v. 26, p. 636-646, 2016.
- BISARIA, R.; MADAN, M.; BISARIA, V. S. Biological efficiency and nutritive value of *Pleurotus sajor-caju* cultivated on different agro-wastes. Biological Wastes, v. 19, p. 239-255, 1987.
- CHANG, S.T.; LAU, O.W.; CHO, K.Y. The cultivation and nutritional value of *Pleurotus sajor-caju*. European Journal Microbiology Biotechnology, v.12, p. 58-62, 1981.
- FURLAN, S A; VIRMOND, L J; MIERS, D; BONATTI, M; GERN, R M M; JONAS, R. Mushroom strains able to grow at high temperatures and low pH values. World Journal of Microbiology and Biotechnology, v. 13, p.689-692, 1997.
- GREGORI, A.; ŠVAGELJ, M.; PAHOR, B.; BEROVIČ, M.; & POHLEVEN, F. The use of spent brewery grains for *Pleurotus ostreatus* cultivation and enzyme production. New Biotechnology, v. 25, p. 157–161, 2008.
- GRIMM, D.; WÖSTEN, H.A.B. Mushroom cultivation in the circular economy. Appl Microbiol Biotechnol, v.102, p.7795–7803, 2018.
- GUADAGNINI, G. "Plant-Based. Já ouviu Falar?". Portal Giro News, 2020. Disponível em: <https://www.gironews.com/negocios/plant-based-ja-ouviu-falar-61849/>. Acesso em: 29 mai 2021.
- HOLTZ, M. Utilização de resíduos de algodão da indústria têxtil para a produção de corpos frutíferos de *Pleurotus ostreatus* DSM 1833. Revista de Ciências Ambientais, v.3, p. 37-51, 2009.
- MARGARETTA, C.; SURYAWAN, A. Economical and ecological friendly of growth media for edible mushroom *Pleurotus ostreatus* made of the coconut waste. Journal Biologi Udayana, v. 22, p 35–41, 2018.
- MARSARIOLI, M. Identificação e avaliação de geração de resíduos em processo de produção de cerveja em microcervejaria e proposição de reutilização. Dissertação (mestrado). Univates. Programa de pós-graduação em sistemas ambientais Sustentáveis- ppgsas, 73fl. 2019, Lajeado - RS, 2019.

MASSARDI, M.; MASSINI, M.; SILVA, D. Caracterização química do bagaço de malte e avaliação do seu potencial para obtenção de produtos de valor agregado. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, v. 06, n. 01, 2020.

MEMBRILLO, I.; SÁNCHEZ, C.; MENESES, M.; FAVELA, E.; LOERA, O. Particle geometry affects differentially substrate composition and enzyme profiles by *Pleurotus ostreatus* growing on sugar cane bagasse, *Bioresource Technology*, v. 102, p. 1581-1586, 2011.

NARAIAN, R.; SINGH, M.P.; RAM, S. Supplementation of basal substrate to boost up substrate strength and oyster mushroom yield: An overview of substrates and supplements. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, v. 5, p. 543-553, 2016.

OLUSOLA, A.; BANKOLE, F. —Don't Waste the 'Wastes', they are Ways to Wealth. *EC Microbiology*, v. 14, p. 9-16, 2018.

RAMBEY, R.; MATONDANG, G.; SIREGAR, E. Growth and productivity of mushroom oyster (*Pleurotus ostreatus*) on mixed planting media of cocopeat with sawdust. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, v. 209, 3rd, International Conference on Biomass: Accelerating the Technical Development and Commercialization for Sustainable Bio-based Products and Energy, August, 2018. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/17551315/209/1/012035/meta>. Acesso em: 20 jun 2021.

SEKAN, A. S. et al. Green potential of *Pleurotus spp.* in biotechnology: A Review. *Biochemistry, Biophysics and Molecular Biology*, Ukraine, 2019. Disponível em: <https://peerj.com/articles/6664/>. Acesso em: 07 mai. 2021.

SILVA, S. et al. Resíduo de coco verde na cidade de João Pessoa. *Fórum Internacional de Resíduos Sólidos*, 10., 2019, João Pessoa. João Pessoa, 2019.

SILVA, S. et al. Resíduo de coco verde na cidade de João Pessoa. *Fórum Internacional de Resíduos Sólidos*, 10., 2019, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa, 2019. Disponível em: <https://www.institutoventuri.org.br/pt/>. Acesso em: 11 de setembro de 2019.

VETAYASUPORN, S. The Feasibility of Using Coconut Residue as a Substrate for Oyster Mushroom Cultivation. *Biotechnology*. v. 6, p. 578-582, 2007.

WANG, D.; SAKODA, A., MOTOYUKI, S. Biological Efficiency and nutritional value of *Pleurotus ostreatus* cultivated on spent beer grain. *Bioresource Technology*. v. 78, p 293-300, 2001.

CAPÍTULO 3

OCORRÊNCIA DO CARRAPATO *RHIPICEPHALUS MICROPLUS* EM BOVINOS DO MUNICÍPIO DE BURITICUPU, ESTADO DO MARANHÃO

Rogério Lean Pereira Castro
Linjohadson Ferreira da Silva
Danilo Rodrigues Barros Brito

RESUMO

Rhipicephalus microplus é o principal carrapato dos bovinos, encontrando no Brasil condições favoráveis de calor e umidade ao seu desenvolvimento. É um artrópode de vasta distribuição mundial, sendo o principal ectoparasito de importância econômica de bovinos nas regiões tropicais e subtropicais. Este estudo teve como objetivo fazer um levantamento da ocorrência do carrapato *Rhipicephalus microplus* em bovinos do município de Buriticupu, estado do Maranhão. Para realizar o estudo, o município foi dividido em três sub-regiões – Cikel, Ferrovia e Boia Fria, levando critérios de manejo e finalidade de produção, onde foi aplicado questionários semiestruturado no ano de 2019. Os animais foram examinados por inspeção e palpação, recolhendo-se os carrapatos encontrados na superfície corporal. Os espécimes coletados foram acondicionados em frascos individuais, por hospedeiro amostrado, contendo álcool a 70ºGl como líquido preservador. A identificação foi realizada no Laboratório de Sanidade Animal do Instituto Federal do Maranhão – IFMA, Campus Maracanã. Foi coletado em animais distribuídos por classe de propriedades de todos os produtores visitados nas três sub-regiões. Em 100% das propriedades visitadas foi verificada a ocorrência de carrapatos nos animais, sendo em maior concentração na região Ferrovia (22,31%), devido a região trabalhar exclusivamente com bovinocultura leiteira. Nas regiões Boia Fria e Cikel, foi verificado a ocorrência em menor expressão, se justificando pelo tratamento preventivo realizado pelos produtores e a estação seca do ano. Podemos concluir que o carrapato do boi (*Rhipicephalus microplus*), foi observado em todas as propriedades que fizeram parte do estudo no município de Buriticupu, estado Maranhão, sendo em maior concentração na região em que as propriedades são exclusivamente de bovinocultura leiteira. Medidas de controle e prevenção devem ser realizadas levando em consideração a finalidade dos rebanhos (leite ou carne), e utilizar estratégia que vai proporcionar o melhor resultado no controle do parasita.

PALAVRAS-CHAVE: Bovinocultura, Pecuária, Carrapato do boi.

INTRODUÇÃO

A bovinocultura brasileira é responsável por gerar emprego, renda e abastecer a indústria alimentícia. As condições climáticas e a extensão territorial fazem do Brasil um excelente lugar para o desenvolvimento dessa atividade. No ano de 2020, o Brasil possuía um rebanho bovino com total de 218,1 milhões de cabeças (IBGE, 2020). Com esta quantidade o Brasil possui o segundo maior rebanho do mundo em número de cabeças, também em número de animais abatidos (Menezes & Bacha, 2020), e está em primeiro lugar em exportações de carne bovina (MAPA, 2020).



A bovinocultura no Maranhão vem se destacando no mercado nacional e internacional, vinculado a métodos modernos de manejo do rebanho. Com isto, o estado tem um efetivo de 8.323.445 cabeças (IBGE, 2020), que corresponde ao 2º maior rebanho do Nordeste.

Deste modo, para que ocorra a elevada eficiência produtiva e viabilidade da bovinocultura, é de suma importância que os pecuaristas coloquem a sanidade dos animais como prioridade para a manutenção da pecuária, desde pequenos até os grandes rebanhos (CAMARGO et al., 2017), já que o surgimento de doenças e parasitos pode levar à diminuição da produtividade. Portanto, ocorrência sem controle de agentes patogênicos na propriedade pode causar prejuízos na produção e qualidade da carne, leite e couro, dificultando a comercialização dos produtos e resultando em baixo rendimento final da propriedade (ANDREOTTI et al., 2016).

Neste caso, destaca-se *Rhipicepalus microplus*, que é o principal carrapato dos bovinos, encontrando no Brasil condições favoráveis de calor e umidade ao seu desenvolvimento (AZEVEDO et al., 2008). É um artrópode de vasta distribuição mundial, sendo o principal ectoparasito de importância econômica de bovinos nas regiões tropicais e subtropicais (REHMAN et al., 2017).

Rhipicephalus microplus tem vasta distribuição geográfica e é popularmente conhecido como carrapato-do-boi. É um carrapato monoxeno e tem os bovinos como principal hospedeiro, podendo ser encontrado parasitando outros animais como, ovinos, equinos e até mesmo cervídeos que compartilhem o ambiente dos bovinos (ANDEOTTI et al., 2019).

Este ectoparasito é de grande importância para bovinocultura, devido aos prejuízos econômicos gerados pela diminuição da produtividade, morte de animais, da transmissão de patógenos, da resistência dos carrapatos aos produtos químicos usados para o controle e do comprometimento da produção (ANDEOTTI et al., 2019). O prejuízo econômico gerado por este parasita sobre a produtividade do rebanho brasileiro foi estimado em US\$ 3,24 bilhões/ano (GRISI et al., 2014). Em vista disso, a sanidade animal é fundamental para a sustentação da pecuária e diminuição dos custos (CAMARGO et al., 2017).

Em virtude do impacto econômico dos carrapatos na bovinocultura, o uso de métodos de controle é importante para melhora na produtividade do rebanho. Até o momento o uso de acaricidas sintéticos é o principal meio de controle deste parasito (WYK et al., 2016). Porém, a ampla utilização desses produtos associada ao uso indiscriminado resulta em consequências negativas, como o desenvolvimento de populações de carrapatos resistentes às principais bases

químicas disponíveis no mercado, contaminação de produtos destinados ao consumo humano (leite e carne) e ao meio ambiente (BENELLI et al., 2016).

Este estudo teve como objetivo realizar o levantamento da ocorrência do carrapato *Rhipicephalus microplus* em bovinos do município de Buriticupu, estado do Maranhão.

MATERIAL E MÉTODOS

A atividade pecuária bovina está presente em cerca de 80% dos estabelecimentos rurais do município de Buriticupu, com finalidade quase que exclusiva para a produção de carne.

Com uma extensão territorial de 2.545,441 quilômetros quadrados (km²), o município de Buriticupu está situado na Mesorregião Oeste Maranhense, e está localizado a 395 km de São Luís, capital do Estado do Maranhão (Figura 1). Segundo o IBGE (2020) possui uma população estimada em 72.983 habitantes. Caracterizado por grandes extensões de terra plana, no entanto, apresenta áreas declivosas. O solo da região é do tipo Latossolo Amarelo de Textura Média, segundo Aguiar (2005), apresentando declividade de 13% a 20%. Em relação às propriedades físicas, apresenta solo profundo, com boas características de aeração e drenagem, sem camada impermeabilizante nos horizontes superficiais e as propriedades químicas apresentadas foram solo pobre, acidez elevada e baixo teor de matéria orgânica (AGUIAR, 2005).

Figura 1: Localização geográfica do município de Buriticupu, estado do Maranhão.

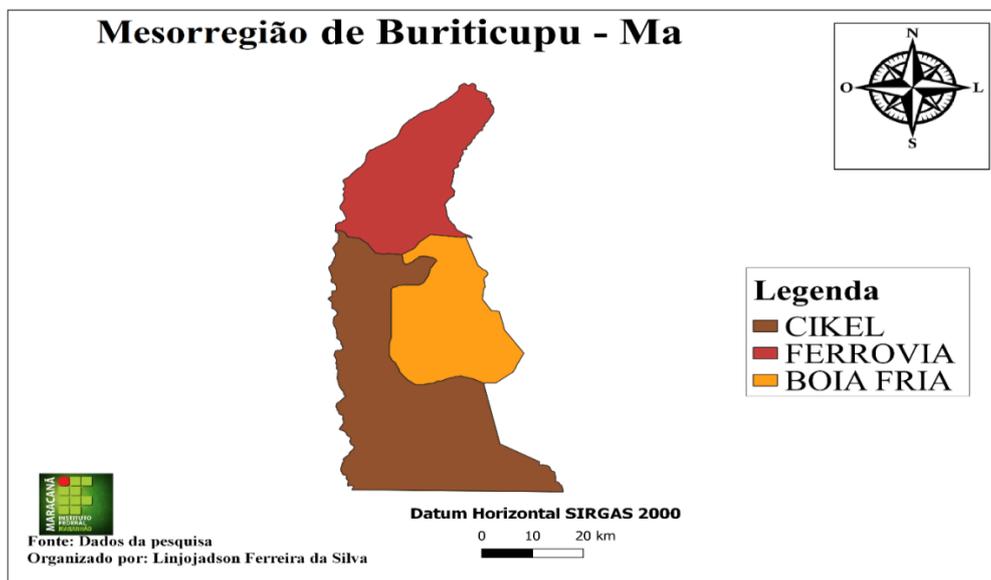


Fonte: IBGE (2015).

Para realizar o estudo, o município foi dividido em três sub-regiões – Cikel, Ferrovia e Boia Fria (Figura 2), levando critérios de manejo e finalidade de produção, onde foi aplicado questionários semiestruturado no ano de 2019, com objetivo de observar a ocorrência do carrapato *Rhipicephalus microplus* em bovinos, os tipos de perfis produtivos dos produtores

pertencentes ao município e estratégia de pesquisa bibliográfica sobre o assunto, além, de pesquisa de campo com observação direta.

Figura 2: Mesorregiões do município de Buriticupu, estado do Maranhão.



Fonte: Silva & Brito (2022).

CIKEL

Era caracterizada por uma sub-região onde está concentrada a grande parcela de produtores da bovinocultura de corte, com manejo extensivo para criação dos animais.

Boia Fria

Esta se caracterizava pelo grande número de produtores de soja, aonde a atividade de bovinocultura vem perdendo cada vez mais espaço. O manejo utilizado em sua grande maioria era o semi-intensivo, com uso adequado de suplemento alimentar aos animais, onde grande maioria das propriedades rurais conta com curral para tornar o manejo dos animais mais prático.

Ferrovia

Recebe esse nome por ser cortada pela Estrada de Ferro Carajás (EFC). A sub-região ferroviária é conhecida como a bacia leiteira do município, onde se encontram os produtores de leite e derivados que abastecem o município. O manejo encontrado nessa sub-região é o semi-intensivo, com raças de dupla aptidão e aptidão leiteira.

COLETA DE CARRAPATOS NO REBANHO BOVINO

Os animais foram examinados por inspeção e palpação, recolhendo-se os carrapatos encontrados na superfície corporal. Os espécimes coletados foram acondicionados em frascos individuais, por hospedeiro amostrado, contendo álcool a 70°Gl como líquido preservador. A

identificação foi realizada no Laboratório de Sanidade Animal do Instituto Federal do Maranhão – IFMA, Campus Maracanã. Os carrapatos foram examinados em estereomicroscópio e identificados através da chave dicotômica de Aragão & Fonseca (1961).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, é mostrado o número de animais distribuídos por classe de propriedades, nela consta a junção de todos os produtores visitados nas três sub-regiões. Os dados mostram que 36,66% das propriedades possuem até 100 animais e 46,66% de 101 a 200. Foi verificado que apenas 6,66% das propriedades possuem de 501 a 1000 animais. Estes resultados se diferenciam do estudo realizado por Bendahan (2009), no município de Mucajaí, Roraima, onde 82% das propriedades apresentaram um rebanho inferior a 200 cabeças, os produtores com até 50 cabeças correspondia a 50%. A maioria dos pecuaristas, isto é 95%, apresentava-se num limiar inferior a 600 cabeças/propriedade.

Tabela 1: Número de animais por classe de propriedades, das sub-regiões Boia Fria, Ferrovia e Cikel, município de Buriticupu, estado do Maranhão, ano de 2019.

Classe de Propriedades	Nº de animais	Total de propriedades	%
1	0-100	11	36,7
2	101-200	14	46,7
3	201-500	3	10
4	501-1000	2	6,7

Fonte: Autoria própria, 2022.

OCORRÊNCIA DE CARRAPATOS NO REBANHO BOVINO

Com relação à ocorrência de carrapatos em bovinos no município de Buriticupu os resultados obtidos mostram que *R. microplus*, conhecido popularmente como carrapato do boi, foi a espécie única e de maior importância econômica nos rebanhos de todas as propriedades visitadas. A ação deste parasita reduz a produtividade, influenciando não só a produção leiteira como também nos rebanhos de corte. Este ectoparasita adaptou-se muito bem em áreas tropicais e subtropicais com temperatura e umidade alta, portanto, condições que favorecem a sobrevivência e manutenção destes indivíduos (FERRETTO, 2013). O prejuízo econômico gerado por este ectoparasita que incide sobre a produtividade do rebanho brasileiro supera US\$ 3 bilhões/ano (GRISI, et al. 2014).

Tabela 2: Número de bovinos infestados por *Rhipicephalus microplus* nas regiões do município de Buriticupu, estado do Maranhão, ano de 2019.

Regiões	Numero de Animais amostrados	Número de bovinos infestados	Número de bovinos não infestados	Percentual de Infestados %
Boia fria	749	34	715	4,53
Cikel	1060	87	973	8,20
Ferrovia	820	183	637	22,31
Total	2629	304	2325	

Fonte: Autoria própria, 2022.

Em 100% das propriedades visitadas foi verificada a ocorrência de carrapatos nos animais, sendo em maior concentração na região Ferrovia (22,31%), devido a região trabalhar exclusivamente com bovinocultura leiteira, o que segundo Souza (2012), as infestações por carrapatos tornam-se significativa para pecuária leiteira por provocar danos diretos e indiretos ao rebanho. Em estudo realizado por Kemer et al. (2020) em propriedades na região do planalto serrano Catarinense, foi constatado cenários de infestações pelo carrapato do boi com mais de 100 teleóginas no rebanho leiteiro no período de janeiro a maio de 2019, ocorrendo em 50% das propriedades estudadas.

Nas regiões Boia Fria e Cikel, foi verificado a ocorrência em menor expressão, se justificando pelo tratamento preventivo realizado pelos produtores e a estação seca do ano, entendendo que o controle preventivo será mais eficiente quando existir condições adversas no campo e baixas populações de larva (ANDREOTTI, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos concluir que o carrapato do boi (*Rhipicephalus microplus*) foi observado em todas as propriedades que fizeram parte da pesquisa no município de Buriticupu, estado Maranhão, sendo em maior concentração na região em que as propriedades são exclusivamente de bovinocultura leiteira. Medidas de controle e prevenção devem ser realizadas levando em consideração a finalidade dos rebanhos (leite ou carne), e utilizar estratégia que vai proporcionar o melhor resultado no controle do parasita. Recomenda-se também, estudos adicionais sobre resistência dos carrapatos aos acaricidas sintéticos, bem como assistência técnica especializada para assessorar os produtores, possibilitando a adoção de práticas de manejo sanitário mais eficazes e seguras, proporcionando maior produtividade dos rebanhos e gerando mais renda aos criadores.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, I. N. **Buriticupu sua história e suas características**, Buriticupu, 2º edição, 2005.
- ANDREOTTI R.; GARCIA M.V.; KOLLER W.W. **Carrapatos na cadeia produtiva de bovinos**. Brasília: Embrapa; 2019. 240p.
- ANDREOTTI, R. Controle estratégico dos carrapatos nos bovinos. In: CORTE, Embrapa Gado de. **Controle estratégico dos carrapatos nos bovinos**. Brasília: Embrapa, 2019. p. 123-133.
- ANDREOTTI, R., et al. **Proposta de controle de carrapatos para o Brasil Central em sistemas de produção de bovinos associados ao manejo nutricional no campo** - [Recurso eletrônico] – Documentos/Embrapa Gado de Corte; 264), Campo Grande, MS, 34p. 2016.
- ARAGÃO, H.; FONSECA, F. da. "Notas de Ixodologia. IX O complexo ovale do *Amblyomma*". - Mem. Inst. O. Cruz, 59 (2): 131-148; 1961.
- AZEVEDO, D. M. M. R.; ALVES, A. A.; SALES, R. O. Principais Ecto e Endoparasitas que Acometem Bovinos Leiteiros no Brasil: Uma Revisão. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.2, n.1, p.43 – 55, 2008.
- BENDAHAN, A. B. **Caracterização do Rebanho Bovino no Município de Mucajaí, no Estado de Roraima**. Boa Vista, Roraima, 1º ed. 17f. p.7-8, 2009. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/38924/1/doc272009-mucajai-amaury.pdf>>. Acesso em: 04 julho 2022.
- BENELLI, G.; PAVELA, R.; CANALE, A.; MEHLHORN, H. Tick repellents and acaricides of botanical origin: a green roadmap to control tick-borne diseases? **Parasitology Research**, v.115, p.2545-2560, 2016.
- CAMARGO, S. A. B.; SEVERO, T. H.; VIDAL, M. B. Controle biológico do carrapato bovino *Rhipicephalus (boophilus) microplus* por aves encontradas no bioma Pampa. *Anais da 14ª Mostra de Iniciação Científica*. Bagé: URCAMP, 53, 2017.
- FERRETTO, R. **Revisão de literatura sobre *Rhipicephalus (Boophilus) microplus***. Monografia (Graduação) Curso de Medicina Veterinária - Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 46f. 2013.
- GRISI, L.; LEITE, R. C.; MARTINS, J. R. S.; BARROS, A.T.M.; ANDREOTTI, R.; CANÇADO, P. H. D. Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites. Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, 150-156, 2014.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estados. 2020. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=ma.>>. Acesso em: 24 junho 2022.
- IBGE. Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística. 2015. Territórios e mapas. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 03 Julho 2022.

KEMER, A., et al. Manejo sanitário e a ocorrência de carrapatos em propriedades na região do planalto serrano Catarinense, Sul do Brasil. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research.**, Curitiba, v. 3, n. 2, p.602-615, abr./jun. 2020. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJAER/article/view/10509/8786>>. Acesso em: 27 junho 2022.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Avaliação seletiva de bovinos para o controle do carrapato *Rhipicephalus microplus***. Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação. Brasília, Brasil, 2020.

MENEZES, T.; BACHA, C. Mudanças nos destinos das exportações brasileiras de carne bovina. **Revista de Política Agrícola**, v. 29, n. 2, 2020. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1525>>. Acesso em: 29 Junho 2022.

REHMAN, A.; NIJHOF, A. M.; SAUTER-LOUIS, C.; SCHAUER, B.; STAUBACH, C.; CONRATHS, F. J. Distribution of ticks infesting ruminants and risk factors associated with mPakistan. **Parasites & Vectors**. v.10, 190, 2017.

SILVA, L. F. da.; BRITO, R. B. Caracterização da criação de bovinos do município de Buriticupu, estado do Maranhão. *In*: BRITO, Danilo Rodrigues Barros, et al. (Orgs.). **Tópicos em Produção Animal**. 1ª Ed. São Luis – Ma: EdIFMA, 2022. p. 99-112.

SOUZA, A. M. **Viabilidade econômica da adoção do controle estratégico do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1887) em rebanhos bovinos leiteiros**. Juiz de Fora, MG, 2012. Disponível em:<<http://www.ufjf.br/mestrado leite/files/2013/01/Disserta%C3%A7%C3%A3o-final26.pdf>> Acesso em: 23 de junho 2022.

WYK, R. D.; BARON, S.; MARITZ-OLIVIER, C. An integrative approach to understanding pyrethroid resistance in *Rhipicephalus microplus* and *R. decoloratus* ticks. **Ticks and Tick Borne Diseases**, v.7, p.586-594, 2016.

CAPÍTULO 4

ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO DE ACIDIFICAÇÃO DA KOMBUCHA PRODUZIDA COM CHÁ *CAMELLIA SINENSIS* VERDE E PRETO

Rayane da Silva Rezende
Joice Vinhal Costa Orsine

RESUMO

A crescente busca por uma vida mais saudável vem de encontro à procura por alimentos com propriedades funcionais, como as bebidas probióticas. A Kombucha é uma bebida obtida a partir da fermentação do chá verde ou preto (*Camellia sinensis*), sendo o pH um dos parâmetros mais importantes do controle de qualidade da bebida, uma vez que os ácidos formados têm sido atribuídos como responsáveis por suas atividades funcionais. Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo, acompanhar o processo de acidificação da Kombucha, por meio da avaliação do pH dos chás preto e verde em sistema estático durante sete dias de fermentação. Amostras foram retiradas no momento de sua inoculação (tempo zero) e a cada 24 horas até o último dia, tendo avaliado o pH dos chás, em triplicata. As bebidas fermentadas desenvolvidas apresentaram uma queda do valor de pH ao longo dos dias e, no último dia de fermentação foi constatado que as bebidas produzidas encontravam-se dentro dos parâmetros de pH estabelecidos pela legislação brasileira.

PALAVRAS-CHAVE: bebida fermentada; probióticos; pH.

INTRODUÇÃO

Atualmente a crescente busca por um estilo de vida mais saudável, tem levado as pessoas a procurarem cada vez mais produtos com propriedades funcionais, em vez de priorizar o aspecto sensorial. Essa procura por saúde e bem-estar vem desencadeando diversos segmentos de consumo, dentre eles a procura por alimentos e bebidas, que trazem efeitos benéficos ao organismo, regulam a absorção de nutrientes, reduzem o risco de doenças crônicas não transmissíveis, melhoram a microbiota intestinal, entre outros. Assim, entram em cena as bebidas probióticas, veganas, sem glúten, sem lactose, sem conservantes e com zero sódio, como a Kombucha (MEDEIROS; ZANCHETT1, 2018).

A kombucha é uma bebida probiótica que tem sido consumida no mundo todo, de forma caseira, ou comercializada por algumas empresas. É um chá fermentado que se enquadra como uma bebida ancestral, refrescante e agridoce, semelhante a um espumante, com sabor ácido e refrescante, similar à cidra de maçã. Desde o seu descobrimento, vem sendo associada a propriedades curativas, mas só nos últimos anos é que verificou-se um crescimento na sua popularidade, principalmente nos Estados Unidos onde, hoje em dia, existe um mercado bem estabelecido deste produto (CÂMARA *et al.*, 2018).



Diversos estudos realizados em modelos biológicos e com evidências científicas confirmam benefícios da kombucha para a saúde humana, tais como propriedades antioxidantes, atividades antimicrobianas, redução de problemas inflamatórios, propriedades anticarcinogênicas, redução de pressão arterial, regulação do apetite e controle da obesidade, melhora da pele, unha e cabelos, redução de sintomas da menopausa, combate à insônia, entre outros (CÂMARA *et al.*, 2018).

Originalmente, a kombucha é uma bebida tradicional asiática, preparada a partir da fermentação da infusão das folhas de *Camellia sinensis* (L.) (chá verde ou preto) com adição de sacarose. Para o preparo, é utilizado como inóculo, o chamado *scooby*, uma colônia simbiótica de bactérias e leveduras. Durante o processo de fermentação, as leveduras hidrolisam a sacarose da base do chá em frutose e glicose, pela ação da enzima invertase, e produzem etanol e dióxido de carbono. As bactérias acéticas, por sua vez, convertem a glicose em ácido glicurônico e a frutose em ácido acético. Também são encontrados outros ácidos orgânicos na bebida, como o ácido tartárico, ácido málico e em menor proporção, ácido cítrico, aminoácidos e uma variedade de micronutrientes (MEDEIROS; ZANCHETTI, 2018).

O chá verde ou preto, que é usado como substrato para a produção de kombucha, é cultivado e consumido há anos pelas suas características de aroma e propriedades medicinais em muitos países; seus efeitos e constituintes principais são pesquisados e já foram obtidas informações que indicam inúmeros benefícios para a saúde (WATAWANA *et al.*, 2015). Tanto o chá verde e o preto provêm da mesma espécie de planta, *Camelia sinensis*, uma árvore de folha perene da família botânica Theaceae, nativa do Sudeste Asiático. A diferença entre os tipos de chá reside no processamento das folhas colhidas. Assim que as folhas são cortadas, a enzima polifenoloxidase, presente no seu interior, é ativada levando à oxidação dos polifenóis. Esta enzima é inativada pelo calor, portanto se as folhas forem submetidas ao calor pouco depois de serem colhidas, há pouca ou nenhuma oxidação e obtém-se o chá verde. Por outro lado, o chá preto é aquele cujo processo de oxidação enzimática é deixado ocorrer durante mais tempo (SANTOS, 2016).

O pH é um dos mais importantes parâmetros que afetam a fermentação da kombucha, pois os ácidos formados como acético e glucônico têm sido atribuídos como responsáveis pelas atividades funcionais das bebidas resultantes. Também está intimamente relacionado com o crescimento microbiano e as alterações estruturais dos compostos que apresentam atividade antioxidante. No início da fermentação, uma pequena porção do caldo de Kombucha previamente preparado pode ser adicionado ao novo chá para diminuir o pH, a fim de impedir

o crescimento de microrganismos indesejáveis. A queda do pH acontece devido à formação de ácidos. Por ser um consórcio de microrganismos, sabe-se que cada um deles têm uma faixa típica de pH dentro da qual o seu crescimento é favorecido. Portanto, o pH desempenha um papel importante no crescimento microbiano e na síntese de celulose bacteriana (VILLARREAL-SOTO et al., 2018).

De acordo com a Instrução Normativa nº 41, de 17 de setembro de 2019, o valor mínimo de pH da kombucha é de 2,5 e o valor máximo de 4,2 (BRASIL, 2019). Neste contexto, objetivou-se com o presente estudo, avaliar o pH da Kombucha produzida com chá preto e chá verde de *Camellia sinensis* em sistema estático durante sete dias.

MATERIAL E MÉTODOS

- Obtenção da matéria-prima

Os chás de *Camellia sinensis* (preto e verde) desidratados utilizados na elaboração dos chás base e o açúcar (sacarose comercial) foram obtidos no comércio local de Pires do Rio - GO.

A cultura simbiótica de microrganismos (*scooby*) utilizada como inóculo foi obtida por doação, por uma produtora de Kombucha de Goiânia.

- Preparo da kombucha

A kombucha foi processada nos Laboratórios de físico-química do Instituto Federal Goiano – campus Urutaí. O preparo artesanal da kombucha seguiu metodologia de Paludo (2017), com modificações. Todo o material a ser utilizado foi previamente higienizado.

Os chás preto e verde foram adicionados, separadamente, em um recipiente com água fervida (100°C) na concentração de 10g/L durante cinco minutos de infusão. Com uma peneira, a infusão foi coada e posteriormente, adoçada com açúcar comercial na concentração de 90g/L e agitada até sua completa dissolução. Assim que o substrato atingiu a temperatura ambiente (em torno de 25 °C), foi feita a inoculação 10% do volume total de kombucha já fermentada ao substrato (inóculo), além de um *scooby*. Dessa forma, obtiveram-se duas diferentes formulações de kombucha: chá verde com sacarose comercial e chá preto com sacarose comercial. Utilizaram-se recipientes de vidro com capacidade de 3L cada, sendo estes cobertos por papel toalha e presos com elástico para permitir as trocas gasosas e, ao mesmo tempo, evitar contaminação por moscas e formigas.

A incubação foi realizada durante sete dias, em armário fechado, ao abrigo da luz, em temperatura ambiente. O processo de fermentação foi acompanhado pela formação de película que cobriu todo o diâmetro do recipiente.

Amostras de 4mL foram retiradas no momento de sua inoculação (tempo zero) e a cada 24 horas até o último tempo de sete dias de fermentação. Medições de pH foram feitas nas kombuchas produzidas, em triplicata.

Os valores de pH foram medidos utilizando um pHmetro de bancada (Marca MS TECNOPON, Modelo Mpa 210). Para realizar a medição, o equipamento foi calibrado com soluções de pH conhecido, de acordo com as instruções do fabricante. O eletrodo foi limpo com água destilada entre a troca de cada amostra, nos intervalos de leitura. Foi calculada a média e o desvio padrão dos resultados, em triplicata, obtidos, de cada análise de pH.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de pH observados durante o tempo de fermentação da kombucha produzida com chá preto e chá verde *Camellia sinensis* foram apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Valores médios e desvio padrão do pH da kombucha produzida a partir da fermentação de chá verde e chá preto (*Camellia sinensis*).

Tempo de fermentação	pH da Kombucha	
	Chá preto	Chá verde
Dia 0	5,94±0,02	4,36±0,01
Dia 1	4,30±0,03	3,76±0,02
Dia 2	4,21±0,02	3,73±0,01
Dia 3	4,13±0,03	3,73±0,05
Dia 4	3,83±0,03	3,53±0,02
Dia 5	3,81±0,02	3,45±0,03
Dia 6	3,70±0,02	3,43±0,04
Dia 7	3,61±0,02	3,29±0,03

* Dia 0: Chá preto e chá verde recém preparados, antes da adição do *scooby*.

Fonte: Autoria própria, 2021.

Analisando-se a Tabela 1, pode-se observar no Dia 0 que a kombucha de chá verde apresentou-se mais ácida (pH=4,36) que a kombucha de chá preto (5,94), o que representa um pH de aproximadamente 26,59% superior de um chá para o outro. Entretanto, ao final do Dia 7, a kombucha de chá verde apresentou uma acidificação de apenas 8,86% maior que a acidificação do chá preto.



Ao analisar o processo fermentativo do chá preto, observou-se que em sete dias de acidificação, foi observada uma queda de pH correspondente a 39,22% do valor inicial. Já o chá verde apresentou uma queda de 24,54% do valor inicial de pH em sete dias de fermentação. Sendo assim, verificou-se que no presente estudo, que o chá preto forneceu mais compostos bioativos que funcionaram como substrato para os microrganismos presentes no meio, uma vez que a quantidade de açúcar utilizada foi a mesma. Segundo Rodriguez (2018), os chás bases, verde e preto, utilizados para a fermentação da kombucha se destacam devido ao teor de cafeína que apresentam. A composição química do chá verde inclui diversas classes de compostos fenólicos ou flavonoides, entre eles os principais presentes são os monômeros de catequinas, além de flavonóis e ácidos fenólicos, além de cafeína, pigmentos, carboidratos, aminoácidos e micronutrientes como vitaminas B, E e C, e minerais como cálcio, magnésio, zinco, potássio e ferro. Na produção do chá preto, as catequinas são oxidadas enzimaticamente, gerando uma mistura complexa de polifenóis, constituída de teaflavinas, teasinensinas e tearubiginas (RODRIGUEZ, 2018).

O mesmo comportamento do chá preto durante a fermentação da kombucha foi analisado por Kallel *et al.* (2012). Ao produzirem a Kombucha a base de chá preto, os autores observaram um pH inicial de 5,5, que diminuiu para 3,8 após a fermentação. Segundo os autores, essa redução no pH pode ser atribuída às características ácidas do substrato fornecido.

No decorrer do processo fermentativo apresentado no presente estudo, observou-se que o chá preto apresentou uma queda de pH bem grande no primeiro dia e, no restante do tempo, seu comportamento foi similar ao chá verde, que apresentou queda do pH, de forma contínua ao longo do processo fermentativo.

Em pesquisa realizada por Kallel *et al.* (2012), ao estudarem o comportamento do pH de kombuchas, utilizando chá verde e chá preto, durante 15 dias de fermentação, os autores verificaram que não houve variação significativa no valor do pH entre os dois substratos ao final do processo fermentativo, de 2,6 para chá verde e 2,7 para o chá preto. Os valores mais baixos de pH da kombucha produzida por Kallel *et al.* (2012), utilizando o chá preto (2,7) e chá verde (2,6) podem ser explicados pelo fato de que permaneceram em processo fermentativo por um tempo superior ao tempo utilizado no presente estudo, quando foram obtidos valores de pH de $3,29 \pm 0,3$ para o chá verde e $3,61 \pm 0,02$ para o chá preto, e também pela influência do clima e temperatura durante o processo de acidificação dos chás, uma vez que neste estudo, o processo foi realizado em dias mais frescos (chuvosos), com temperatura média de 24°C.



Esse nível mais baixo de pH reflete um ambiente mais ácido e o sabor azedo pelo qual o kombucha é conhecido (VILLARREAL-SOTO *et al.*, 2018). O nível mais baixo de pH é um parâmetro desejado, pois age como um escudo protetor, criando um ambiente no qual a colônia pode prosperar enquanto outros microorganismos indesejáveis podem ser mantidos afastados (SANTOS *et al.*, 2019).

Em estudo realizado na Universidade de Cartago por Ayed *et al.* (2017), em Tunis, Tunísia, os autores observaram que a kombucha produzida utilizando suco de uva como substrato apresentou redução no pH de 3,95 para 2,9 em 12 dias de fermentação.

Em trabalho realizado por Santos *et al.* (2018), o comportamento dos parâmetros relacionados ao acompanhamento cinético da fermentação dos chás preto e hibisco, coincidiu com outros estudos, quando foi observado, durante os seis dias de fermentação, que houve um aumento da acidez e, portanto, a diminuição do pH do meio. Porém, durante a fermentação da kombucha de chá de hibisco, os autores perceberam uma redução de forma contínua do pH até o quinto dia (2,17), sendo que no sexto dia houve um aumento no valor do pH (2,20). O pH do chá preto iniciou a fermentação próximo a 3,53, após os seis primeiros dias fermentando foi observado que a kombucha originada apresentava-se menos ácida que a kombucha de hibisco (2,71).

Segundo a legislação brasileira que regulamenta a kombucha produzida no Brasil (Brasil, 2019), o valor mínimo de pH para a kombucha é de 2,5 e o valor máximo de 4,2. Sendo assim, a kombucha produzida no presente estudo a partir do chá de *Camellia sinensis* (3,29 para o chá verde e 3,61 para o chá preto), apresentaram-se dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação.

Já em estudo realizado por Santos (2019), no decorrer da fermentação, observou-se que as kombuchas apresentaram comportamento similar, onde a variável pH reduzia de forma contínua e o teor de acidez total aumentava. Porém após os 6 dias de fermentação, foi detectado que a kombucha de chá verde apresentava-se mais ácida (pH - 2,11) que a Kombucha de chá preto (Ph-2,71), estando assim, fora dos padrões estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2019).

CONCLUSÃO

Devido ao fato de que a kombucha tem ganhado espaço nas prateleiras do mercado brasileiro, ressalta-se a importância do presente estudo, uma vez que o valor do pH é essencial para determinação da qualidade e caracterização da bebida.

Através do acompanhamento do processo de acidificação da kombucha durante sete dias de fermentação, constatou-se que, as bebidas produzidas com os chás *Camellia sinensis* verde e preto, encontram-se dentro dos parâmetros de pH estabelecidos pela legislação brasileira.

REFERÊNCIAS

AYED, L.; ABID, S.B.; HAMDI, M. Desenvolvimento de uma bebida a partir de suco de uva vermelha fermentada com o consórcio Kombucha. **Ann Microbiol**, v. 67, p. 111-121, 2017.

BRASIL. Portaria nº 41 de 17 de setembro de 2019. **Instrução Normativa que visa estabelecer o Padrão de Identidade e Qualidade da Kombucha em todo o território nacional**. Diário Oficial da União, Brasília, nº 181, seção 1, p. 13, 18 set. 2019.

CÂMARA, G.B., LIMA, A.R.N., SEGUNDO, R.P.L, FARIAS, K., PONTES, E.E.S., Ribeiro, F.S., Campelo, M.C.S., Lopes, A.G. Kombuchá como Alimento Funcional. **Revista Internacional de Nutrologia**, 2018.

KALLEL, LINA.; DESSEAUX, V.; HAMBI, M.; STOCKER, P.; AJANDOUS, H.E. Informações sobre a bioquímica da fermentação dos chás de Kombucha e os possíveis impactos do consumo de Kombucha na digestão do amido. **Food Research International**, v. 49, n. 1, p. 226-232, 2012.

MEDEIROS, S.C.G.; ZANCHETTI, C.C.C. **Kombucha: efeitos *in vitro* e *in vivo***. Instituto de Pesquisas, Ensino e Gestão em Saúde – IPGS, v. 31, e. 2, p. 73-79, Porto Alegre, 2019.

PALUDO, N. **Desenvolvimento e caracterização de kombucha obtida a partir de chá verde e extrato de erva-mate: processo artesanal e escala laboratorial**. [Trabalho de Conclusão de Curso], Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

RODRIGUES, R. da S. et al. **Características físicas e químicas de kombucha à base de chá de hibisco (*Hibiscus sabdariffa*, L.)**. In: 6º SIMPÓSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR, 2018. **Anais do 6º SIMPÓSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR**, Gramado, 2018.

SANTOS, A.M.Y.; MOTA, A.M.M.; SANTIAGO, M.A.; GOVEIA, S.D.; SANTAS, L.R.; MOREIRA, S.T. Avaliação da composição de kombucha à base de diferentes chás (verde e preto). **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**. Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos- Paraíba, 2019.

SANTOS, A. M. Y.; MOTA, A. M. M.; GOUBEIA, S. D.; DANTA, L. R.; SILVA, S.J.M.; MOREIRA, S.I. Caracterização Química de Kombucha a Base de Chás de Hibisco e Preto. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**. Universidade Federal de Campina Grande- PB. n. 3, p. 32-37, 2018.

VILLARREAL-SOTO, S.A.; BEAUFORT, S.; BOUJILA, J.; SOUCHARD, J.P.; TAILLANDIER, P. Entendendo a fermentação do chá de Kombucha: uma revisão. **Journal of Food Science**, v. 83, n. 3, 2018.



WATAWANA, M. I.; JAYAWARDENA, N.; GUNAWARDHANA, C.B.; WAISUNDARA, V.Y. Aspectos de saúde, bem-estar e segurança do consumo de Kombucha. **Journal of Chemistry**, artigo ID 591869, p. 1-11, 2015.

CAPÍTULO 5

ABORDAGEM TERAPÊUTICA EM OBSTETRÍCIA VETERINÁRIA

Juliana Lemos Toneloto
Mariane Scapin Teixeira
Nathalia Boeiracoghetto
Nathalia Roberta Dias Dos Santos
Leonice Aparecida De Fátima Alves Pereira Mourad

RESUMO

O presente artigo caracteriza-se por ser um artigo de revisão da literatura acerca da obstetrícia veterinária em diferentes espécies, tema que vem ganhando relevo nos estudos de medicina veterinária. O texto descreve as patologias e terapêuticas mais recorrentes nessa área de conhecimento. O objetivo do mesmo é disponibilizar ao leitor noções introdutórias sobre o tema, com descrição da doença. É possível identificar a crescente necessidade de especialização de Médicos(as) Veterinários(as) para o efetivo acompanhamento de terapêutica das diferentes espécies que demandam tratamento desse profissional.

PALAVRAS CHAVE: Obstetrícia Veterinária; Terapêutica; Patologias; Gestação.

INTRODUÇÃO

A obstetrícia veterinária vem ganhando visibilidade, tanto na clínica médica de pequenos animais, como em grandes animais. Isso se deve ao maior cuidado dos tutores com a saúde de seus animais e busca por maiores índices produtivos. Este trabalho teve como objetivo apresentar brevemente as principais patologias da gestação em cães, gatos, equinos, bovinos e suínos com ênfase principalmente na terapia medicamentosa.

O médico veterinário obstetra é responsável por realizar o acompanhamento desde a concepção, gestação, parto até o puerpério. Dentre os fatores que determinam índices de fertilidade, as afecções reprodutivas são as que afetam o desempenho reprodutivo e saúde dos animais domésticos. As patologias reprodutivas são causadas por diversos fatores, levando a consequências negativas para gestante e o feto, por vezes resultando em abortos, infertilidade e subfertilidade.

Diante deste cenário, a terapêutica veterinária em obstetrícia, quando executada de forma adequada, tem o papel de evitar prejuízos ou reduzir os danos durante a gestação, de tal modo a garantir o bem estar animal, assim como evitar prejuízos aos tutores e/ou produtores.

TERAPÊUTICA OBSTÉTRICA EM CADELAS E GATAS

DOENÇAS INFECCIOSAS - BRUCELOSE CANINA

A incidência de infecções relacionadas à causa da infertilidade está bem documentada. Diferentes agentes podem estar associados. Exemplos deles são: *Brucella canis*, herpes-vírus canino, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella sp.*, *Lysteria monocytogens*, *Leptospira interrogans*, *Chlamydia*. Os mecanismos de infertilidade podem ser distintos, tais quais, atividade espermicida na vagina, alteração da atividade espermática e infecção uterina (JERICÓ, NETO & KOGIKA, 2015).

Brucella canis é um agente que leva à morte embrionária ou fetal por endometrite e responsável por causar aborto na fase final da gestação. Cadelas inférteis devem ser sempre avaliadas para brucelose (JERICÓ, NETO & KOGIKA, 2015).

A transmissão ocorre por exposição direta a fluidos corporais contendo dose infectante do agente (sêmen, lóquio, fetos/placentas abortados, leite e urina). Primariamente por via oral, nasal, conjuntival e, em menor escala, venérea (membranas mucosas). A transmissão por aerossol, transplacentária e inoculação direta também podem ocorrer (NELSON & COUTO, 2015).

Devido ao potencial zoonótico e dificuldade em erradicar a enfermidade tem-se recomendado a eutanásia dos animais infectados. Alternativamente, a castração diminui a quantidade do agente liberado por secreções uterinas. A antibioticoterapia não é compensatória por se tratar de agente intracelular e a doença induzir à bacteremia periódica. No entanto, caso seja utilizado o tratamento com antibióticos, recomenda-se terapia combinada de tetraciclina e di-hidroestreptomicina ou um aminoglicosídeo (NELSON & COUTO, 2015).

Existe relato sobre a utilização de enrofloxacin em pacientes com *B. canis* à manutenção da fertilidade, menor incidência de abortamentos, transmissão da doença para filhotes e disseminação durante o parto. No entanto, não é eficaz em eliminar a infecção (WANKLE et al., 2006).

DIABETES GESTACIONAL

O diabetes gestacional em cadelas e gatas ocorre devido ao efeito anti-insulina da progesterona mediado por elevação dos níveis de hormônio do crescimento (POPPL & ARAÚJO, 2010 ; NELSON & COUTO, 2015).

Na gata uma dieta hiperproteica e com baixo teor de carboidratos é recomendada. Na cadela uma dieta com alto teor de fibras promove a euglicemia. A insulina pode ser indicada. A produção aumentada de insulina em resposta à hiperglicemia pode promover o desenvolvimento de fetos muito grandes. Isto pode levar à distocia por desproporção materno-fetal (NELSON & COUTO, 2015).

TETANIA PUERPERAL

A tetania puerperal ou eclâmpsia ocorre mais comumente durante as primeiras semanas pós-parto. Mas pode ocorrer nas últimas semanas da gestação. As manifestações clínicas iniciais incluem inquietação, sialorreia, progredindo para fasciculação muscular, prostração e pirexia (JERICÓ, NETO & KOGIKA, 2015).

A etiologia da enfermidade pode envolver a perda de cálcio por elevada demanda (gestação e lactação), ingestão inadequada de cálcio em dietas deficientes, bem como por suplementação excessiva de cálcio durante a gestação promovendo a atrofia das paratireoides (NELSON & COUTO, 2015).

O tratamento requer a administração de gluconato de cálcio a 10% (1 a 20 ml IV) até a supressão dos sintomas, tendo-se o cuidado de proceder à injeção lentamente, monitorando a frequência cardíaca (JERICÓ, NETO & KOGIKA, 2015). Em havendo bradicardias ou arritmias deve-se interromper a aplicação temporariamente e em seguida reduzir a velocidade de infusão. Caso o animal tenha convulsões e seja difícil estabilizá-lo, recomenda-se utilizar barbitúricos ou diazepam (0,5 mg/kg IV) para evitar edema cerebral (NELSON & COUTO, 2015).

A hipoglicemia deve ser corrigida (dextrose 5%), bem como instituído tratamento para hipertermia (ventilação forçada, compressas e dipirona - 20-25mg/kg IM, SC, VO). Após a estabilização, quando controlados os sinais neurológicos imediatos, deve-se realizar infusão SC do mesmo volume de gluconato utilizado diluído em 50% de solução salina, repetida a cada 6 ou 8 horas, até que a paciente esteja apta a receber suplementação oral. Deve-se então instituir terapia com gluconato ou carbonato de cálcio (10-30mg/kg VO TID) (NELSON & COUTO, 2015).

Se houver resposta ao tratamento, pode-se restituir gradualmente a lactação até que o desmame seja seguro aos filhotes (ao menos três semanas de idade). Aconselha-se a suplementação destes com sucedâneos comerciais (NELSON & COUTO, 2015).

DISTOCIA

Um trabalho de parto que não ocorre como o esperado – eutócico – é denominado distócico. (LUZ, FREITAS & PEREIRA, 2005). Um parto pode ser distócico por causas maternas, com destaque à inércia uterina, e/ou fetais (LUZ, MUNNICH & VANNUCCHI, 2015). Entretanto, para que seja possível identificar um parto distócico deve-se conhecer os eventos que se desenrolaram durante a gestação e durante o trabalho de parto da cadela e/ou gata. Dentre os sinais de distocia podem ser citados: expulsão de muco de coloração verde/acastanhada sem nascimento do feto dentro de 1 hora; contrações fracas por mais de 3 horas; contrações fortes e frequentes sem expulsão do feto em no máximo 30 minutos; intervalo entre nascimento superior a 3 horas (PETTERSON & KUTZLER, 2011).

O tratamento conservador da distocia varia conforme o caso. No caso de um feto ligeiramente maior que o normal, parcialmente insinuado na vulva, este pode ser expulso, após lubrificação, por tração manual. Quando há posição ou postura anormal, é necessária a correção manual antes da tração fetal (Schweizer & Meyers-Wallen, 2000). O uso de pinças fórceps deve se limitar a casos em que o último feto está morto, quando há espaço adequado no canal do parto e como última opção, mesmo podendo provocar um trauma mínimo em um feto vivo ou no tecido materno, para evitar a cesariana, a critério do profissional responsável (SCHWEIZER & MEYERS-WALLEN, 2000). O tratamento medicamentoso é indicado principalmente nos casos de inércia, com a cadela em boas condições de saúde, cérvix dilatada, e quando o tamanho do feto se encaixa no canal do parto para uma expulsão vaginal. As drogas mais comumente utilizadas são a ocitocina e o gluconato de cálcio 10% (associado a glicose) (PRETZER, 2008).

A ocitocina é efetiva em minidoses (0,25 UI SC/IM). Pode ser repetida a aplicação, conforme necessário, em geral a cada 30 ou 60 minutos até a dose total máxima 5 UI (NELSON & COUTO, 2015).

A associação de gluconato de cálcio 10% (1mL/ 5 kg/SC ou IV/lento), glicose (0,25mL de dextrose 50% diluída em 2mL de NaCl 0,9%) e ocitocina é indicada durante o parto, já que uma resposta pobre ao uso da ocitocina pode ser causada por uma baixa concentração extracelular de cálcio. A administração de cálcio aumenta a força das contrações uterinas. Além disso, geralmente o cálcio é utilizado antes da ocitocina, melhorando as forças de contrações antes de aumentar a frequência. As aplicações repetidas de cálcio podem ser realizadas com uma frequência não menor que a cada quatro horas, e deve-se monitorar o sistema

cardiovascular em intervalos curtos após a administração de cálcio para presença de arritmias (PRETZER, 2008).

As opções terapêuticas para uso em distocia canina recentemente introduzidas na obstetrícia veterinária são a denaverina e a vetrabutina. Suas principais ações são espasmolítica, analgésica e musculotrópica. Objetiva-se reduzir o tônus muscular vaginal e uterino, sem cessar as contrações do parto e que não pode ser tracionado, como nos casos de vulvas relativamente pequenas ou feto com cabeça grande (LUZ, FREITAS & PEREIRA, 2005).

A cesariana de emergência é indicada quando a correção da estática fetal não é possível, quando o uso de drogas ecbólicas não resulta em contrações produtivas, em presença de sofrimento fetal apesar de contrações adequadas, nos casos de desproporção fetopélvica, ou quando restam mais de cinco fetos no interior do útero, e não se quer correr nenhum risco de morte fetal (MUNNICH & KUCHENMEISTER, 2014).

ENDOMETRITE PÓS-PARTO

A endometrite consiste em enfermidade séria e muitas vezes precedida de distocia, manipulação obstétrica contaminada, retenção fetal ou placentária. Ocorre mais comumente por ascensão bacteriana do trato geniturinário inferior do que pela via hematógena. A bactéria *Escherichia coli* é a mais comumente envolvida tanto em cadelas, quanto em gatas (NELSON & COUTO, 2015).

O tratamento inclui o uso de antibioticoterapia de amplo espectro (amoxicilina potencializada 15-25mg/kg IV TID ou cefalozina, 22 mg/kg IV TID ou BID). Ademais, utiliza-se fluidoterapia IV para reposição hídrica e eletrolítica e prostaglandinas sintéticas ou naturais à evacuação uterina por 3 a 5 dias conforme a necessidade. Se a resposta ao tratamento não for satisfatória, pode-se recomendar ovario-histerectomia (NELSON & COUTO, 2015).

COMPLEXO HIPERPLASIA ENDOMETRIAL CÍSTICA/PIOMETRA

A piometra deve ser considerada como causa de infertilidade em cadelas e gatas (NELSON & COUTO, 2015). Consiste em processo inflamatório do útero, caracterizado pelo acúmulo de secreção purulenta no lúmen uterino, consequência de um processo de hiperplasia endometrial cística (HEC) hormônio dependente associada a uma infecção bacteriana. (WEISS et al., 2004).

O processo é mediado pela progesterona tanto em cadelas quanto em gatas. Durante a fase luteínica do ciclo estral, a progesterona inibe a resposta leucocitária uterina, reduz a

motilidade miometrial e estimula a secreção das glândulas uterinas. O acúmulo de fluido na luz uterina aliada à infecção bacteriana, mais comumente por *E. coli* permitem a ocorrência da enfermidade (NELSON & COUTO, 2015).

O tratamento recomendado, após a estabilização do paciente, consiste em fluidoterapia e antibioticoterapia seguida por ovario-histerectomia. Em caso de fêmeas de elevado valor reprodutivo pode ser empregado tratamento caso o animal seja jovem, esteja em situação estável e se trate de piometra aberta.

As opções de tratamento para piometra aberta são: PGF_{2α} (0,1-0,2 mg/kg SC BID ou SID); Clorprostenol (1-3μg/kg SC BID ou SID). Com estes fármacos objetiva-se obter contração da musculatura lisa do miométrio. Neste caso também recomenda-se antibioticoterapia de amplo espectro (NELSON & COUTO, 2015).

Os antiprogéstágenos podem também ser utilizados. Atualmente o aglepristone é o mais utilizado. Este fármaco bloqueador hormonal atua sobre os receptores de progesterona, possuindo afinidade cerca de 3 vezes maior do que a própria progesterona, evitando assim efeitos indesejáveis sobre o tecido uterino. O aglepristone deve ser utilizado na dose de 10mg/kg via SC nos dias 1, 2, 8, 15 e 30 se necessário, durante o tratamento preconiza-se o uso concomitante de prostaglandina nos dias 3 e 7, na dose de 1mg/kg (GOBELLO, 2006).

TERAPÊUTICA OBSTÉTRICA EM ÉGUAS

ENDOMETRITE

A endometrite é provavelmente a causa mais comum de subfertilidade em égua. A infecção pode ser introduzida por pneumovagina, parto, coito e procedimentos ginecológicos (PASCOE et al., 1998). A terapêutica frente a tal patologia, baseia-se em uma lavagem para remover o fluido do intra-uterino. Para tal utiliza-se solução salina estéril, podendo usar concomitantemente oxitocina (15UI IV), para auxiliar na eliminação do fluido presente. Recomenda-se ainda infundir o útero com antibiótico (penicilina, estreptomicina, neomicina, nitrofurantoína - 20-50 ml). O antibiótico geralmente é diluído e homogeneizado na solução salina em grandes volumes (100-500ml), assumindo-se que a secreção deve deixar o útero repleto de solução (ALLEN, 1994). A duração do tratamento varia conforme o ciclo da infecção. Além disso, é de suma relevância utilizar técnicas higiênicas durante todo exame de reprodução, e manejo do animal, a fim de evitar e controlar a infecção.

METRITE

A metrite pós parto tende a ocorrer em éguas que apresentam retenção de placenta. Com a inflamação e aumento da permeabilidade da parede uterina, as toxinas liberadas podem alcançar a circulação do animal com consequente repercussão sistêmica (WATSON, 2002). Desse modo, é considerada emergência clínica, sendo indicado o uso de antibióticos sistêmicos, anti-inflamatórios não esteroidais, lavagem uterina diárias com grande volume de solução salina estéril morna (1-2L). O conteúdo da lavagem deve ser introduzido no útero e drenado imediatamente por sifonagem. Antibiótico de amplo espectro também pode ser infundido no útero (ALLEN, 1994). O tratamento deve ser repetido até que o pus e os debrís placentários no exsudato uterino tenham desaparecido .

TORÇÃO UTERINA

Patologia de ocorrência em qualquer momento da prenhez tardia, porém mais comumente vista entre o quinto e décimo primeiro mês, onde aproximadamente 50% dos casos ocorrem durante o parto. A torção pode ocorrer no sentido horário ou anti-horário, resultando em uma apresentação clínica da égua com sinais típicos de cólica moderada para severa (ALLEN, 1994). Neste sentido, tal afecção deve ser corrigida imediatamente por método cirúrgico, tendo em vista que, não há tratamento terapêutico capaz de resolução do caso, deste modo, é recomendado que se a torção ocorreu próximo do parto, é melhor ser realizada cesariana via laparotomia mediana, já se a torção uterina ocorreu em gestação tardia, a égua tem tendência ao aborto (WATSON, 2002).

DISTOCIA – FETOTOMIA E CESARIANA

A distocia é um evento raro em éguas e depende de diversos fatores para ocorrer, sejam maternos, fetais ou pela associação de ambos. Esta é uma emergência e deve ser tratada rapidamente. Reposicionamento, tração, fetotomia e cesariana são os procedimentos empregados para a resolução da distócia em éguas (GARBIN, 2011).

Para tal, a sedação pode ser necessária, especialmente em animais estressados. Nestes casos, pode-se utilizar hidrocloreto de detomidina na dose de 10 a 20 ($\mu\text{g}/\text{kg}$) IV ou IM . Geralmente não é necessária a anestesia epidural, salvo em casos onde haverá excessiva manipulação ou em fetotomia (aplicado 4 a 8 ml de hidrocloreto de lidocaína a 2% no espaço sacro coccígeo ou inter coccígeo). Neste sentido, nos casos em que o reposicionamento e a tração não são eficazes, deve-se reavaliar o quadro, e seguir com a fetotomia ou cesariana (PRESTES, 2017).

A fetotomia é a secção percutânea do feto por via vaginal, utilizando um fetótomo de Thygesen e outros acessórios. O objetivo é salvar a égua e resguardar sua vida reprodutiva (ALLEN, 1994). Para a realização da fetotomia são necessários primeiramente o correto posicionamento da égua (com elevação dos quadris, para permitir melhor manipulação) e contenção da mesma, desse modo, a anestesia epidural adequada também é necessária. A utilização de Éter Gliceril guaiacol (30-50g) diluídos em uma solução à 10% IV pode ser interessante para promoção de relaxamento muscular, desde que o animal esteja suspenso para ser realizada a manobra (GARBIN, 2011). Ademais, o uso de tocolíticos pode ser necessário para promover relaxamento uterino e evitar possíveis lesões. Portanto, em éguas que foram submetidas a esta experiência, a antibioticoterapia é indicada, assim como o uso de ocitocina IM ou IV(10-40 UI), caso a involução uterina seja tardia, ou ainda a infusão intrauterina de agentes quimioterápicos nos casos em que a ocitocina não for eficaz (VIANA,2007).

Por outro lado, a cesariana é indicada quando todos os outros procedimentos não são bem sucedidos ou são contra-indicados, especialmente nas gestações de alto risco (TROEDSSON, 2009). Exemplos de indicação são fraturas pélvicas com exostoses, gestações bicornual, para a posição de “cão sentado”, monstros fetais, fetos enfisematosos e torção uterina. O prognóstico para este procedimento geralmente é reservado, especialmente quando já houve muita manipulação (GARBIN, 2011) . Desse modo, é indicado um plano anestésico melhor possível para tal procedimento, especialmente quando o feto está vivo. A técnica mais utilizada é pela incisão pela linha ventral média, com o animal em decúbito dorsal, suporte IV de fluidoterapia. No pós-operatório se faz o uso de antibioticoterapia de amplo espectro, anti-inflamatórios não esteroidais e uso de ocitocina para expulsão dos anexos fetais (PASCOE, et al., 1998)

RETENÇÃO DE PLACENTA

O tratamento deve ser preconizado quando a placenta estiver retida por mais de 3 horas. A terapêutica é recomendada por meio do uso de 10-20 UI de ocitocina pela via IV ou IM, a cada 15 minutos, ou administrando-se 60 UI em 1 litro de solução salina infundida por via IV durante 1 hora. O tratamento pode ser repetido conforme necessário. Importante destacar, que espera-se a expulsão placentária após 30 minutos da realização da terapia. Se a retenção for prolongada por mais de 8 horas, a égua possui chances de desenvolver infecções secundárias como laminite e endometrite. Nestes casos deve-se empregar uma terapia mais agressiva com associação de anti-inflamatórios não esteroidais e antibiótico de amplo espectro (WATSON, 2002)

INDUÇÃO DE PARTO

Para WATSON, 2002, devido a grande variabilidade na duração da gestação na égua, é impossível definir arbitrariamente o momento da gestação no qual a indução pode ser realizada de forma segura. Recomenda-se que a égua tenha ao menos 321 dias de gestação. Para tal decisão deve-se avaliar o aumento de volume do úbere, a presença externa de colostro, se os ligamentos sacro ciáticos estão relaxados, a condição geral da égua e do feto.

A ocitocina é o fármaco de escolha para indução do parto em égua, por via IV ou IM. A dosagem varia de acordo com o grau de relaxamento do canal. Em casos de relaxamento de no mínimo 2cm o tratamento é bolus IV de 40-60 UI, aguardar 90 minutos. Se o colo do útero estiver relaxado após 4-5 bolus, mas o trabalho de parto não tiver iniciado, administre 40-60 UI, IV. Se o colo do útero estiver fechado, 2,5-10 UI a cada 15 minutos IV até o início do parto (WATSON, 2002).

TERAPÊUTICA OBSTÉTRICA EM VACAS

HIDROPISIA DAS MEMBRANAS FETAIS

Nessa alteração observa-se aumento exagerado de líquido fetal. O aumento pode ocorrer tanto no saco amniótico como no alantóide, hidrôamnio e hidroalantoide respectivamente. Os casos de hidroalantóide são mais comuns e costumam ser progressivos. O sintoma principal é a distensão do abdome, pelo excessivo aumento de líquidos fetais. Nas formas leves observa-se apenas ligeiro aumento bilateral do volume abdominal. Algumas vezes o aborto ocorre, proporcionando alívio ao animal. Em casos mais amenos, a vaca chega ao fim da gestação com estado geral ruim. Em virtude da distensão uterina, é comum ocorrer inércia uterina acompanhada de dilatação insuficiente da cérvix (PRESTES, 2006).

Caso o parto esteja próximo, é recomendado a indução do mesmo com o uso de corticosteróides sintéticos como a dexametasona ou flumetasona, podendo ser associada à ocitocina. Também é importante a drenagem lenta do fluido para evitar a ocorrência de choque hipovolêmico (PRESTES, 2006).

LEPTOSPIROSE

A leptospirose é responsável pela baixa produtividade do rebanho bovino. A doença pode ser transmitida por meios diretos e indiretos. Sendo a pele e mucosa a porta de entrada para a doença (ANTONIASSI, 2007).

A doença pode ocorrer na forma aguda, subaguda ou crônica. Os abortos ocorrem tanto na fase aguda como subaguda e acontecem, geralmente, no último terço de gestação e as vacas, na maioria dos casos, não apresentam outros sinais clínicos a não ser retenção de placenta. Natimortos e nascimento de bezerros fracos podem também ocorrer. Os bezerros afetados pela forma septicêmica são encontrados mortos ou com profunda depressão e hipertermia, morrendo em um período de 5-12 horas (ADORNO, 2006).

O diagnóstico da leptospirose deve apoiar-se nas informações clínico-epidemiológicas juntamente com os resultados dos testes laboratoriais. O tratamento consiste na aplicação parenteral de estreptomicina (25-30 mg/Kg) uma a duas vezes. Pode-se associar penicilina à estreptomicina, provocando um sinergismo de ação antimicrobiana na eliminação do portador (GOMES, 2007B). O tratamento de bezerros e bovinos adultos com a forma aguda da doença pode ser realizado com a administração de estreptomicina ou dihidroestreptomicina na dose de 12mg/Kg TID durante três dias por via IM (ADORNO, 2006).

PROLAPSO DE VAGINA

O prolapso vaginal em vacas, geralmente se desenvolve no terço final da gestação. Acomete principalmente em plúriparas e recidivas na gestação subsequente é comum. Caracteriza-se em parciais ou totais, de acordo com a exposição da cérvix. Nessa patologia ocorre exteriorização da mucosa da vagina pela rima vulvar (PRESTES 2006).

O desenvolvimento do prolapso é progressivo, sendo classificado em estágios. No estágio 1, ocorre protrusão da mucosa vaginal através da vulva quando o animal está deitado, desaparecendo quando o animal está em estação; no estágio 2, há protrusão permanente da mucosa vaginal, mesmo com o animal em estação; no estágio mais avançado (3) ocorre prolapso vaginal e cervical (PRESTES, 2006).

Em casos leves o tampão cervical permanece intacto, no entanto, no prolapso total pode haver perda da parte externa do tampão ou perda total do tampão, com abortamento ou parto prematuro. Em casos graves, a mucosa exposta pode necrosar e resultar em toxemia e septicemia (PRESTES, 2006).

Nas inversões e nos prolapsos parciais recentes, o prognóstico é bom, enquanto nos prolapsos totais e permanentes, é reservado. O prognóstico depende da gravidade da afecção e do tempo transcorrido desde seu início. A afecção tornará a aparecer nas gestações seguintes, portanto o animal deve ser afastado da reprodução (PRESTES, 2006).



O tratamento varia de acordo com a espécie, gravidade e tempo de gestação. Deverá ser feito o reposicionamento da área prolapsada. Em casos leves o animal é posicionado em terreno plano e nos mais avançados eleva-se a traseira do animal estabulado por meio de uma plataforma inclinada (PRESTES, 2006). No caso de prolapso parcial ou total da vagina, é feita a limpeza e desinfecção na região perineal e partes prolapsadas com água e soluções antissépticas. Para anestesia epidural recomenda-se lidocaína a 2% associada a xilazina (JACKSON, 2005). Em muitos casos, é indicado tratamento com sulfamidas para controlar a infecção, principalmente naqueles em que o prolapso evolui para abortamento.

A reposição é realizada mediante pressão com as palmas das mãos em direção cranial (GRUNERT & BERCHTOLD, 1988). Para manter a parte prolapsada no interior da vulva, utiliza-se suturas e métodos de fixação dos órgãos para evitar recidivas, várias técnicas cirúrgicas são descritas na literatura, porém não existe uma que tenha pleno êxito, então deve-se escolher a técnica mais adequada a situação (PRESTES, 2006).

RETENÇÃO DE PLACENTA

Retenção de placenta (RP) é a falha na expulsão das membranas fetais durante o terceiro estágio do parto, portanto é uma complicação pós-parto, comum em bovinos. Os principais fatores de riscos associados à ocorrência da RP são indução de parto, curto período gestacional, aborto, gestações gemelares, distocia, fetotomia, cesárea, deficiências nutricionais, como vitamina E, selênio e caroteno, agentes infecciosos e imunossupressão. Ocorre devido a uma falha na deiscência e expulsão da placenta. É considerada patológica quando persiste além de 12 horas (MELENDEZ & RISCO, 2005).

Segundo Lebranc (2008), o uso de infusão intrauterina de ampicilina, juntamente com a remoção manual mostraram bons resultados. O tratamento com ceftiofur (1,1 mg/kg, IM SID, durante cinco dias) em animais com retenção de placenta e temperatura aumentada mostra-se eficiente na resolução do problema (LEBLANC, 2008). Para Gross *et al* (1086) administração de PGF₂ α em até uma hora após o parto é eficaz na redução de incidência de retenção de placenta, ao menos nos casos de partos induzidos com dexametasona.

METRITE E ENDOMETRITE

A metrite é caracterizada como inflamação de todas as camadas uterinas, com sinais sistêmicos ou não, a doença acomete os animais dentro de alguns dias após o parto. A endometrite é definida como inflamação do endométrio, sem sinais sistêmicos da doença. Entre os fatores clínicos de risco mais comuns estão: abortos, partos prematuros, retenção de

membranas fetais, partos gemelares, distocia, lesão de útero e de cérvix, além de falta de higiene, manobras obstétricas mal conduzidas, atonia uterina, má condição nutricional ou de saúde ou, ainda, sêmen contaminado (ARTHUR, 1979).

Os agentes infecciosos relacionados às infecções uterinas, predominam *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Escherichia coli*, *Proteus spp.* e *Actinomyces pyogenes*, produzindo infecções isoladas ou mistas, assim como *Clostridium spp.*, *Micrococcus*, *Pseudomonas spp.*, *Enterobacter spp.* e *Bacillus spp.* (ANDRADE, 2005).

Os agentes etiológicos alcançam o útero pela vagina através do coito, inseminação e parturição. A maioria dos animais sofre contaminação bacteriana do útero após o parto, porém sob circunstâncias normais essa flora é rapidamente eliminada. Em vacas que desenvolvem endometrite, essa flora bacteriana não é eliminada da região uterina, causando inflamação do endométrio (NOAKS *et al.*, 2001), podendo evoluir para metrite.

É recomendado antibioticoterapia sistêmica para vacas com metrite puerperal (LEBLANC *et al.*, 2002), além de antitérmicos e fluidoterapia oral. Exemplos de antibióticos empregados são oxitetraciclinas de longa duração (requer descarte do leite) e cefalosporinas (não requer descarte do leite), para animais de baixa ou alta produção, respectivamente. A presença de febre é o critério mais utilizado para verificar a eficácia desses tratamentos, além do monitoramento do aspecto e odor da secreção cérvico vaginal (MARTINS *et al.*, 2010).

No caso das endometrites, o tratamento pela via intrauterina é o mais utilizado, apesar de sua eficácia ser questionável. Algumas desvantagens da adoção desse tipo de tratamento estão relacionadas com ocorrência de lesões endometriais ao se utilizarem drogas irritantes (p. ex., oxitetraciclina), difusão inadequada do medicamento na parede uterina, além da necessidade de descartar o leite contaminado com resíduos de antibióticos. É preferível a utilização de antibioticoterapia sistêmica, sendo que as drogas de eleição são as mesmas citadas para os casos de metrite (SHELDON, 2006).

Os análogos PGF₂α são recomendados para tratamento de infecções uterinas por contraírem o endométrio e o miométrio e, também, por produzirem efeito luteolítico, nestes casos, tem sido relatada como sendo comparável a dos antimicrobianos, apresentando ainda, a vantagem de não levar ao descarte do leite, pela presença de resíduos (SPINOSA, 2006).

ABORTO E INDUÇÃO DO PARTO

A indução de parto em vacas aumenta a eficiência de produção, reduzindo o intervalo entre partos, não afetando significativamente a produção de leite e diminuindo a necessidade

de supervisão durante a estação de parição. Em alguns casos é indicado o aborto ou indução do parto, são eles: novilhas muito jovens ou pequenas predispostas a distocias; coberturas indesejáveis; feto morto; condições patológicas, como hidropsia dos envoltórios fetais, mumificação fetal, hemorragias uterinas e prolapsos de vagina grave (PRESTES, 2006).

Utilização de prostaglandinas resulta em luteólise em qualquer estágio, e é eficiente em provocar aborto principalmente no primeiro terço de gestação, provocando diminuição intensa do nível de progesterona. Os fetos são eliminados com bolsa fetal e o útero regride sem complicações. Já entre o 5º e 8º meses de gestação o aborto é mais difícil de ser induzido, porque a gestação se mantém sem corpo luteo, portanto, métodos que causam a luteólise não funcionam tão bem. Da mesma maneira, a unidade fetoplacentária não está suficientemente madura para que possam ser ativados mecanismos que ocorrem no parto normal, como acontece após os 8 meses de gestação. Durante o 6º, o 7º e o 8º mês uma combinação de glicocorticóides mais prostaglandinas irá eliminar a progesterona tanto placentária como ovariana. No último mês de gestação tanto a $PGF2\alpha$ como os glicocorticóides podem induzir ao parto (PRESTES, 2006).

Para que haja a ação dos glicocorticóides, a unidade fetoplacentária deve estar em pleno funcionamento; em casos de mumificação ou maceração fetal os glicocorticóides não funcionam e as prostaglandinas são eficientes em algumas situações para a indução do parto (PRESTES, 2006).

TERAPÊUTICA OBSTÉTRICA EM PORCAS

GESTAÇÃO MÚLTIPLA PATOLÓGICA

Em porcas, a parição, na atualidade, corresponde a aproximadamente 15 produtos/parto, sendo que acima disso podem-se apresentar complicações tanto para as matrizes, quanto para a leitegada, como alterações funcionais, por compressão de órgãos maternos e distúrbios metabólicos. O aborto, em matrizes suínas, é raro, porém as complicações relacionadas a um número exagerado de filhotes/parto, vem acompanhadas de complicações como: taquipneia com compressão do diafragma, perturbações e deslocamentos digestivos, dificuldades cardio respiratórias (edemas e transudações cavitárias), emagrecimento, insuficiência de contrações ao parto, atonia uterina e retenções das membranas fetais. Para tratamento, indica-se o abortamento com a utilização de $PGF2\alpha$, sendo retirados da reprodução (GRUNERT & BIRGEL, 1982).

MORTE DO EMBRIÃO E DO FETO DURANTE A GESTAÇÃO

A morte do produto da gestação, se ocorrer no início da prenhez (25 a 40%) é denominada morte embrionária seguida de reabsorção, se ocorrer em gestação mais avançada (60 a 75%), denomina-se morte fetal seguida, normalmente de abortamento, e em casos de não aborto pode ocorrer mumificação ou maceração fetal. Em suínos, a maior relação com a morte do produto da gestação é por fatores exógenos, como alimentação deficiente, principalmente em vitamina A, e em infecções por *Campylobacter foetus* (GRUNERT & BIRGEL, 1982).

Além da *Campylobacter foetus*, existem outras doenças infecciosas que cursam com a morte fetal, como: leptospirose; brucelose; peste suína clássica; doença de Aujeszky; parvovirose; e micotoxicoses (SOBESTIANSKY, 1999).

DISTOCIA

Em suínos, a distocia ou parto patológico podem ser tanto materna quanto fetal, sendo a materna mais prevalente. Entre as causas de distocia materna em porcas, temos: inércia uterina, obstrução das vias fetais e o desvio ventral do útero. Em distocias fetais, pode ser por conta de uma leitegada com quantidade exacerbada de fetos (superfecundação) ou por fetos muito grandes (disparidade de tamanho matriz e reprodutor), provocando obstrução no canal vaginal. Caso seja necessária a intervenção ao parto é necessário: higienização do médico veterinário e da região perineal da porca; aplicação de lubrificante; correção da posição ou apresentação do feto (caso possível); banhar a porca de 10 a 15 minutos antes de aplicar ocitocina de 10 a 15 UI (atentando-se para a confirmação de que o tamanho da leitegada é compatível com o tamanho da cérvix da porca, avisando possíveis rompimentos e consequente agravamento do caso); colocar os leitões já nascidos para mamar estimulando a contração uterina. Após a intervenção, observar o comportamento da matriz, alimentação e apetite, e em casos de necessidade aplicar antibióticos e infusão uterina. Se o parto vaginal for incompatível com o tamanho dos fetos, recomenda-se a cesariana (SOBESTIANSKY, 1999).

ECLÂMPSIA

A eclâmpsia é uma doença que está diretamente relacionada ao metabolismo exacerbado de cálcio (hipocalcemia), no período pré, trans e pós-parto. A deficiência de cálcio pode ser por conta de uma dieta com baixa disponibilidade deste mineral, que no momento referido tem maior exigência em virtude das contrações musculares uterinas, além da produção e ejeção do leite. Para tratamento (imediato) deve-se aplicar gluconato de cálcio a 20%, sendo 50 mL IV e 120 mL SC em pontos diversos, além de aplicação IM caso necessário. Pode-se suplementar a

ação do gluconato de cálcio com a aplicação concomitante de vitaminas A, D e E via IM. Para prevenção deve-se corrigir os níveis de cálcio e fósforo da dieta (SOBESTIANSKY, 1999).

METRITE

A metrite é uma doença que pode causar até 30% dos descartes de porcas de uma propriedade em função da possível infertilidade subsequente. A metrite é uma doença que pode causar até 30% dos descartes de porcas de uma propriedade em função da possível infertilidade subsequente. Está comumente relacionada a infecção por *E. coli* e *S. aureus*, em decorrência de um auxílio obstétrico inadequado e má higiene do local do parto. Dentre os sinais clínicos, observa-se o muco vaginal de consistência cerosa, com aspecto purulento, com mau odor; além de outros sinais inespecíficos, como: inapetência; constipação; apatia; hipertermia; e síndrome mastite, metrite, agalaxia. Recomenda-se duas aplicações de antibióticos de amplo espectro a cada 12 – 24h, além de infusão uterina com antibióticos ou antisépticos de 250 a 300 mL (SOBESTIANSKY, 1999).

RETENÇÃO DE PLACENTA

A retenção placentária é a não eliminação da placenta no período pós-parto, dentro do período esperado como normal. Dentre os sinais apresentados pode-se confundir com distocia, como: hipertermia; apatia; inquietação; corrimento vaginal fétido. Para tratamento recomenda-se a aplicação de quimioterápicos e ocitocina, por via parenteral, associado a infusão uterina de 200 a 300 mL de solução antibiótica para evitar a evolução negativa para um caso de metrite e suas consequências (SOBESTIANSKY, 1999).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho abordou o tema terapêutica obstétrica em diferentes espécies, quais sejam caninos, felinos, equinos, bovinos e suínos. Cada espécie possui as suas peculiaridades anatômicas e fisiológicas e tal fato se reflete na predisposição à ocorrência de determinadas enfermidades obstétricas e na necessidade de terapias particulares.

O objetivo do médico veterinário deve ser primeiramente preventivo no sentido de fornecer instruções aos tutores e produtores sobre o fornecimento de condições ideais às fêmeas gestantes e assim proporcionar uma gestação e parto saudáveis e livre de intercorrências, bem como evitar causas de infertilidade e subfertilidade.

No entanto, quando a enfermidade for inevitável, o profissional deve estar preparado para fornecer a melhor terapia ao seu paciente, seja clínica ou cirúrgica. Para tal deve considerar o bem-estar do animal (fêmea e cria), a destinação e o desejo do tutor/produtor.

REFERÊNCIAS

ADAMS, H. R. **Farmacologia e Terapêutica em Veterinária**. Editora Guanabara Koogan, 8ª ed. p. 512-517.

ADORNO, O. J. C. **Leptospirose bovina**. Monografia de conclusão de curso de pós-graduação “Lato Sensu” em Reprodução de Bovinos, apresentado à Universidade Castelo Branco como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Reprodução de Bovinos. Piracicaba, agosto 2006.

ANDRADE, J.R.A.; SILVA, N.; SILVEIRA, W.; *et al.*; Estudo epidemiológico de problemas reprodutivos em rebanhos bovinos na bacia leiteira de Goiânia. **Arq. Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 06. Belo Horizonte – MG, dez., 2005.

ALLEN, E. W. **Fertilidade e Obstetrícia Equina**. São Paulo: Varela Ltda, 1994, p.207.

ANTONIASSI, N. A. B. *et al.* Diagnóstico das causas infecciosas de aborto em bovinos – **Palestra. Biológico**, São Paulo, v. 69, n. 2, p. 69-72, jul./dez., 2007

ARTHUR, H. G. **Reprodução e obstetrícia em veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1979. 710p

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária - Departamento de Saúde Animal, 2006. Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose (PNCEBT) – **Manual Técnico**. Brasília: MAPA / DAS / DSA, 2006, 188p.

GARBIN, L.C. Distocia em éguas-Revisão de Literatura. Belo Horizonte. **Escola de Veterinária-UFMS**. 2011. pag53. Disponível em : https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9C5JN3/1/monografia_1_via_garbin_distocia.pdf. aCE. Acesso em 02 de julho, 2022.

GOBELLO, C. Dopamine agonists, anti-progestins, anti-androgens, long-term-release GnRH agonists and anti-estrogens in canine reproduction: a review. **Theriogenology**, v. 66, p.1560-1567, 2006.

GOMES, M. J. P. *Leptospira* spp. Microbiologia Clínica: **LABACVET**, 2007b

GROSS, T. S.; WILLIAMS, W. F.; MORELAND, T. W. Prevention of the retained fetal membrane syndrome (retained placenta) during induced calving in dairy cattle. **Theriogenology**, v. 26, n. 3, p. 365-370, 1986.

GRUNERT E.; BERCHTOLD M. **Infertilidad en la vaca**. Buenos Aires: Hemisferio Sur, p. 261-276. 1988

GRUNERT, E.; BIRGEL, E. H. **Obstetrícia Veterinária**. Porto Alegre - RS, editora Sulina, p. 61 - 105, 1982.

JACKSON P.G.G. Problemas na gestação; problemas pós-parto em grandes animais. In: COELHO, C.S.; SOUZA, V.R.C. **Obstetrícia veterinária**. 2 ed. São Paulo: Roca. p.29-31; 274-277; 278. 2005.

JACKSON, P.G.G. **Obstetrícia Veterinária**. 2ª edição. Editora Rocca LTDA, 2009.

JERICÓ, M. M.; NETO, J. P.; KOGIKA, M. M. **Tratado de Medicina Interna de Cães e Gatos**. São Paulo: Gen Roca, 2015, p. 2394, 2 v.

LEBLANC, S.J. et al. The effect of treatment of clinical endometritis on reproductive performance in dairy cows. **J Dairy Sci**, v.85, p.2237-2249, 2002.

LEBLANC, S, J. Postpartum uterine disease and dairy herd reproductive performance: a review. **The Veterinary Journal**, v. 176, n. 1, p. 102-114, 2008

LUZ, M. R.; FREITAS, P. M. C.; PEREIRA, E. Z. Gestação e parto em cadelas: fisiologia, diagnóstico de gestação e tratamento das distocias. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 29, n. 3/4, p. 142 - 150, 2005.

LUZ, M. R.; MUNNICH, A., VANNUCHI, C. I. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. v.39, n.3, p.354-361, jul./set. 2015.

MARTINS, T.M. **Aspectos reprodutivos e produtivos de vacas da raça Holandesa e expressão gênica endometrial de receptores tipo toll e β -defensina 5 após o parto**. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, MG, 2010. 137p.

MEIRELLES-BARTOLI, R.B.; MATHIAS, L.A. Avaliação do teste do antígeno acidificado tamponado em soros tratados com rivanol como teste confirmatório do diagnóstico sorológico da brucelose bovina. **Revista do CFMV**. N.52, 2011

MELLENDEZ P. & RISCO C.A. 2005. Management of transition cows to optimize reproductive efficiency in dairy herds. **Veterinary Clinics of North America: Food and Animal Practice**. 21:485- 501.

MUNNICH A., KUCHENMEISTER, U. Causes, diagnosis and therapy of common diseases in neonatal puppies in the first days of life: cornerstones of practical approach. **Reprod Domest Anim**, v.49, suppl, p.64-74, 2014.

NELSON, R. W.; COUTO, C, G.. **Medicina interna de pequenos animais**. 5. ed. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. 1474 . p.

NOAKS, E. N. et al. **Arthur's veterinary reproduction and obstetrics**. Elsevier, 2001

NOGUEIRA, C.E.W. et al. Ruptura Reto-vestibular na égua, relato de Caso. **UFPel**. Disponível em: www.ufpel.edu.br/cic/2004/arquivos/CA_01304.rtf. Acesso em 01 de julho, 2022.

PASCOE,R.R. et al. Diseases and Disorders of the Horse. **Reproductive disorders**.Mosby-Wolfe.1998.p. 371-427.

POPPL, A. G.; ARAÚJO, G. G. Diestro e diabetes mellitus canina: o que há de novo? **Medvep - Revista Científica de Medicina Veterinária - Pequenos Animais e Animais de Estimação**. 2010;8(27); 704-713.

PRESTES, N.C.; ALVARENGA, F.C.L. **Obstetrícia Veterinária**. Guanabara Koogan, 2006.

PRESTES,N.C. O parto distócico e as principais emergências obstétricas em equinos. Landim-Alvarenga FC. **Obstetrícia veterinária**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2017. p.187-197.

PRESTES,N.C. et al. Emergências obstétricas em éguas. **Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA-2019)**; Gramado, RS, 15 a 17 de maio de 2019.

PRETZER S. D. Medical management of canine and feline dystocia. **Theriogenology**, v.70, p.332-336, 2008.

SCHWEIZER C. M., MEYERS-WALLEN V.N. Medical management of dystocia and indications for caesarean section in the bitch. In: Bonagura JD (Ed). **Kirk's current veterinary therapy XIII. Small animal practice**. Philadelphia: W.B. Saunders, 2000. p.933-939.

SHELDON, I,M. LEWIS G,S. LEBLANC, S. GILBERT, R,O. Defining postpartum uterine disease in dairy cattle. **Theriogenology**, v.65, p.1516-1530, 2006.

SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, D. E. S. N.; MORES, N.; OLIVEIRA, S. J.; CARVALHO, L. F. O. S.; MORENO, A. M.; ROEHE, P. M. **Clínica e Patologia Suína**. 2ª ed. Goiânia - GO. 1999.

SPINOSA, H.S.; GÓRNIK, S.L.; BERNADI, M.M. Farmacologia aplicada à Medicina Veterinária. 4ª ed. Rio de Janeiro – RJ, Ed. Guanabara Koogan S. A., 2006; p. 249 -251.

TOLEDO, M. P. Brucelose bovina: Vacinação de bezerras entre 3 e 8 meses de idade do município de Santa Cruz da Conceição. **Artigos Ciências Agrárias, Centro Universitário Anhanguera** – Unidade Leme, p. 8, 2005.

TROEDSSON, H.T. Alterations in Sexual function. **Large Animal Internal Medicine**.4 ed. St Louis: Elsevier, 2009, cap. 12, p210-212.

VIANA, F.A. B. **Guia Terapêutico Veterinário**. Lagoa Santa: Gráfica e Editora CEM Ltda. 2007, 463p.

WANKE, M. et al. Use of enrofloxacin in the treatment of canine brucellosis in a dog kennel (clinical trial). **Theriogenology**. 66: 1573, 2006.

WATSON,E. et al. Equine Medicine Surgery and Reproduction. **Reproduction**. St Louis Sydney Toronto. 2002. p.278-310.

WEISS, R. R.; CALOMENO, M. A.; SOUSA, R. S.; BRIERSDORF, S. M.; CALOMENO, R. A.; MURADÁS, P. Avaliação Histopatológica, Hormonal e Bacteriológica da Piometra na Cadela. **Archives of Veterinary Science**. v. 9, n. 2, p. 81-87, 2004.



ZANELLA, J. A ameaça real da introdução de PRRS no Brasil e como lidar com o problema. **Simpósio Internacional de Suinocultura**, 2018. Disponível em: <<http://www.flip3d.com.br/web/pub/opresenterural/?numero=156&edicao=4317>>. Acesso em 14 de maio de 2022.

CAPÍTULO 6

LICENCIAMENTO AMBIENTAL PARA A SUINOCULTURA: MANUAL PARA A AGRICULTURA FAMILIAR NO SUL DO BRASIL

Clebes Iolanda Leodice Alves
Nathalia Boeira Coghetto
Nathalia Roberta Dias dos Santos
Leonice Aparecida de Fátima Alves Pereira Mourad

RESUMO

O presente artigo tem como tema o licenciamento ambiental para a suinocultura, reconhecida como uma atividade potencialmente poluidora, atividade esta desenvolvida principalmente por agricultores familiares, nos três estados do Sul do Brasil, em sistema de integração. Nesse sentido, com base na literatura especializada e na legislação que regulamenta a matéria, elaborou-se um manual de apoio à esse grupo, de sorte a disponibilizar, em um documento único, a sistematização da matéria. O objetivo desse material é contribuir para a gestão administrativa e ambiental das unidades de produção familiares.

PALAVRAS CHAVE: Gestão Ambiental; Suinocultura Familiar; Integração; Manual.

INTRODUÇÃO

Desde 1981, conforme a Lei Federal n.º 6.938, o Licenciamento Ambiental tornou-se obrigatório em todo o território nacional e as atividades efetiva ou potencialmente poluidoras não podem funcionar sem o devido licenciamento.

O processo de licenciamento ambiental de empreendimentos industriais, é de suma importância, dado o seu potencial poluidor, uma vez que, usam recursos naturais ou podem causar impactos ambientais nesses ambientes.

Impacto ambiental pode ser definido como sendo qualquer intervenção de propriedade física, química ou biológica no meio ambiente, causada por ações humanas que venham a interferir na preservação dos recursos naturais, como por exemplo, as atividades sociais, econômicas e a saúde da população (CONAMA, 1996).

Dentre os empreendimentos industriais que enquadram nessas atividades potencialmente poluidoras, temos a suinocultura. Ela é considerada, pelos órgãos de fiscalização e proteção ambiental, uma atividade de grande potencial poluidor, face ao elevado número de contaminantes contidos nos seus efluentes, cuja ação individual ou combinada, representa uma fonte potencial de contaminação e degradação do ar, dos recursos hídricos e do solo.

A suinocultura brasileira, a exemplo de outras cadeias produtivas do agronegócio, cresceu significativamente nos últimos anos. Percebe-se esse crescimento, ao analisar os vários indicadores econômicos e sociais, tais como volume de exportações, o número de empregos diretos e indiretos, entre outros. No Brasil, os estados da região Sul, devido a intensificação da atividade, despontam na adequação dos suinocultores às novas exigências legais ambientais.

Na produção de suínos, em função da alta concentração dos rebanhos, os dejetos podem exceder a capacidade de absorção dos ecossistemas locais, sendo causa potencial da poluição e dos problemas de saúde relacionados com matéria orgânica, nutrientes, patógenos, odores e microrganismos gerados na atmosfera. Outro impacto que merece destaque é o alto consumo de água, tanto para a dessedentação quanto para a higienização dos rebanhos e instalações.

O licenciamento ambiental desses empreendimentos, dentro das normas vigentes, é realizado em diferentes etapas do empreendimento, podendo ser para licenciar o projeto, a instalação, a operação, a ampliação ou até mesmo a modificação desse empreendimento.

O licenciamento ambiental é realizado por órgão ambiental competente, como, por exemplo, o IAT (Instituto Água e Terra) no estado do Paraná, IMA (Instituto do Meio Ambiente) em Santa Catarina e FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler) no Rio Grande do Sul. Esse licenciamento, de acordo com as características do empreendimento, deve ser solicitado via sistema online que gerencia o processo nos respectivos sites e que informam o rol de exigências legais ambientais necessárias para o deferimento do processo de licenciamento.

A obtenção desse licenciamento ambiental não só reduzem a possibilidade de multas, como também pode beneficiar o empreendedor quanto a alguns aspectos, como:

- Redução nos custos de seguros;
- As condições de saúde e segurança no trabalho aprimoradas;
- Minimizam acidentes que causam responsabilidade civil;
- Conforme a Política Nacional do Meio Ambiente, ocorre a facilitação da obtenção de créditos e financiamento junto aos bancos estatais, como FINEP, BB, CEF, BNDES.

TIPOS DE EMPREENDIMENTOS

O tipo de empreendimento varia de acordo com o perfil do produtor, que podem ser independentes, integrados ou cooperados.

PRODUTORES INDEPENDENTES:

- Geralmente ciclo completo;
- Característica de SP;
- Responsabilidades do produtor (todas): Compra de reprodutores; Compra de ingredientes ou ração; Compra de medicamentos; Busca por tecnologias/aperfeiçoamentos; Venda dos animais;
- Alto grau de gerenciamento.

PRODUTORES INTEGRADOS:

- Até 3 divisões (UPL's, Crecheiros, Terminadores): Ex: Sadia, Perdigão (BRFood), Seara (JBS);
- Alta tecnologia: Instalações, manejo, nutrição, sanidade, etc.
- Altos índices produtivos;
- Assistência de profissionais especializados;
- Comercialização garantida (baixas margens de lucro).

COOPERADOS:

- Similar ao sistema integrado. Ex: Aurora.

QUANTO AO SISTEMA DE CRIAÇÃO

SISTEMA EXTENSIVO

Caracteriza-se por criações com baixos índices de produtividade; não separação de animais de acordo com a fase; instalações rústicas, pouco ou nenhum controle técnico sobre a criação.

SISTEMA INTENSIVISTA

Caracteriza-se pela produção de animais tipo carne; machos, fêmeas vazias e gestantes em piquetes; fêmeas lactantes e leitões confinados; bons índices produtivos, mão de obra especializada; utilização de menor área para a produção.

QUANTO AO TIPO DE PRODUÇÃO

Para a concessão do licenciamento ambiental dos empreendimentos de suinocultura, será considerado o porte do empreendimento, que é definido pelo sistema de criação, número de animais e volume de dejetos gerados. No estado do Paraná, a Resolução Sedest 015/2020 em seu artigo 4º, classifica os empreendimentos da seguinte forma:

• **Tipo 1 - Ciclo Completo:** sistema de produção de fluxo contínuo que contempla matrizes em fase de reprodução (preparação, gestação e lactação), leitões nas fases de lactação e creche e suínos na fase de recria e terminação.

Tabela 1: Tipo 1.

TIPO 1 - CICLO COMPLETO		
Nº de matrizes	Porte	Volume de dejetos m ³ /dia
Até 5	Micro	Menor que 0,6
6 a 22	Mínimo	2,4
23 a 100	Pequeno	11,4
101 a 360	Médio	40,5
361 a 1.430	Grande	160,4
Maior que 1.430	Excepcional	Maior que 160,4

Fonte: Resolução Sedest 015/2020. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=390446>. Acesso em 15 Jun 2022.

• **Tipo 2 - Unidade Produtora de Leitão (UPL):** sistema de produção de fluxo contínuo que contempla matrizes em fase de reprodução (preparação, gestação e lactação) de leitões nas fases de lactação e creche

Tabela 2: Tipo 2.

TIPO 2 - UNIDADE PRODUTORA DE LEITÃO		
Nº de matrizes	Porte	Volume de dejetos m ³ /dia
Até 5	Micro	Menor que 0,6
6 a 100	Mínimo	de 0,61 até 2,5
101 a 450	Pequeno	10,2
451 a 1.800	Médio	40,7
1.801 a 7.100	Grande	160,5
Maior que 7.100	Excepcional	Maior que 160,5

Fonte: Resolução Sedest 015/2020. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=390446>. Acesso em 15 Jun 2022.

• **Tipo 3 - Unidade Produtora de Leitões Desmamados (UPD):** sistema de produção de fluxo contínuo que contempla matrizes em fase de reprodução (preparação, gestação e lactação) de leitões nas fases de lactação.

Tabela 3: Tipo 3.

TIPO 3 - UNIDADE PRODUTORA DE LEITÕES DESMAMADOS		
Nº de matrizes	Porte	Volume de dejetos m ³ /dia
Até 5	Micro	Menor que 0,6
6 a 110	Mínimo	de 0,61 até 2,5
111 a 450	Pequeno	10,2
451 a 1.800	Médio	40,7
1.801 a 7.100	Grande	160,5
Maior que 7.100	Excepcional	Maior que 160,5

Fonte: Resolução Sedest 015/2020. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=390446>. Acesso em 15 Jun 2022.

• **Tipo 4 - Unidade de Recria (UR):** sistema de produção de fluxo contínuo ou em lotes que contempla suínos (machos ou fêmeas) para consumo ou reprodução da fase de creche até a fase de terminação.

Tabela 4: Tipo 4.

TIPO 4 - UNIDADE DE RECRIA		
Nº de matrizes	Porte	Volume de dejetos m ³ /dia
Até 5	Micro	Menor que 0,6
6 a 410	Mínimo	2,5
411 a 1.670	Pequeno	10,2
1.671 a 6.616	Médio	40,5
6.617 a 26.164	Grande	160,5
Maior que 26.164	Excepcional	Maior que 160,5

Fonte: Resolução Sedest 015/2020. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=390446>. Acesso em 15 Jun 2022.

• **Tipo 5 - Unidade de Terminação Wean to Finish (UWF):** sistema de produção de fluxo contínuo ou em lotes que contempla suínos (machos ou fêmeas) para consumo da fase de desmame até ao abate.

Tabela 5: Tipo 5.

TIPO 5 - UNIDADE DE TERMINAÇÃO WEAN TO FINISH (UWF)		
Nº de animais	Porte	Volume de dejetos m ³ /dia
Até 12	Micro	Menor que 0,6
13 A 430	Mínimo	2,5
431 A 1.770	Pequeno	10,3
1.771 A 6.950	Médio	40,5
6.951 A 27.500	Grande	160,5
Maior que 27.500	Excepcional	Maior que 160,5

Fonte: Resolução Sedest 015/2020. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=390446>. Acesso em 15 Jun 2022.

- **Tipo 6 - Unidade de Terminação:** sistema de produção de fluxo contínuo ou em lotes que contempla suínos (machos ou fêmeas) para consumo da fase de creche até ao abate.

Tabela 6: Tipo 6.

TIPO 6 - UNIDADE DE TERMINAÇÃO		
Nº de animais	Porte	Volume de dejetos m ³ /dia
Até 10	Micro	Menor que 0,6
10 a 600	Mínimo	2,5
601 a 1.800	Pequeno	10,3
1.801 a 5.400	Médio	40,5
5.401 a 21.600	Grande	160,5
Maior que 21.600	Excepcional	Maior que 160,5

Fonte: Resolução Sedest 015/2020. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=390446>. Acesso em 15 Jun 2022.

- **Tipo 7 - Central de transbordo/relocação (CRECHÁRIO) 21 a 70 dias de vida:** sistema de produção de fluxo contínuo ou em lotes que contempla suínos (machos ou fêmeas) para consumo ou reprodução, da fase de desmame até a fase de recria.

Tabela 7: Tipo 7.

TIPO 7 - CENTRAL DE TRANSBORDO/RELOCAÇÃO (CRECHÁRIO) 21 A 70 DIAS DE VIDA		
Nº de animais	Porte	Volume de dejetos m ³ /dia
Até 10	Micro	Menor que 0,6
11 a 1.800	Mínimo	2,5
1.801 a 7.400	Pequeno	10,3
7.401 a 29.000	Médio	40,5
29.001 a 114.600	Grande	160,5
Maior que 114.600	Excepcional	Maior que 160,5

Fonte: Resolução Sedest 015/2020. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=390446>. Acesso em 15 Jun 2022.

- **Tipo 8 - Central de transbordo/relocação (TERMINAÇÃO) 119 a 196 dias de vida:**

Tabela 8: Tipo 8.

TIPO 8 - CENTRAL DE TRANSBORDO/RELOCAÇÃO (TERMINAÇÃO) 119 A 196 DIAS DE VIDA		
Nº de animais	Porte	Volume de dejetos m ³ /dia
Até 10	Micro	Menor que 0,6
11 a 360	Mínimo	2,5
361 a 1.480	Pequeno	10,3
1.481 a 5.800	Médio	40,5
5.801 a 22.930	Grande	160,5
Maior que 22.930	Excepcional	Maior que 160,5

Fonte: Resolução Sedest 015/2020. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=390446>. Acesso em 15 Jun 2022.

• **Tipo 9 - Unidade Produtora de Sêmen (UPS):** sistema de produção de fluxo contínuo que contempla suínos machos reprodutores para a produção comercial de sêmen.

Tabela 9: Tipo 9.

TIPO 9 - UNIDADE PRODUTORA DE SÊMEN (UPS)		
Nº de animais	Porte	Volume de dejetos m ³ /dia
Até 150	Mínimo	2,4
151 A 600	Pequeno	9,5
601 a 2.400	Médio	38
2.401 a 9.500	Grande	152
Maior que 9.500	Excepcional	Maior que 152

Fonte: Resolução Sedest 015/2020. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=390446>. Acesso em 15 Jun 2022.

Destaca-se que essa classificação quanto ao porte, apresenta algumas variações que podem ser conferidas especificamente no site do órgão ambiental onde será requerida a licença ambiental.

Quanto à modalidade adequada de licenciamento necessária de acordo com o porte do empreendimento, também no estado do Paraná, a Resolução Sedest 015/2020, em seu artigo 5º, determina o que verifica-se abaixo.

Tabela 10: Porte do Empreendimento.

Concessão do licenciamento ambiental dos empreendimentos de suinocultura			
Porte	Modalidade de Licença Ambiental		
	DLAE	LAS	LP/ LI/ LO
Micro	Sim	Não	Não
Mínimo	Sim	Não	Não
Pequeno	Não	Sim	Não
Médio	Não	Não	Sim
Grande	Não	Não	Sim
Excepcional	Não	Não	Sim

Fonte: Resolução Sedest 015/2020. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=390446>. Acesso em 15 Jun 2022.

AÇÕES PRÉVIAS À IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

LOCALIZAÇÃO

A implantação de empreendimentos de suinocultura quanto à localização, deverá atender, no mínimo, aos seguintes critérios:

a) As áreas devem ser de uso rural e estar em conformidade com as diretrizes de zoneamento do município.

b) A área do empreendimento, incluindo armazenagem, tratamento e disposição final de esterco, deve situar-se a uma distância mínima de corpos hídricos, de modo a não atingir áreas de preservação permanente, conforme estabelecido no Código Florestal.

c) A(s) área(s) de criação, bem como de armazenagem, tratamento e disposição final de dejetos, deve(m) estar localizada(s) a uma distância mínima de terrenos vizinhos, de estradas municipais, estaduais e federais, de acordo com a legislação estadual onde o empreendimento será instalado.

e) Na localização das construções para criação dos animais, armazenagem, tratamento e disposição final de dejetos – devem ser consideradas as condições ambientais da área e do seu entorno, bem como, a direção predominante dos ventos na região, de forma a impedir a propagação de odores para cidades, núcleos populacionais e habitações mais próximas;

f) As propriedades de suinocultura deverão obrigatoriamente implantar medidas para controle do consumo de água e aumento do volume de geração de dejetos, tais como: instalação de hidrômetros, redução do consumo de água de limpeza, reúso de água e evitar a entrada de água da chuva nas instalações.

EFLUENTES LÍQUIDOS:

Os efluentes líquidos gerados poderão ser lançados, direta ou indiretamente no corpo receptor, desde que atenda às seguintes condições estabelecidas pela Resolução CONAMA 357/05. Há também legislações específicas de cada estado, como o Código Estadual do Meio Ambiente (Lei n.º 14.675/2009) que regula as características dos efluentes lançados em corpos hídricos no estado de Santa Catarina.

USO DOS DEJETOS:

Juntamente com o aumento da produção suinícola veio o incremento de dejetos, que ganha cada vez mais importância no contexto ambiental, uma vez que a poluição provocada pelo manejo inadequado pode acarretar graves problemas ao meio ambiente. Por isso, sugere-se observar os seguintes itens:

Os sistemas destinados ao armazenamento de dejetos líquidos gerados pela atividade devem ser obrigatoriamente revestidos;

2. Os dejetos gerados pela atividade de suinocultura devem obrigatoriamente sofrer armazenamento e/ou tratamento primário e após devem ser encaminhados para tratamento secundário e/ou aplicação no solo para fins agrícolas;

3. Para aplicação dos dejetos no solo, para fins agrícolas, devem ser atendidos, os critérios estabelecidos CRITÉRIOS PARA UTILIZAÇÃO AGRÍCOLA DE DEJETOS DE SUÍNO.

TIPOS DE LICENCIAMENTOS

De acordo com o porte, tipo e fase do empreendimento, será solicitada, junto ao órgão licenciador no respectivo estado, a licença mais adequada. A seguir, segue a descrição de alguns tipos de licenciamentos.

AUTORIZAÇÃO AMBIENTAL (AA)

Atendendo a Portaria IAP/GP nº 106, de 30 de maio de 2018 e demais disposições estabelecidas pelos órgãos competentes, os animais mortos deverão ser dispostos adequadamente, utilizando tecnologias de disposição específicas.

DISPENSA DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL ESTADUAL (DLAE)

Concedida para empreendimentos que possuem potencial degradador/poluidor muito reduzido especificamente no estado do Paraná. Contudo, quando houver qualquer alteração em um dos critérios estabelecidos que acarretam no aumento do potencial poluidor ou degradador do empreendimento, o empreendedor deverá solicitar a Licença Ambiental específica.

A DLAE não exime o dispensado das exigências legais ambientais com a correta destinação de efluentes e resíduos e poderá ser requerida de acordo com alguns critérios, tais como:

- Quando houver comprovação de Dispensa de Licenciamento Ambiental Estadual, via on-line no site do Instituto Ambiental do Paraná, mediante a prestação das informações necessárias.
- Desde que mantidas as características da DLAE já emitida, via on-line, mediante a prestação das informações necessárias.

LICENÇA AMBIENTAL SIMPLIFICADA (LAS)

Aprova a localização e a concepção do empreendimento, atividade ou obra de pequeno porte e/ou que possua baixo potencial poluidor/degradador, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos, bem como autoriza sua instalação e operação de acordo com as especificações constantes dos requerimentos, planos, programas e/ou projetos elaborados por profissionais técnicos habilitados (ART). Deve ser protocolado de forma online no SGA (Sistema de Gestão Ambiental) do IAT.

LICENÇA AMBIENTAL PRÉVIA (LP)

Necessária para dar início a uma atividade, por isso é concedida no planejamento do empreendimento, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo requisitos básicos e condicionantes a serem futuramente atendidos.

LICENÇA AMBIENTAL DE INSTALAÇÃO (LI)

Realizada após a aprovação do projeto inicial, autoriza a construção ou atividade do empreendimento de acordo com as especificações constantes dos planos, projetos e programas aprovados, incluindo medidas de controle ambientais. Além disso, vale ressaltar que o órgão ambiental deve avaliar qualquer modificação no projeto.

LICENÇA AMBIENTAL DE OPERAÇÃO (LO)

Licença concedida após a verificação do cumprimento dos requisitos das licenças anteriores pelo órgão responsável. É necessária para o funcionamento do empreendimento.

AUTORIZAÇÃO DE CORTE (AUC)

Instrumento obrigatório em caso de empreendimentos em que a supressão de vegetação é necessária.

AUTORIZAÇÃO AMBIENTAL (AUA) OU LICENÇA AMBIENTAL POR COMPROMISSO (LAC)

Modalidade de licenciamento ambiental simplificado que, no estado de Santa Catarina, é constituído por um único ato, que aprova a localização e concepção do empreendimento ou atividade, bem como sua implantação e operação, de acordo com os controles ambientais aplicáveis a serem definidos pelo órgão ambiental licenciador.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA

O órgão estadual responsável pelo licenciamento de empreendimentos do tipo suinocultura especifica a documentação necessária para cada tipo de licenciamento, de acordo com legislações vigentes. No entanto, poderá solicitar complementação de documentos, após análise do conjunto do processo apresentado, conforme estabelecido em normativas específicas.

Outro destaque é a autonomia que os municípios têm, devido às suas peculiaridades locais, em exigir licenciamento ambiental municipal, através de Resolução do Conselho Municipal de Meio Ambiente ou norma específica, para os empreendimentos e atividades

constantes como não incidentes de licenciamento nas respectivas Resoluções Estaduais (RIO GRANDE DO SUL, 2018).

VALIDADE DAS LICENÇAS

O prazo de validade de cada licença é estabelecido pelo órgão competente, que estabelece prazo mínimo e máximo para cada modalidade de licença ambiental.

RENOVAÇÃO DAS LICENÇAS

A renovação das Licenças ambientais deverá ser requerida com antecedência mínima de 120 (cento e vinte) dias da expiração de seu prazo de validade fixado na respectiva licença ou autorização, ficando este prazo de validade automaticamente prorrogado até a manifestação definitiva do órgão ambiental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo apresenta, de forma pontual, os procedimentos necessários para a obtenção do licenciamento ambiental de unidades de produção familiar que desenvolva atividades de suinocultura. Destaca-se que essa atividade é bastante freqüente, na forma integrada, nos estados do sul do Brasil, espaço em que a atividade tem um peso importante na composição da renda agrícola, decorrendo daí a sistematização e identificação da legislação estadual que trata da matéria.

O propósito desse material de apoio é auxiliar na temática da gestão administrativa e ambiental das unidades de produção familiar, contribuindo para a racionalização produtiva das mesmas através da adequação às normativas visto que a suinocultura integrada demanda uma constante atenção em razão do potencial poluídos da atividade.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **DOU**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm. Acesso em 17 Jun 2022.

_____. Lei n.º 9.960, de 28 de janeiro de 2000. Institui a Taxa de Serviços Administrativos - TSA, em favor da Superintendência da Zona Franca de Manaus - Suframa, estabelece preços a serem cobrados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama, cria a Taxa de Fiscalização Ambiental - TFA, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19960.htm. Acesso em 17 Jun 2022.

_____. Resolução CONAMA n.º 20, de 18 de junho de 1996. Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. **DOU**. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/1986/res_conama_20_1986_revgd_classificacaoaguas_altrd_res_conama_274_2000_revgd_357_2005.pdf. Acesso em 19 Jul 2022.

_____. Resolução CONAMA n.º 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n.º 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. **DOU**. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/1986/res_conama_20_1986_revgd_classificacaoaguas_altrd_res_conama_274_2000_revgd_357_2005.pdf. Acesso em 19 Jul 2022.

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (CEMA). Resolução n.º 065, de 01 de julho de 2008. Dispõe sobre o licenciamento ambiental, estabelece critérios e procedimentos a serem adotados para as atividades poluidoras, degradadoras e/ou modificadoras do meio ambiente e adota outras providências. **DOE**. Disponível em: https://www.guarapuava.pr.gov.br/wp-content/uploads/2020/03/RESOLUCAO_CEMA_65_2008_PROCEDIMENTOS_GERAIS_LICENCIAMENTOS_PR.pdf. Acesso em 17 Jun 2022.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO PARANÁ (FAEP). Descomplica Rural. Sistema FAEP. Governo do Estado do Paraná. Instituto Água e Terra, 2021. Disponível em: https://www.sistemafaep.org.br/wp-content/uploads/2021/03/Cartilha_Descomplica-Rural-2021_web_a-1.pdf. Acesso em : 16 Jun 2022.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (FIRJAN). Manual de licenciamento ambiental: guia de procedimento passo a passo. Rio de Janeiro: GMA, 2004. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5163900/mod_resource/content/1/cart_sebrae.pdf. Acesso em 15 Jun 2022.

PARANÁ. Portaria IAP n.º 106, de 30 de maio de 2018. Dispensa o Licenciamento Ambiental Estadual para o enterrio ou destruição de animais mortos nas condições que especifica. **DOE**. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=360848#:~:text=Dispensa%20o%20Licenciamento%20Ambiental%20Estadual,mortos%20nas%20condi%C3%A7%C3%B5es%20que%20especifica..> Acesso em 17 Jun 2022.

_____. Decreto Estadual n.º 5.503, de 21 de março de 2002. Altera o inciso I do art. 176 do decreto n.º 3.641/77, o qual passa a ter nova redação. **DOE**. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/pr/decreto-n-5503-2002-parana-altera-o-inciso-i-do-art-176-do-decreto-no-3-641-77-o-qual-passa-a-ter-nova-redacao>. Acesso em 17 Jun 2022.

_____. Resolução SEDEST n.º 15, de 05 de Março de 2020. **DOE/PR**. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=390446>. Acesso em 15 Jun 2022.

RIO GRANDE DO SUL. Resolução CONSEMA n.º 372, de 22 de fevereiro de 2018. Dispõe sobre os empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, passíveis de licenciamento ambiental no Estado do Rio Grande do Sul, destacando os de impacto de âmbito local para o exercício da competência municipal no licenciamento

ambiental. **DOE/RS.** Disponível em:
<https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/202112/23105618-consema-372-2018-atividades-licenciavies-municipios.pdf>. Acesso em 19 Jul 2022.

SANTA CATARINA. Lei n.º 14.675, de 13 de abril de 2009. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências. **DOE/SC.** Disponível em:
http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2009/14675_2009_Lei.html. Acesso em 19 Jul 2022.

_____. Resolução CONSEMA n.º 98, de 5 de maio de 2017. Aprova, nos termos do inciso XIII, do art. 12, da Lei n.º 14.675, de 13 de abril de 2009, a listagem das atividades sujeitas ao licenciamento ambiental, define os estudos ambientais necessários e estabelece outras providências. **DOE/SC.** Disponível em:
<https://www.sde.sc.gov.br/index.php/biblioteca/consema/legislacao/resolucoes/2017/2212-resolucao-consema-n-98-2017/file>. Acesso em 19 Jul 2022.

CAPÍTULO 7

QUALIDADE SANITÁRIA DE GRÃOS DE SOJA ARMAZENADOS EM SILOS METÁLICOS EM NOVA ANDRADINA - MS

Gabriel Ferreira Paiva
Maycom Dias de Lima
Bruno Hideki Sugimoto
Paula Karina Lima de Jesus
Richard Gonçalves dos Santos
José Francisco Teixeira Gonçalves
Marcio Lustosa Santos

RESUMO

O Brasil atua como grande produtor mundial de grãos, sendo observado um aumento crescente no número de relatos de fungos associados a grãos, afetando a qualidade e podendo causar sérios problemas de intoxicações em animais e humanos quando consumidos. A produção da soja na agricultura brasileira se deve principalmente pelo retorno econômico e sua versatilidade, que pode ser utilizado pela indústria, como fonte de proteína para a criação animal, produção de óleo vegetal e outros produtos. O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento de patógenos presentes em grãos de soja armazenados em silos metálicos de duas cooperativas com e sem desinfestação superficial, sendo a avaliação realizada pelo método do *Blotter test*. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), cada repetição consistiu em uma placa de Petri contendo 10 sementes, totalizando 40 repetições. A incidência dos fungos foi avaliada aos 7 dias. Os fungos que apresentaram em média maior incidência nas sementes infestadas e desinfestadas foram *Fusarium* (28,69%), *Aspergillus* (9,56%) seguido de *Rhizopus* (7,18%).

PALAVRAS-CHAVE: Patologia de sementes; Fungos de grãos; *Glycine max*.

INTRODUÇÃO

O Brasil sendo uma potência agrícola, tem por necessidade priorizar a produtividade e armazenagem de grãos, buscando sempre aperfeiçoar as técnicas empregadas. Dessa maneira deve-se pensar em elevar a qualidade de seus produtos, garantindo uma constante capacidade de movimentação de suas commodities de regiões produtoras para regiões consumidoras (Teixeira, 2001).

O Brasil produziu no ano de 2019/20 a quantidade de 121.797.712 toneladas de soja, ocupando assim a primeira posição mundial (IBGE, 2019). Ao passar dos anos a produção de soja têm obtido aumentos significativos, sendo que este crescimento sempre esteve relacionado com os avanços científicos e disponibilização de tecnologias dentro do setor produtivo (Freitas, 2011).



Dentre as tecnologias empregadas na cadeia produtiva da soja, o armazenamento constitui uma etapa essencial que visa manter a qualidade do produto final, portanto, as boas práticas agrícolas são preceitos básicos para se iniciar um armazenamento de grãos com qualidade. Dentro deste contexto ainda existem problemas que o país enfrenta na colheita, no armazenamento e no manuseio dos grãos que constitui em um objetivo de estudo permanente (Lorini, 2019). Segundo recomendação da Organização das Nações Unidas a capacidade estática de armazenagem de um país deve ser igual a 1,2 vezes a sua produção agrícola anual (FAO, 2015).

Dentre os gêneros encontrados, *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* são os que apresentam maior incidência em grãos de soja armazenados, pois são capazes de completar o seu ciclo em matéria orgânica. As micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por espécies de fungos, que podem causar danos aos animais e ao homem devido ao seu potencial tóxico. São exemplos de micotoxinas as aflatoxinas e fumonisinas, produzidas por fungos do gênero *Aspergillus* e *Fusarium*, respectivamente (Santos et al., 2017; Oliveira et al., 2010; Schmale e Munkvold, 2009; Henning, 2005).

Devido às condições citadas, pode-se observar a importância do levantamento, visto que a presença desses patógenos nos grãos armazenados são indicativos de que os grãos podem estar contaminados com micotoxinas, podendo causar intoxicação em humanos e animais e perdas econômicas, tanto quantitativa e/ou qualitativa (Berthiller et al., 2007; Hermanns et al., 2006).

Diante disso, este trabalho teve por objetivo estudar a incidência de fungos em grãos de soja armazenados em silos metálicos no município de Nova Andradina.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido no Laboratório multidisciplinar do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, Campus Nova Andradina. O clima da região é classificado, segundo Köppen, como tropical, possuindo altitude média de 380 m.

Amostras de grãos de soja (*Glycine max* L.) foram coletadas na expedição de silos metálicos de duas empresas armazenadoras, ambas localizadas no município de Nova Andradina - MS. Posteriormente, estas foram homogeneizadas obtendo-se duas subamostras, totalizando 800 sementes por silo.

A cooperativa 1 apresenta silos metálicos com dimensões de 31 x 25 metros, com capacidade de armazenamento de 7 mil toneladas. Para conservação dos grãos é utilizado o

sistema de termometria, com umidade dos grãos no interior do silo de 14 – 12% e temperatura abaixo de 35 °C. Na cooperativa 2, os silos apresentam dimensões de 14,6 x 14,68 metros, com capacidade de armazenamento de 2.100 mil toneladas. Para conservação dos grãos é utilizado o sistema de termometria, com umidade dos grãos no interior do silo de 10 - 14% e temperatura de 38 °C.

Para estimar a incidência dos fungos, foi utilizado o método do *blotter test* (Brasil, 2009). Os grãos de uma das subamostras passaram pelo processo de desinfestação, sendo colocados em álcool 70° por 30 segundos, em hipoclorito de sódio a 1% por 3 minutos e lavados 2x em Água Destilada Estéril (ADE) por 1 minuto cada. Na outra subamostra o teste foi feito com os grãos sem desinfestação. Após esse processo os grãos foram colocados em placas de Petri contendo três folhas de papel umedecidas (10 grãos/placa). Após a montagem, as placas com os grãos foram incubadas em temperatura ambiente sob alternância luminosa (12 horas de luz/12 horas de escuro), durante 7 dias.

Após o período de incubação, os fungos foram identificados através de preparações microscópicas e observação ao microscópio ótico onde foram observadas as estruturas reprodutivas dos fungos. Para a identificação, estas estruturas foram comparadas utilizando dados de literaturas específicas (Henning, 2015; Barnett e Hunter, 1998). Após a identificação dos fungos foram calculadas as porcentagens de infestação de cada gênero de acordo com a seguinte equação:

$$\frac{n^{\circ} \text{ de sementes infectadas}}{\text{Total de sementes}} \times 100$$

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quarenta repetições de dez grãos de cada amostra. A incidência fúngica foi comparada pelo teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do levantamento foi possível identificar a presença dos seguintes gêneros de fungos seguidos das respectivas incidências médias: *Aspergillus* (9,56%), *Fusarium* (28,69%), *Cladosporium* (1,5%), *Penicillium* (1,06%), *Rhizopus* (7,18%) e *Trichoderma* (0,81%). Sendo constatada nas avaliações a maior incidência de *Fusarium* e *Aspergillus*, os quais são importantes pois produzem as micotoxinas fumonisinas e aflatoxinas respectivamente. Observa-se também que na cooperativa 1 a incidência de fungos nos grãos avaliados foi menor que na cooperativa 2 como demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1: Incidência de fungos associados aos grãos de soja armazenados em silos metálicos das cooperativas 1 e 2.

Gêneros de fungos	Cooperativa 1		Cooperativa 2	
	Grãos SD	Grãos D	Grãos SD	Grãos D
<i>Aspergillus</i>	0,75% Aa	18,5% Ab	15,25% Aa	3,75% Aa
<i>Cladosporium</i>	0,5% Aa	0% Aa	2,5% Aa	3,5% Aa
<i>Fusarium</i>	11,25% Ab	20,5% Ab	49% Bb	34% Bc
<i>Penicillium</i>	0,75% Aa	0,75% Aa	2% Aa	0,75% Aa
<i>Rhizopus</i>	0,25% Aa	0,75% Aa	16,25% Ba	11,5% Bb
<i>Trichoderma</i>	0% Aa	0% Aa	0% Aa	3,25% Ba

Letras minúsculas na vertical e maiúsculas horizontal não diferem significativamente no teste Tukey a 5%. SD = Sem Desinfestação; D = Desinfestados. **Fonte:** Autoria própria, 2022.

Podemos observar com base nos resultados obtidos que a cooperativa 2 mostrou uma maior incidência de fungos dos gêneros *Fusarium* e *Rhizopus* em relação à cooperativa 1. Também podemos observar que em ambas as cooperativas os grãos apresentaram alta incidência de *Fusarium* spp. podendo ser atribuída de acordo com Henning (2005) ao fato que os fungos desse gênero se encontram associados aos grãos de soja, devido a atrasos na colheita ou também por sofrerem deterioração no campo por umidade, fato este também observado por Galli et al. (2007).

Guterres et al. (2017), constatou em suas análises durante as safras de 2015/2016 e 2016/2017 no Rio Grande do Sul a presença de fungos dos gêneros *Aspergillus* (10,3%), *Fusarium* (8%), *Penicillium* (8%) e outros. Sendo essas porcentagens relacionadas com a porcentagem de precipitação que ocorreu principalmente no período de colheita nas respectivas safras.

Os gêneros *Penicillium* e *Aspergillus* são comumente encontrados como contaminantes de produtos pós colheita, colonizando os grãos durante a secagem e o armazenamento, causando danos às sementes e grãos de várias espécies vegetais durante o armazenamento (Sweenwey e Dobson, 1998; Pádua e Vieira, 2001). Vários trabalhos demonstram que a incidência de *Aspergillus* sp. tem sido maior que a de *Cladosporium* sp. nos grãos provenientes de armazenamento (Araújo et al., 2004; Gomes et al., 2006; Silva et al., 2007). Sendo este comportamento observado nas duas cooperativas e nas sementes desinfestadas e sem desinfestação. O fato da alta incidência de *Aspergillus* se dá pelo fato de este fungo ser colonizador primário e o fungo do gênero *Cladosporium* atua como colonizador secundário (Ramos et al., 2010).

CONCLUSÕES

As análises apresentaram alta incidência de fungos que são comumente associados a danos pós-colheita, com destaque para os gêneros *Fusarium*, *Aspergillus* e *Rhizopus*. Esta diferença de incidência entre os gêneros de fungos, observada entre as cooperativas pode estar relacionada com o grau de tecnologia empregado durante o armazenamento e até mesmo os processos os quais as sementes são submetidas.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. E. S.; CASTRO, A. P. G.; ROSETTO, C. A. V. Avaliação de metodologia para detecção de fungos em sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 2, p.45-54, 2004.

BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Illustrated Genera of Imperfect Fungi** St. Paul: The American Phytopathological Society, 1998.

BERTHILLER, F.; SULYOK, M.; KRŠKA, R.; SCHUHMACHER, R. Chromatographic methods for the simultaneous determination of mycotoxins and their conjugates in cereals. **International Journal of Food Microbiology**, v. 119, n. 1 – 2, p.33-37, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**, 2009.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. **Cereal Supply and Demand Brief**, 2015. Disponível em: <https://fao.org/world/foodsituation>. Acesso em: 14/12/2021.

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: O crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v.7, n. 12, p.1-12, 2011.

GALLI, J. A.; PANIZI, R. C.; VIEIRA, R. D. Sobrevivência de patógenos associados a sementes de soja armazenadas durante seis meses. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 205-213, 2007.

GOMES, D. P.; BRINGEL, J. M. M.; MORAES, M. F. H.; GOMES, J. J. A.; LEITE, R. M. V. B. C. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de girassol produzidas na região de Timon, Maranhão. **Summa Phytopathologica**, v. 32, n. 3, p. 291-292, 2006.

GUTERRES, C. W.; SEIDEL, G.; GUBIANI, D.; MOREIRA, J.; BASTOS, P. F. B; 2017. Levantamento de fungos associados às sementes de soja e trigo nas safras agrícolas 2015, 2016 e 2017 no Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://maissoja.com.br/levantamento-de-fungos-associados-as-sementes-de-soja-e-trigo-nas-safras-agricolas-2015-2016-e-2017-no-rio-grande-do-sul/>. Acesso em: 14/09/2021.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de Sementes: Noções gerais**. Londrina: Embrapa Soja, 2005.

HENNING, A. A. **Guia prático para identificação de fungos mais frequentes em sementes de soja**. Brasília: Embrapa, 2015.

HERMANN, G.; PINTO, F. T.; KITAZAWA, S. E. Fungos e fumonisinas no período pré-colheita do milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 7-10, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. SIDRA: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 10/03/2021.

LORINI, L. **Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil safra 2017/18**. Embrapa soja, 2010.

OLIVEIRA, M. A.; LORINI, I.; MALLMANN, C. A. As micotoxinas e a segurança alimentar na soja armazenada. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 13, n. 1, p. 87-91, 2010.

PÁDUA, G. P.; VIEIRA, R. D. Deterioração de sementes de algodão durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 2, p. 255-262, 2001.

RAMOS, A. T. M.; MORAES, M. H. D. M.; CARVALHO, R. V.; CAMARGO, L. E. A. Levantamento da microflora presente em grãos ardidos e sementes de milho. **Summa Phytopathologica**, v. 36, n. 3, p. 257-259, 2010.

SANTOS, J. P.; SANTIAGO, E. S.; MENDONÇA, L. B. P.; COTA, L. V.; GUIMARAES, L. J. M.; SILVA, D. D. da. Incidência de *Fusarium* spp. e *Stenocarpella* spp. em grãos assintomáticos de milho. Resumo: In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC/BIC JÚNIOR, 12., 2017. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2017.

SILVA, P. V.; BARROSO, R. V.; MACHADO, A. K. S.; PASIN, L. A. A. P. Fungos associados às sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) e capuchinha (*Tropaeolum majus* L.) em diferentes condições de armazenamento. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 74, n. 1, p. 39-42, 2007.

SCHMALE, D. G.; MUNKVOLD, G. P. Mycotoxins in Crops: A Threat to Human and Domestic Animal Health. American Phytopathological Society, 2009.

SWEENEY, M. J.; DOBSON, A. D. W. Mycotoxin production by *Aspergillus*, *Fusarium* and *Penicillium* species. **International Journal of Food Microbiology**, v.43, n. 3, p. 141-158, 1998.

TEIXEIRA, G. V. 2001. Avaliação das perdas qualitativas no armazenamento da soja. 97p. (Tese de Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2001.

CAPÍTULO 8

AGROTÓXICOS: UMA REVISÃO SOBRE SUAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE INTERESSE AMBIENTAL

Adilson Correia Goulart
Anizio Marcio de Faria
Simone Machado Goulart

RESUMO

Substâncias químicas são aplicadas na agricultura para o controle de pragas desde a antiguidade. O manejo de substâncias químicas, como, por exemplo, os agrotóxicos da forma como se vê hoje, teve o seu início por volta do século XIX com a revolução da agricultura. Após a revolução, várias moléculas foram desenvolvidas pensando na prevenção e tratamento de várias doenças e espécies consideradas nocivas para a produção agrícola. O Brasil é um dos maiores consumidores de agrotóxico em todo o planeta, este posto ocasiona uma série de problemas ambientais e de saúde pública. Em razão de suas diferentes características e configurações químicas, cada princípio ativo irá interagir de forma diferente com o ambiente. Deste modo, estudos voltados ao conhecimento das propriedades físico-químicas e sua relação com o ambiente são de suma importância. Assim sendo, esta revisão busca apresentar um estudo detalhado acerca das principais propriedades físico-químicas dos agrotóxicos, que são: solubilidade; constante da Lei de Henry (K_H); pressão de vapor (P); volatilidade; coeficiente de partição octanol-água (K_{ow}); coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo (K_{oc}); constante de dissociação ácida (pKa); tempo de meia vida no solo e tempo de meia vida na água.

PALAVRAS-CHAVE: Características dos pesticidas; Agrotóxicos e ambiente; Constantes pKa, K_H , K_{ow} , K_{oc} dos pesticidas.

INTRODUÇÃO

A utilização de substâncias químicas no controle e prevenção de vetores, considerados nocivos às plantações, ocorrem desde os primórdios da agricultura. A título de exemplo, são os registros dos povos sumérios, que há cerca de 2500 anos a.C já empregavam o pó de enxofre em suas plantações no controle de insetos (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012; SILVA; FAY, 2004). Anos mais tarde, mais precisamente no século XIV, os chineses iniciam um aprimoramento no manejo de substâncias químicas, como, por exemplo, extrato de ervas, óleos, cinzas e misturas contendo mercúrio e arsênio. Nesta época, a tecnologia e os estudos científicos eram escassos e grande parte destas substâncias foram empregadas pelo método da tentativa e erro. Os primeiros estudos, em prol do desenvolvimento de substâncias químicas, para o controle de pragas na agricultura, ocorreram em meados do século XIX (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012; SILVA; FAY, 2004).



A modernização da agricultura foi decorrência de várias etapas indiretas e diretas. Dois grandes marcos indiretos foram a primeira e segunda guerra mundial, onde vários compostos químicos foram sintetizados para serem utilizados como armas bélicas e no controle de insetos para proteção dos soldados atuantes nos campos de batalha (SPARKS, 2013). De forma direta a modernização da agricultura foi influenciada fortemente pelo movimento intitulado de “*Green Revolution*”. A revolução verde foi um modelo tecnológico visando a modernização da agricultura. O movimento foi pautado no discurso de suprir as necessidades de abastecimento alimentar da população global. Desta forma, visando maior produtividade em um menor espaço de tempo, o incentivo a inserção de várias substâncias químicas, sementes modificadas geneticamente e utilização de maquinários pesados foram incisivos (MOSELEY; COLLEGE; PAUL, 2015).

As consequências da demasiada utilização de agrotóxicos no Brasil podem ser evidenciadas por vários estudos que apontam para os efeitos perniciosos destas substâncias no meio ambiente e na saúde humana (DE SOUSA et al., 2020; TAVARES et al., 2020). Várias análises realizadas em alimentos de origem vegetal (BRASIL, 2019) e até mesmo em alimentos ultraprocessados (IDEC, 2021) apresentaram resíduos de diferentes tipos de agrotóxicos. No ambiente, várias pesquisas evidenciam a contaminação em águas de superfície, águas subterrâneas, águas provenientes da chuva (NOVAIS; QUEIROZ; SEABRA JÚNIOR, 2021) e contaminação generalizada do solo, proporcionalmente à quantidade de agrotóxicos aplicados, ao longo dos anos (FERNANDES et al., 2020). Desta forma, é de suma importância um conhecimento mais amplo a respeito dos agrotóxicos, ao passo que são substâncias necessárias para o suprimento das necessidades alimentícias do ser humano e simultaneamente ocasionam tanto dissabor ao meio ambiente e a saúde de todos os seres vivos (DE MOURA; ROZENDO; DE OLIVEIRA, 2020).

Em decorrência dos vários e diferentes átomos que constituem a molécula do agrotóxico e devido às diferentes formas estruturais das moléculas dos princípios ativos contendo vários grupos químicos distintos, os agrotóxicos possuem muitas particularidades, por consequência, cada composto irá se comportar de forma diferente no meio no qual é aplicado (HALL et al., 2004). Desse modo, neste trabalho de revisão serão abordadas de forma detalhada as propriedades físico-químicas das moléculas de agrotóxicos. A compreensão quanto às características físicas e químicas são importantes, pois de posse destas informações e conhecimento é possível interpretar e até mesmo prognosticar a movimentação das moléculas



de agrotóxicos em todos os compartimentos terrestres (SILVA; FAY, 2004; PERES; MOREIRA; DUBOIS, 2003).

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DOS AGROTÓXICOS

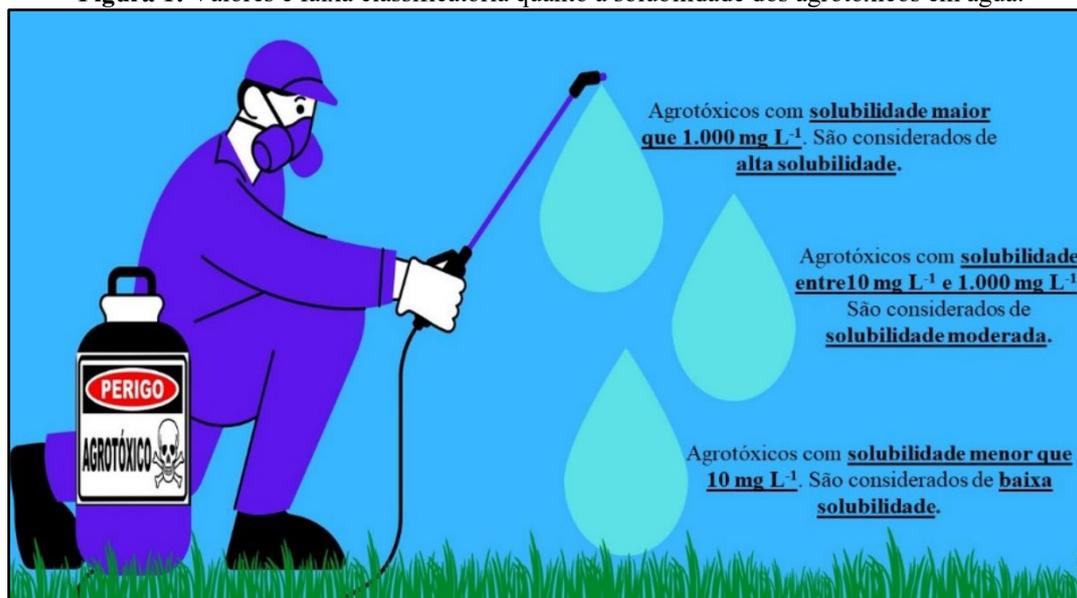
SOLUBILIDADE DOS AGROTÓXICOS EM ÁGUA (S_w)

A solubilidade é uma propriedade de fundamental importância em grande parte dos estudos que envolvem a química. Para o entendimento desta propriedade é preciso entender dois elementos essenciais que são o soluto e o solvente. De maneira simples e básica a solubilidade pode ser definida como a capacidade de uma substância, o soluto, ser dissolvida em uma outra substância, o solvente, formando uma solução homogênea (MYERS; MAHAN, 2011; MARTINS, LOPES; ANDRADE, 2013). A água, por ser um solvente com a capacidade de dissolver uma grande quantidade de substâncias químicas, é considerada o solvente universal (MYERS; MAHAN, 2011), sendo assim, o conhecimento quanto às especificidades da solubilidade dos compostos químicos na água, como, por exemplo os agrotóxicos, é de fundamental importância (OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2011; LINDAHAL; BOCKSTALLER, 2012).

Em relação aos agrotóxicos, a solubilidade em água pode interferir de várias formas. Agronomicamente, pode influenciar no preparo da calda¹, já em termos ambientais ela está intimamente ligada a movimentação dos princípios ativos por toda a biosfera terrestre, em especial, hidrosfera e litosfera (GEBLER; SPADOTTO, 2004; OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2011). Na Figura 1, são apresentados os valores e faixas de classificação quanto a solubilidade dos agrotóxicos, segundo o *National Pesticide Information Center - NPIC* (2022).

¹ Calda pode ser definida como solução química. Na maioria das vezes para o preparo da calda é utilizada a água como solvente, para dissolver os agrotóxicos. A calda é utilizada nas plantações ou em locais onde se pretende realizar algum tipo de controle de espécies consideradas nocivas ao meio.

Figura 1: Valores e faixa classificatória quanto a solubilidade dos agrotóxicos em água.



Fonte: Elaborada pelos os autores (2022).

Segundo o NPIC, agrotóxicos com alta solubilidade podem trazer maior risco de contaminação ambiental, isso porque compostos muito solúveis em água se dissolvem com facilidade ligando-se às moléculas de água. Desta forma, o princípio ativo é carregado conforme a água se movimenta por todo o ambiente (NPIC, 2022). Esta movimentação pode ocorrer tanto de forma vertical pelo arraste ao longo de toda superfície do solo e de forma horizontal, deslocando-se por entre os poros do solo pelo processo de lixiviação (SILVA; FAY, 2004; OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2011).

CONSTANTE DA LEI DE HENRY (K_H), PRESSÃO DE VAPOR (P) E VOLATILIDADE DOS AGROTÓXICOS

A volatilidade pode ser definida como a alteração no estado físico da matéria. Esta transformação ocorre quando as substâncias, formadas por átomos ou moléculas, passam do seu estado sólido ou líquido, para o estado de vapor ou estado gasoso. Alguns fatores que influenciam na volatilidade das substâncias são as forças intermoleculares, o peso molecular, a temperatura e a solubilidade em água (ATKINS; JONES; LAVERMAN, 2018).

A volatilidade é uma propriedade importantíssima tanto para estudos ambientais quanto para questões agrônômicas, pois é uma das formas que os agrotóxicos se movimentam por todo o ambiente e ainda pode representar perdas na aplicação dos produtos. Segundo BEDOS *et al.* (2002) a volatilidade é uma das principais propriedades responsáveis pela dispersão dos agrotóxicos no ambiente. Ainda segundo os autores, o desperdício, em alguns casos, chega próximo a 90% do total da aplicação. Desta forma, é de suma importância o conhecimento



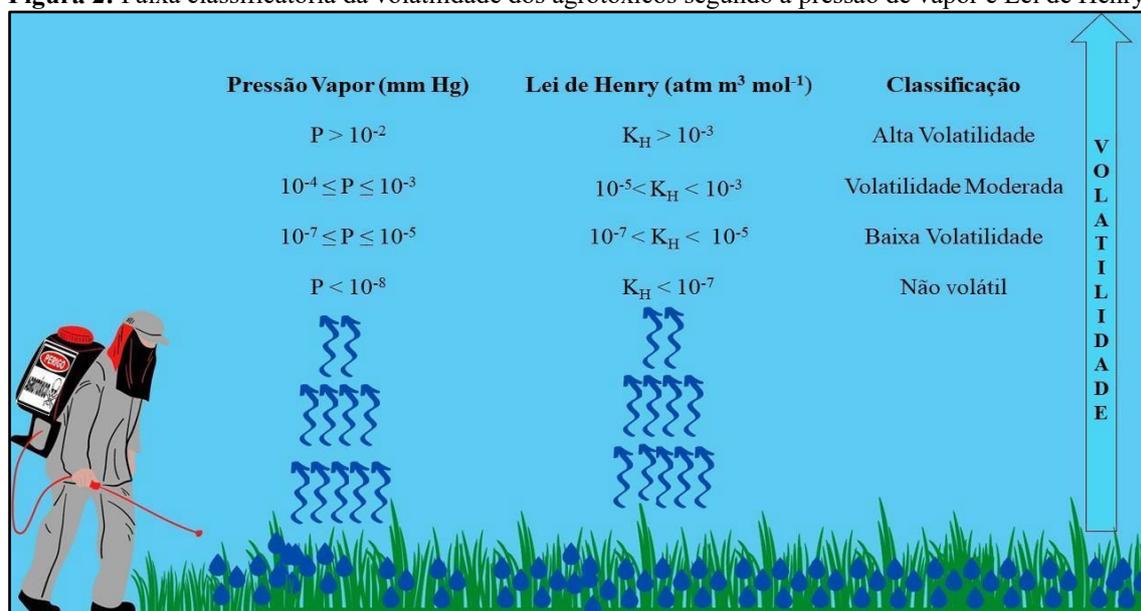
acerca da volatilidade dos agrotóxicos. Para tanto, se faz necessário a compreensão de duas outras propriedades físicas da matéria, que são a **pressão de vapor (P)** e a **constante da lei de Henry (K_H)**. Em soluções líquidas, de quaisquer substâncias, algumas moléculas que compõem este sistema possuem uma maior energia cinética. Estas moléculas com maior energia, conseguem se desprender da fase líquida formando uma nova fase no estado gasoso. Desta forma, o sistema passa a ser composto por duas fases, uma líquida e outra gasosa. Esta fase gasosa exerce uma força sobre a fase líquida e quando este sistema entra em equilíbrio termodinâmico, esta pressão é denominada **pressão de vapor** (ATKINS; JONES; LAVERMAN, 2018).

O conhecimento da pressão de vapor dos agrotóxicos possibilita determinar a capacidade de volatilização do composto puro. A volatilidade dos agrotóxicos é diretamente proporcional aos seus valores, ou seja, quanto maior a pressão de vapor, maior será a volatilidade da substância (OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2011; SCHREIBER et al., 2015). Entretanto, usar apenas a informação de pressão de vapor de um agrotóxico pode apresentar algumas limitações, isso porque, em alguns casos a pressão de vapor pode variar quando ocorrem algumas mudanças na configuração molecular das substâncias, como, por exemplo, em moléculas isômeras ou quando ocorre a substituição ou introdução de algum grupo funcional nestas moléculas, devido às interações ambientais (HALL et al., 2004; OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2011; ATKINS; JONES; LAVERMAN, 2018). Sendo assim, para uma análise e prognóstico mais completos se faz necessário considerar outros parâmetros físico-químicos dos agrotóxicos além da pressão de vapor, como por exemplo, a constante de Henry (K_H) (OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2011).

A **constante da lei de Henry (K_H)**, assim como a pressão de vapor, é um parâmetro ou propriedade física aplicada para medir o grau de volatilidade das substâncias químicas. Este coeficiente de partição ar/solução é mais completo, pois para obter os seus valores utilizam-se a massa molecular, a solubilidade e a pressão de vapor das substâncias (PESSOA et al., 2004; ATKINS; PAULA, 2010). Os valores da constante de Henry (K_H), em relação aos agrotóxicos, expressam o equilíbrio da concentração do princípio ativo no sistema ar/solução. Assim sendo, a constante de Henry estabelece a predisposição dos agrotóxicos migrarem da solução para atmosfera na forma gasosa ou vapor. Tanto a pressão de vapor quanto os valores da constante de Henry são diretamente proporcionais, ou seja, quanto maior o valor maior será a tendência dos agrotóxicos volatilizarem para atmosfera. Na Figura 2 são apresentadas as faixas

classificadoras de volatilidade dos agrotóxicos para a constante de Henry e pressão de vapor (LAVORENTI; PRATA; REGITANO, 2003).

Figura 2: Faixa classificatória da volatilidade dos agrotóxicos segundo a pressão de vapor e Lei de Henry.



Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Como visto na Figura 2, as moléculas dos agrotóxicos variam de não voláteis até altamente voláteis. Desta forma, a volatilidade se torna um grande problema ambiental, isso porque a transformação física, para o estado gasoso ou vapor, facilita a entrada do agrotóxico na atmosfera (SCHREIBER et al., 2015) que, por sua vez, tem o transporte facilitado pela deriva atmosférica. Este transporte pode ocorrer devido a interação das moléculas dos agrotóxicos com a água presente no ar pelo processo de precipitação, ou pelo deslocamento em decorrência da força do fluxo dos ventos (LAVORENTI; PRATA; REGITANO, 2003). Este transporte, em decorrência da deriva atmosférica, é um fato preocupante devido à incerteza e imprevisibilidade do destino final das moléculas dos agrotóxicos. Essa preocupação se deve a possibilidade dos agrotóxicos alcançarem locais e espécies não alvos, como, por exemplo, florestas nativas, plantações de culturas orgânicas, águas de abastecimento público ou recreativas e até mesmo organismos humanos por meio da respiração ou contato dérmico (HANSON *et al.*, 2016; NPIC, 2022).

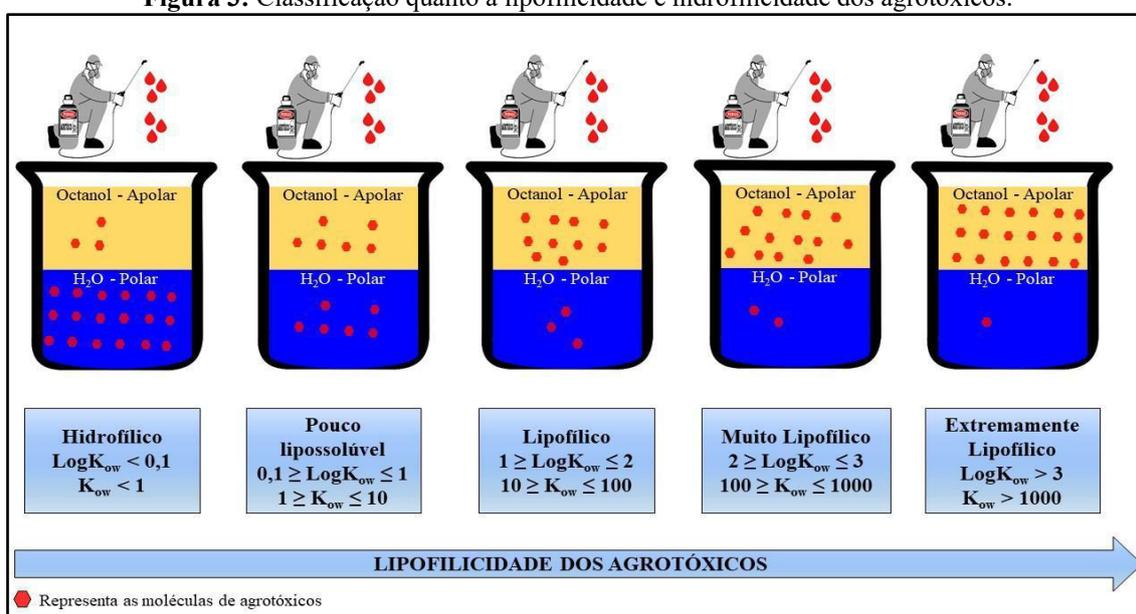
COEFICIENTE DE PARTIÇÃO OCTANOL-ÁGUA K_{ow}

O Coeficiente de partição octanol-água é um parâmetro utilizado para avaliar o grau de lipofilicidade (afinidade ou solubilidade em gorduras) ou hidrofiliicidade (afinidade ou solubilidade em água) de um composto químico. O método mais preciso e aplicado para se obter os valores de K_{ow} é o experimental (CUMMING; RÜCKER, 2017). Experimentalmente,

o coeficiente de partição octanol-água de um composto é o resultado de uma distribuição das moléculas desse composto em um sistema bifásico, constituído por dois líquidos imiscíveis, em que uma das fases é apolar, representada pelo octanol, e a segunda fase é polar, representada pela água (HARRIS; LOGAN, 2014; CUMMING; RÜCKER, 2017).

Aplicado aos agrotóxicos, o K_{ow} se torna uma ferramenta importantíssima tanto ambientalmente quanto em termos de saúde pública. Ao estimar o K_{ow} é possível observar se o princípio ativo é hidrofílico ou lipofílico (CUMMING; RÜCKER, 2017). A Figura 3 simula o sistema bifásico para obtenção do K_{ow} e ainda as faixas classificatórias quanto a lipofilicidade e hidrofilicidade dos agrotóxicos em função dos valores de $\log K_{ow}$ e K_{ow} (VIDAL, 2002; CHRISTOFFOLETI *et al.*, 2009).

Figura 3: Classificação quanto a lipofilicidade e hidrofilicidade dos agrotóxicos.

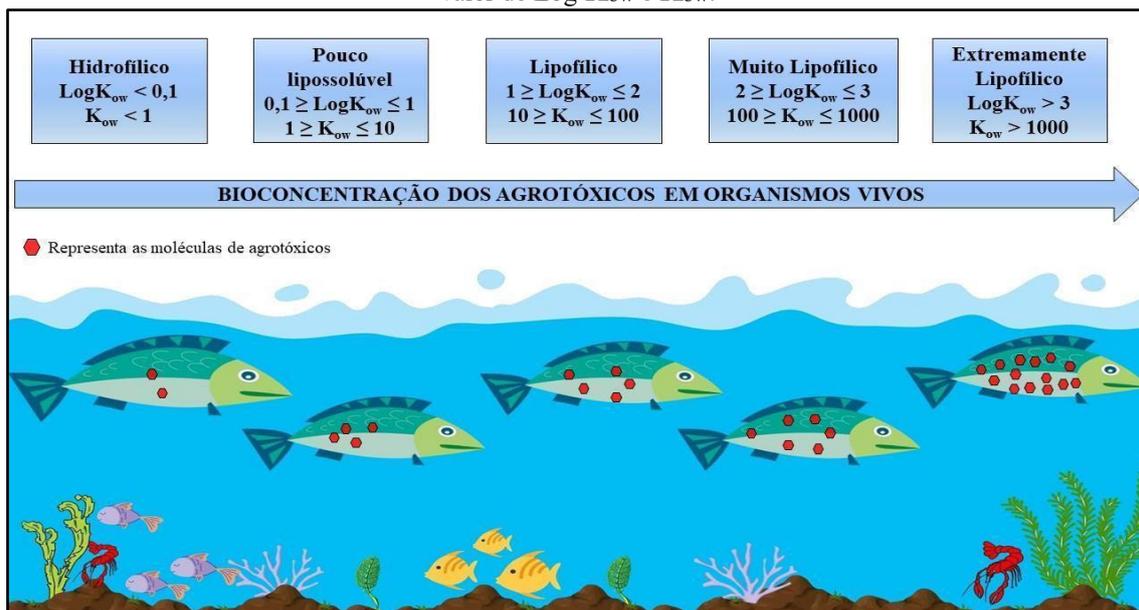


Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Como visto na Figura 3, os agrotóxicos podem ser classificados como hidrofílico, que possui alta afinidade pela água, até extremamente lipofílicos, totalmente insolúveis em água. Esta informação é de suma importância, pois indica se o agrotóxico terá mais afinidade com água ou com gorduras (VIDAL, 2002; CHRISTOFFOLETI *et al.*, 2009). Caso o princípio ativo seja hidrofílico será facilmente solubilizado pelas moléculas de água, facilitando a sua movimentação por todos os compartimentos terrestres como, solo, água de superfície, água subterrâneas e até mesmo na atmosfera. Desta forma, estes compostos terão maior probabilidade de se movimentar pelos compartimentos ambientais aumentando as áreas de contaminação quanto menores forem os valores de seus K_{ow} (SILVA; SANTOS, 2007; DELLAMATRICE; MONTEIRO, 2014; AMÉRICO *et al.*, 2015).

Já as moléculas cujo valor de K_{ow} indique afinidade por substâncias apolares, ou seja, lipofílico, também podem oferecer riscos ao meio ambiente. Isso porque a molécula poderá migrar para dentro de organismos vivos devido à sua permeabilidade pelas camadas lipídicas (RIGOTTO; VASCONCELOS; ROCHA, 2014; AMÉRICO *et al.*, 2015). Na Figura 4, é apresentada uma representação da bioconcentração das moléculas de agrotóxicos nos organismos vivos em função do valor de $\text{Log } K_{ow}$ e K_{ow} .

Figura 4: Representação da bioconcentração das moléculas de agrotóxicos nos organismos vivos em função do valor de $\text{Log } K_{ow}$ e K_{ow} .



Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

A bioconcentração pode ser entendida como o resultado da absorção de contaminantes pelos organismos vivos. Este fenômeno ocorre quando as concentrações de um contaminante ou substância química é maior dentro de organismos vivos em relação ao meio onde este organismo se encontra (VOUTSAS; MAGOULAS; TASSIOS, 2002). Uma vez bioconcentrado dentro dos organismos vivos, estas moléculas contaminantes se acumularão nos tecidos adiposos podendo, por meio da cadeia alimentar, chegar até os seres humanos, ocasionando diversas doenças (GEBLER; SPADOTTO, 2004; RIGOTTO; VASCONCELOS; ROCHA, 2014).

COEFICIENTE DE ADSORÇÃO À MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO (K_{oc})

A camada superficial do planeta Terra, conhecida como solo, é um compartimento ambiental composto principalmente por água ou solução do solo, gases, minerais e matéria orgânica (GLOAGUEN *et al.*, 2009; KER *et al.*, 2012). As porcentagens desta composição variam de acordo com as bases de formação do solo. Dentro deste universo de heterogeneidade que é o solo, a matéria orgânica que o constitui, pode ser considerada uma variável em

particular. Isso porque a matéria orgânica do solo, também conhecida como fase sólida do solo, é composta por subprodutos oriundos da decomposição, em diferentes estágios, de vegetais e animais (DICK *et al.*, 2010; KER *et al.*, 2012).

O Coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo (K_{oc}) é uma propriedade físico-química intrinsecamente relacionada à capacidade de adsorção de moléculas orgânicas à matéria orgânica do solo (CHRISTOFFOLETI *et al.*, 2009). Pode ser entendido como sendo a partição das moléculas do agrotóxico entre a matéria orgânica do solo e sua solução aquosa, como apresentado na Equação 1 (OLIVEIRA, 2001; OLIVEIRA JÚNIOR, 2002; OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2011).

Equação 1

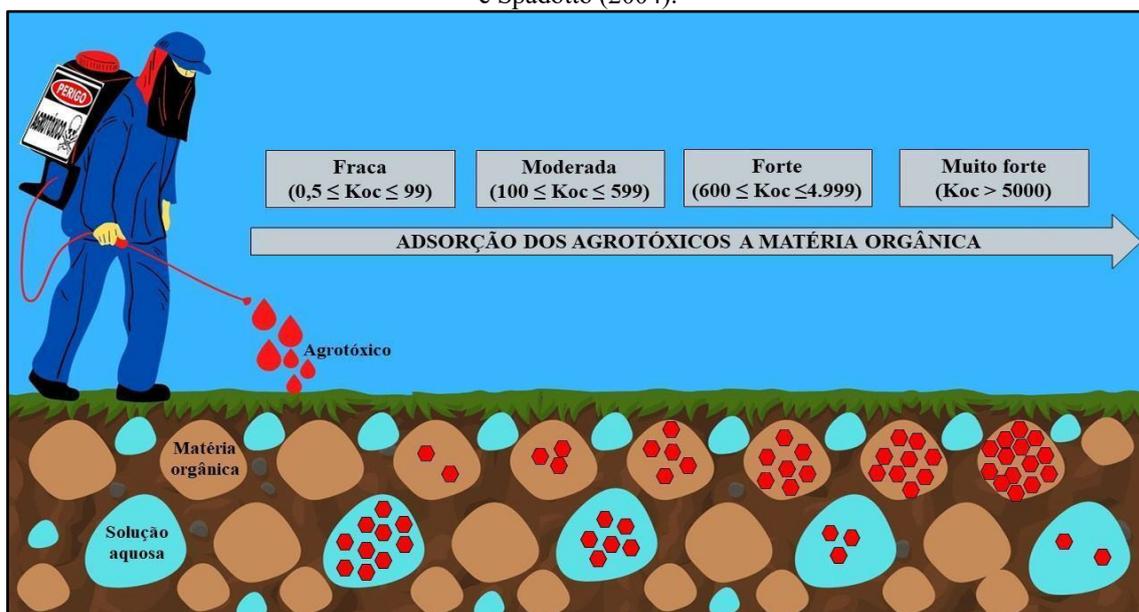
$$K_{oc} = K_d \div \%CO$$

K_d = Coeficiente de sorção do agrotóxico;
 $\%CO$ = Porcentagem de matéria orgânica no solo.

Agrotóxicos com alto valor de K_{oc} possuem maior tendência a serem adsorvidos pela matéria orgânica, pois possuem maior afinidade com este meio. Já os agrotóxicos com baixos valores de K_{oc} apresentam maior afinidade com a solução aquosa do solo e por consequência menor afinidade com a matéria orgânica (OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2011). O K_{oc} apresenta valores inversamente proporcionais à solubilidade em água, desta forma, princípios ativos com alta solubilidade em água tendem a ser menos adsorvidos pela matéria orgânica. Em contrapartida, existe uma relação direta com os valores de K_{ow} . Assim, quanto maior o valor de K_{ow} maior será a sua afinidade com a matéria orgânica do solo (OLIVEIRA, 2001; OLIVEIRA JÚNIOR, 2002).

O K_{oc} é uma propriedade que pode variar em função do tipo de solo e características químicas do princípio ativo, desta forma, um agrotóxico pode apresentar variação nos valores de K_{oc} (SILVA; FAY, 2004; CHRISTOFFOLETI *et al.*, 2009; OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2011). A Figura 5 mostra um esquema representando a adsorção das moléculas de agrotóxicos em função da sua faixa classificatória (GEBLER; SPADOTTO, 2004).

Figura 5: Esquema representando a adsorção dos agrotóxicos, segundo faixa classificatória proposta por Gebler e Spadotto (2004).



Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

O K_{oc} é uma importante propriedade para o prognóstico da movimentação ambiental dos agrotóxicos (SILVA, FAY, 2004). Agrotóxicos com alta afinidade para adsorção ao solo possuem menor tendência de transporte em meio aquoso, pois são retidos por este meio. Desta forma, são menos propensos a contaminar as águas de superfície e subterrâneas (CHRISTOFFOLETI *et al.*, 2009; OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2011). Por outro lado, a adsorção dos agrotóxicos aos componentes do solo pode interferir nos fatores de degradação da molécula no ambiente, aumentando o tempo de exposição deste agrotóxico ao meio em que foi lançado. Isso porque, ao se ligarem aos componentes do solo, estas moléculas estão protegidas contra a luz do sol, de alguns fungos e/ou bactérias que são agentes de extrema importância na degradação dos agrotóxicos no ambiente. Este aumento no tempo de vida da molécula de agrotóxico no solo pode resultar em altas concentrações deste contaminante no solo e ainda provocar a desertificação desta superfície (HANSON *et al.*, 2017; NPIC, 2022).

CONSTANTE DE IONIZAÇÃO ÁCIDA (pKa)

As moléculas dos agrotóxicos podem apresentar características ácidas ou básicas, ou seja, se dissociar em meio aquoso alterando o pH da solução. De uma forma geral, os agrotóxicos são ácidos ou bases fracos que se dissociam parcialmente em água, formando íons em solução (CHRISTOFFOLETI *et al.*, 2009; ATKINS *et al.*, 2018). Os agrotóxicos iônicos, por sua vez, possuem características distintas da molécula neutra que podem afetar sua adsorção ao solo, sua locomoção e estabilidade no ambiente. A dissociação/ionização do agrotóxico é dependente do pH do meio em que a molécula se encontra e pode ser prevista a partir do valor

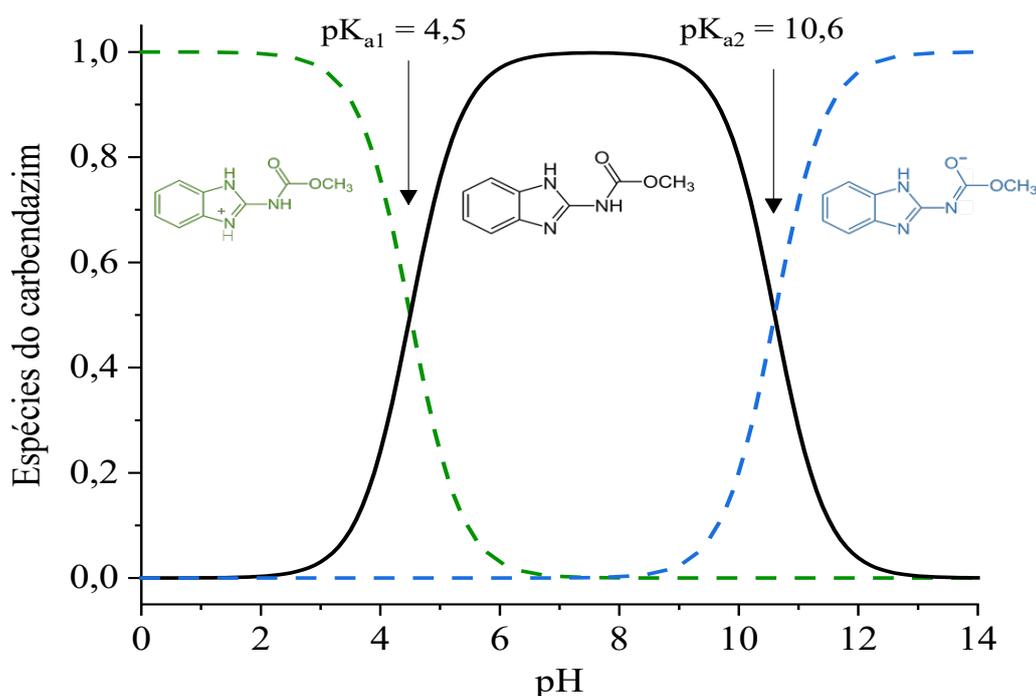
de seu pKa. O pKa das substâncias é obtido a partir do cologaritmo da constante de dissociação do composto ácido (Ka), como apresentado nas Equações 2 e 3 (KOTZ, TREICHEL; 2005; ATKINS et al., 2018).



Equação 3
$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]} \rightarrow pK_a = -\log K_a$$

A partir dos valores de pKa de um agrotóxico é possível definir a forma (ionizada/dissociada ou neutra) que suas moléculas se distribuem em função do pH. Por exemplo, a Figura 6 apresenta a curva de distribuição para o fungicida carbendazim em função do pH.

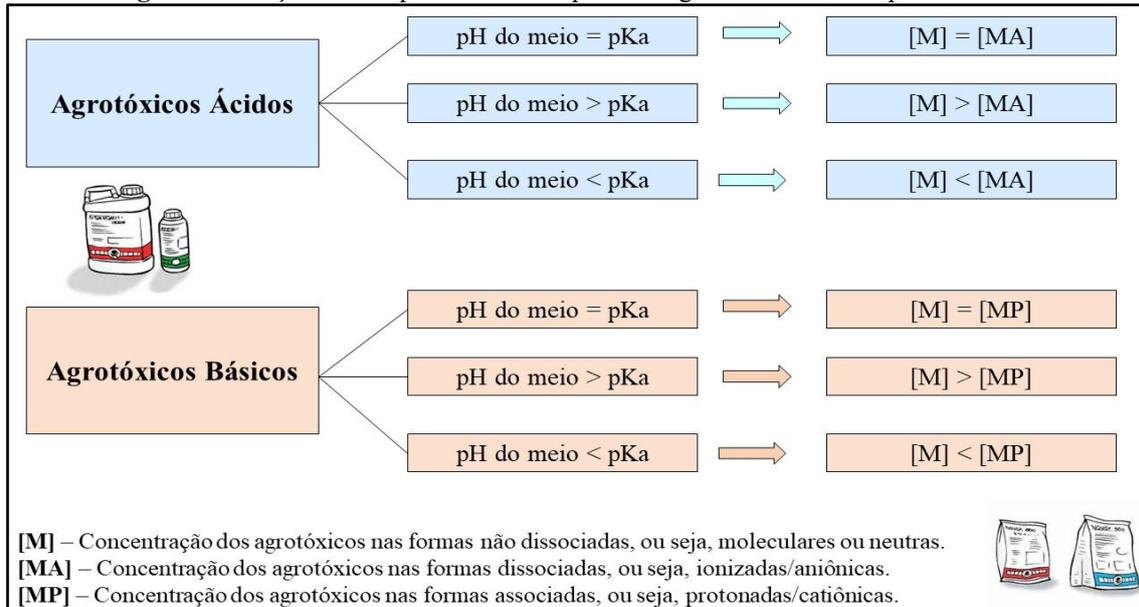
Figura 6: Curva de distribuição das espécies de carbendazim em função do pH. Para valores de pH < pKa1 (4,5) predomina a espécie positivamente carregada do carbendazim; pH entre pKa1 e pKa2 predomina a espécie neutra do carbendazim, e; para pH > pKa2 (10,6) predomina a espécie negativamente carregada do carbendazim.



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos valores de pKa obtidos de FURINI et al. (2016).

Desta forma, dependendo do valor do pH do meio e pKa do agrotóxico o equilíbrio pode ser deslocado conforme mostra a Figura 7 (CHRISTOFFOLETI et al., 2009).

Figura 7: Relação entre o pH do meio e o pKa dos agrotóxicos e forma predominante.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022); Adaptado de Christoffoleti *et al.* (2009) e Oliveira; Brighenti (2011).

O pKa é uma importante propriedade química, isso porque, ela pode influenciar uma molécula em vários processos, tais como adsorção, absorção, lipofilicidade, hidrofiliicidade, solubilidade entre outros (WILLIAMS; LEMKE, 2002; KOTZ; TREICHEL, 2005). Considerando a movimentação dos agrotóxicos no ambiente, estas propriedades são importantíssimas, isso porque, os seus valores podem prognosticar o comportamento dos princípios ativos em função do pH do meio. Desta forma, o grau de ionização ou dissociação destas espécies interfere em todas as outras propriedades já vistas e nos processos de movimentação do agrotóxico no ambiente (REGITANO, 2002; CHRISTOFFOLETI *et al.*, 2009).

Um exemplo desta interferência ocorre no solo, agrotóxicos ácidos ou aniônicos apresentam maior probabilidade de se movimentarem livremente por entre as soluções do solo. Já os agrotóxicos básicos ou catiônicos possuem maior possibilidade de se ligarem aos componentes do solo e serem adsorvidos e conseqüentemente se movimentarem de forma mais branda pelo ambiente (CARVALHO *et al.*, 2009; CHRISTOFFOLETI *et al.*, 2009; OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2011).

TEMPO DE MEIA VIDA NO SOLO E TEMPO DE MEIA VIDA NA ÁGUA

Na química o tempo de meia vida é uma propriedade muito utilizada para se referir a processos radioativos. Neste caso, tempo de meia vida é o intervalo ou período de tempo que um radioisótopo leva para decompôr a metade da composição deste isótopo. O tempo de meia vida aplicado aos agrotóxicos representa o tempo necessário em horas, dias e até mesmo anos,

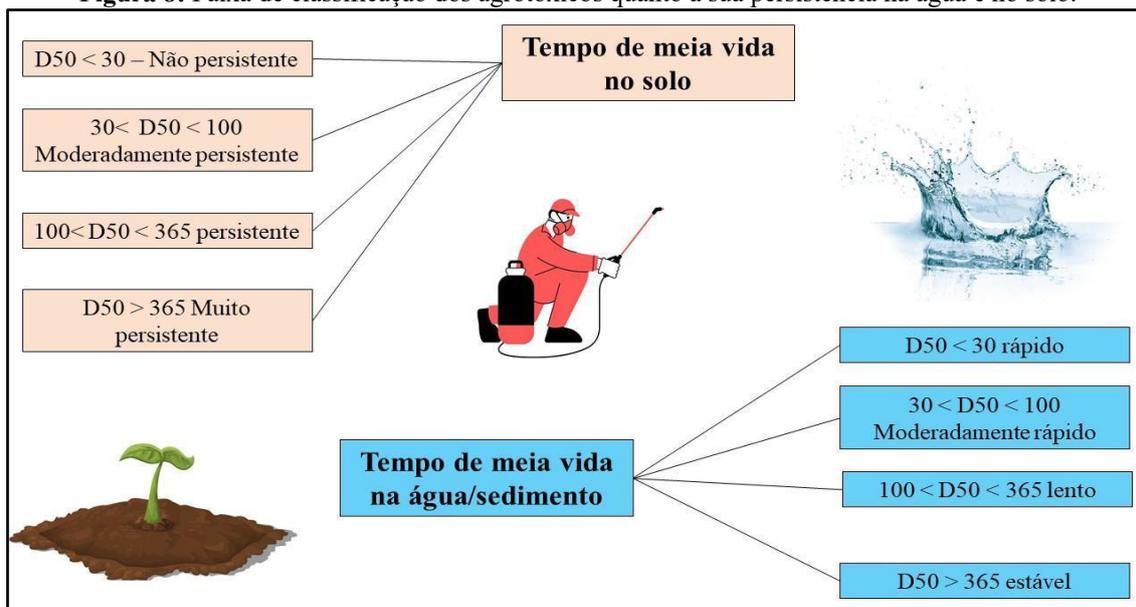


para que metade da concentração deste princípio ativo seja degradada no ambiente. Por exemplo, ao aplicar um agrotóxico cuja concentração é de 100 mg L^{-1} e em 10 dias a concentração deste mesmo princípio ativo aplicado chega a 50 mg L^{-1} , significa que o seu tempo de meia vida é de 10 dias (BARRIGOSI; LANNA; FERREIRA, 2005; CABRERA *et al.*, 2008).

Compreender e obter o tempo de meia vida dos agrotóxicos seja no solo, na água e até mesmo na atmosfera é primordial, isso porque, aliado a outras propriedades como solubilidade, volatilização, K_{oc} , K_{ow} , pode-se obter índices de contaminação ambiental como, por exemplo, o índice de GUS (GUSTAFSON, 1989) e índice GOSS (GOSS, 1992), duas importantes ferramentas para determinar, respectivamente, a lixiviação e escoamento superficial das moléculas de agrotóxicos. Outra importante característica desta propriedade é que ela define a persistência do agrotóxico no solo ou na água (CHRISTOFFOLETI *et al.*, 2009; OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2011).

O tempo de meia vida dos agrotóxicos pode variar de horas a anos, essa variabilidade se deve aos vários grupos químicos presentes nestas moléculas. Uma das classes que proporciona maior persistência dos agrotóxicos no ambiente é a classe dos organoclorados, e por causa dessas características foi substituída pela classe dos organofosforados e carbamatos, cujos grupos químicos proporcionam um menor tempo de meia vida no ambiente (HALL *et al.*, 2004; SAVOY, 2011). Diversos fatores químicos, biológicos e ambientais influenciam a degradação e, por consequência, o tempo de meia vida dos agrotóxicos, tais como: o pH, microorganismos, as características do solo, umidade etc. (LAVORENTI; PRATA; REGITANO, 2003; OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2011). Na Figura 8 são apresentadas as faixas classificatórias quanto a persistência dos agrotóxicos na água e no solo (GAMA, 2018; PPDB, 2022).

Figura 8: Faixa de classificação dos agrotóxicos quanto a sua persistência na água e no solo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Em sua grande maioria ao serem degradados os agrotóxicos dão origem a outras espécies que em muitos casos são mais nocivas ou persistentes no ambiente que as moléculas originais (OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2011; GAMA, 2018). Nestes casos, muitas vezes se faz necessário realizar alguns procedimentos para acelerar a degradação e a descontaminação do ambiente no qual estas espécies estão inseridas, um bom exemplo, deste procedimento são os processos de biorremediação (GOULART; FRANZINI; CAMPOS, 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os agrotóxicos são substâncias químicas aplicadas na agricultura há vários séculos. Tem como principal finalidade proteger e controlar vários tipos de pragas que ocasionam vários tipos de danos às lavouras. Devido aos diferentes grupos químicos que dão origem aos princípios ativos das moléculas de agrotóxicos, suas propriedades e configurações químicas são das mais diferentes formas possíveis. Assim sendo, cada molécula irá interagir de forma particular com o ambiente. Desta forma, o conjunto de informações reunidas nesta publicação se torna uma ferramenta de conhecimento acerca das principais propriedades físico-químicas dos agrotóxicos e a maneira como estas propriedades influenciam na dinâmica do agrotóxico no ambiente.

REFERÊNCIAS

AMÉRICO, J. H. P.; MANOEL, L. O.; TORRES, N. H.; FERREIRA, L. F. R. O uso de agrotóxicos e os impactos nos ecossistemas aquáticos. *Revista Científica ANAP Brasil*, v. 08, n. 13, p. 101-115, 2015.

ATKINS, P. W.; PAULA, J. **Físico-química**, v. 1, 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC editora, 2010.

ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de Química-: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. Bookman Editora, 2018.

BARRIGOSI, J. A. F.; LANNA, A. C.; FERREIRA, E. **Inseticidas registrados para a cultura do arroz e análise de parâmetros indicadores de seu comportamento no ambiente**. EMBRAPA Arroz e Feijão. Circular Técnica, 2005.

BEDOS, C.; CELLIER, P.; CALVET, R.; BARRIUSO, E.; GABRIELLE, B. Mass transfer of pesticides into the atmosphere by volatilization from soils and plants: overview. **Agronomie**, v. 22, n. 1, p. 21-33, 2002.

BRAIBANTE, M. E. F.; ZAPPE, J. A. A química dos agrotóxicos. **Química nova na Escola**, v. 34, n. 1, p. 10-15, 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos PARA**: relatório das amostras analisadas no período de 2017-2018: primeiro ciclo do Plano Plurianual 2017-2020. 2019.

CABRERA, L.; COSTA, F. P.; PRIMEL, E. G. Estimativa de risco de contaminação das águas por pesticidas na região sul do estado RS. **Química Nova**, v. 31, n. 8, p. 1982-1986, 2008.

CARVALHO, S. J. P.; DAMIN, V.; DIAS, A. C. R.; YAMASAKI, G. M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Eficácia e pH de caldas de glifosato após a adição de fertilizantes nitrogenados e utilização de pulverizador pressurizado por CO₂. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 6, p. 569-575, 2009.

CUMMING, H.; RÜCKER, C. Octanol–water partition coefficient measurement by a simple 1H NMR method. **ACS omega**, v. 2, n. 9, p. 6244-6249, 2017.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; OVEJERO, R. F. L.; DAMIN, V.; DE CARVALHO, S. J. P.; NICOLAI, M. **Comportamento dos herbicidas aplicados ao solo na cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP, v. 2, p. 72, 2009.

DELLAMATRICE, P. M.; MONTEIRO, R. T. R. Principais aspectos da poluição de rios brasileiros por pesticidas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 18, n.12, p. 1296-1301, 2014.

DE MOURA, J. T. V.; ROZENDO, C.; DE OLIVEIRA, M. V. Movimento e contramovimento e as configurações do campo político em torno da utilização dos agrotóxicos no Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 54, p. 560-609, 2020.

DE SOUSA, A. D. M.; SOUSA, A. M. P.; ALVES, H. S.; VIEIRA, T. A.; SOUSA, A. D. M.; SOUSA, A. D. M. Os impactos do uso de agrotóxicos no Brasil: uma análise cienciométrica. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020.

DICK, D. P.; MARTINAZZO, R.; KNICKER, H.; ALMEIDA, P.S.G. Matéria orgânica em quatro tipos de solos brasileiros: composição química e sorção de atrazina. **Química Nova**, v. 33, p. 14-19, 2010.

FERNANDES, C. L. F. et al. Quais agrotóxicos estão contaminando os solos brasileiros?. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2569>.

FURINI, L. N.; CONSTANTINO, C. J. L.; SANCHEZ-CORTES, S.; OTERO, J. C.; LÓPEZ-TOCÓN, I. Adsorption of carbendazim pesticide on plasmonic nanoparticles studied by surface-enhanced Raman scattering. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 465, p. 183-189, 2016.

GAMA, A. F. **Avaliação espaço/temporal e influência da composição sedimentar na distribuição dos agrotóxicos mais utilizados na mesorregião do Rio Jaguaribe - Ceará**. 2018. 175f. Tese. (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

GEBLER, L.; SPADOTTO, C. A. **Comportamento ambiental dos herbicidas**. In VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Bento Gonçalves, Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 59.

GLOAGUEN, T. V. et al. Composição química da solução do solo nas diferentes classes de poro do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1105-1113, 2009.

GOSS, D.W. Screening procedure for soils and pesticides for potential water quality impacts. **Weed Technology**, v. 6, n. 4, p. 701-708, 1992.

GOULART, A. C.; FRANZINI, C. D.; CAMPOS, E. S. **A biorremediação e sua aplicabilidade em solos contaminados com agrotóxico e hidrocarboneto de petróleo**. Meio ambiente: Gestão, preservação e desenvolvimento sustentável. 3ª ed.: Rio de Janeiro: Editora e-Publicar, 2021, v. 3, p. 333-349. DOI: 10.47402/ed.ep.c202181521486

GUSTAFSON, D. I. Groundwater ubiquity score: a simple method for assessing pesticide leachability. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 8, n. 4, p. 339-357, 1989.

HALL, N.; SANTOS, P. S.; ALVES, O. L.; PASQUINI, C.; AZZELLINI, G. C. **Neoquímica: A química moderna e suas aplicações**. Bookman, Porto Alegre, 2004, 392p.

HANSON, B.; BOND, C.; BUHL, K. **Pesticide Vapor Pressure Fact Sheet**; National Pesticide Information Center, Oregon State University Extension Services. 2016. Disponível em: <http://npic.orst.edu/factsheets/vaporpressure.html>. Acesso em: 21 de abr. 2022.

HANSON, B.; CROSS, A.; BOND, C.; JENKINS, J. **Pesticide Binding Affinity Fact Sheet**; National Pesticide Information Center, Oregon State University Extension Services. 2017. Disponível em: npic.orst.edu/factsheets/bindingaffinity.html. Acesso em: 21 de abr. 2022.

HARRIS, M. F.; LOGAN, J. L. Determination of log KOW values for four drugs. **J. Chem. Educ.** v. 91, p. 915-918, 2014.

IDEC - Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor. **Tem veneno nesse pacote**. Organização: Aline Baroni, Jéssica Ribeiro e Rafael Arantes. Disponível em: <https://idec.org.br/veneno-no-pacote>. Acesso em: 01 dez. 2021. 2021.

KER, J. C.; CURI, N.; SAHAEFER, C. E. G. R.; VIDAL-TORRADO, P. **Pedologia: fundamentos**. 1. ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. 343 p.

KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M. **Química geral e reações químicas**. São Paulo: Thomson Learning, 2005.

LAVORENTI, A.; PRATA, F.; REGITANO, J. B. **Comportamento de pesticidas em solos:fundamentos**. In: CURI, N., MARQUES, J.J., GUILHERME, L.R.G., LIMA, J.M., LOPES, A.S., ALVAREZ V, V.H. (Org.). *Tópicos especiais em ciência do solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v. 3, p. 335- 400.

LINDAHAL, A. M. L; BOCKSTALLER, C. An indicator of pesticide leaching risk to groundwater. **Ecological Indicators**, v. 23, p. 95-108, 2012.

MARTINS, C. R.; LOPES, W. A.; ANDRADE, J. B. Solubilidade das substâncias orgânicas. **Química Nova**, v. 36, p. 1248-1255, 2013.

MOSELEY, W. G; COLLEGE, M; PAUL, S. Food Security and 'Green Revolution. **International encyclopedia of the social & behavioral sciences**. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier, 2015. v. 9.

MYERS, R. J.; MAHAN, B. M. **Química: um curso universitário**. 4ª edição. Editora Blucher, 2011.

NOVAIS, C. M.; DE QUEIROZ, T. M.; SEABRA JÚNIOR, S. Panorama da contaminação ambiental por agrotóxicos no estado do mato grosso: risco para o abastecimento urbano. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, 2021.

NPIC. **National Pesticide Information Center**. 2022. O NPIC fornece informações objetivas e científicas sobre pesticidas e tópicos relacionados a pesticidas para permitir que as pessoas tomem decisões informadas. Disponível em: <http://npic.orst.edu/>. Acesso em: 21 de abr. 2022.

OLIVEIRA, M.F. **Comportamento de herbicidas no ambiente**. In: OLIVEIRA, R.S.; CONSTANTIN, J. *Plantas daninhas e seu manejo*. Guaíba: Agropecuária, 2001. p.315-355.

OLIVEIRA, M. F.; BRIGHENTI, A. M. **Comportamento dos herbicidas no ambiente** In: OLIVEIRA J. R.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Ed.). *Biologia e Manejo de Plantas Daninhas*. Curitiba-PR: Omnipax, 2011. p. 263-304.

OLIVEIRA JÚNIOR, R.S. Conceitos importantes no estudo do comportamento de herbicidas no solo. *Boletim informativo, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27, n. 2, p. 9-12, 2002.

PERES, F.; MOREIRA, J. C.; DUBOIS, S. G. **É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2003. 384 p.

PESSOA, M. C. P. Y.; FERRACINI, V. L.; CHAIM, A.; SCRAMIN, S. Software AGROSCRE: apoio à avaliação de tendências de transporte de princípios ativos de agrotóxicos. **Embrapa Meio Ambiente. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 2004.

PPDB - PESTICIDE PROPERTIES DATA BASE. **Agricultural substances databases: background and support information**. Disponível em: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/atoz.htm>. Acesso em: 07 jun 2022.

REGITANO, J. B. Propriedades físico-químicas dos defensivos e seu destino no ambiente In: SIMPÓSIO SOBRE DINÂMICA DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NO SOLO, Piracicaba, 2002. **Anais...** Piracicaba: ESALQ-USP, 2002. 96 p.

RIGOTTO, R. M.; VASCONCELOS, D. P.; ROCHA, M. M. Uso de agrotóxicos no Brasil e problemas para a saúde pública. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 30, p. 1360-1362, 2014.

SAVOY, V. L. T. Classificação dos agrotóxicos. **Biológico**, v. 73, n. 1, p. 91-92, 2011.

SCHREIBER, F.; ÁVILA, L. A.; SCHERNER, A.; GEHRKE, V.R.; AGOSTINETTO, D. Volatility of different formulations of clomazone herbicide. **Planta Daninha**, v. 33, p. 315-321, 2015.

SILVA, C. M. M. S; FAY, E. F. **Agrotóxicos e ambiente**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 400 p.

SILVA, J. M.; SANTOS, J. R. Toxicologia de agrotóxicos em ambientes aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**, v.11, p.565-573, 2007.

SPARKS, T. C. Insecticide discovery: an evaluation and analysis. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 107, n. 1, p. 8-17, 2013.

TAVARES, D. C. G.; SHINODA, D. T.; MOREIRA, S. S. C.; FERNANDES, A. C. F. Utilização de agrotóxicos no Brasil e sua correlação com intoxicações. **Sistemas & Gestão**, v. 15, n. 1, p. 2-10, 2020.

VIDAL, R.A. **Ação dos herbicidas**. Porto Alegre: VIDAL, R.A., 2002. 89 p.

VOUTSAS, E.; MAGOULAS, K.; TASSIOS, D. Prediction of the bioaccumulation of persistent organic pollutants in aquatic food webs. **Chemosphere**, v. 48, n. 7, p. 645-651, 2002.

WILLIAMS, D. A.; LEMKE, T. L. pKa values for some drugs and miscellaneous organic acids and bases. **Foye's Principles of Medicinal Chemistry**. Baltimore/Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, p. 1070-80, 2002.

CAPÍTULO 9

UTILIZAÇÃO DE NDVI COMO FERRAMENTA NO MONITORAMENTO DA MATA CILIAR NO ENTORNO DE CORPOS HÍDRICOS

Ana Cristina Pinheiro
Beatriz Angelim de Oliveira
Carla Emanuela de Oliveira
Sara Ranna Leonel Pinheiro
Vinicius Bitencourt Campos Calou

RESUMO

Este estudo objetivou monitorar a mata ciliar no entorno de um corpo hídrico em duas épocas do ano utilizando NDVI. Para tanto, foram utilizadas duas cenas do satélite *Landsat 8*, as cenas foram obtidas no período de média incidência pluviométrica de uma região do semiárido cearense, compreendendo os meses de abril de 2013 e maio de 2022, com o objetivo de monitorar a mata ciliar no entorno de um corpo hídrico em duas épocas do ano. A área de estudo está localizada no açude Trussu, situado nos municípios de Acopiara, Iguatu e Jucás, no estado do Ceará. A metodologia empregada foi realizada em duas etapas: na primeira etapa foi realizada a aquisição de dados com a seleção de duas cenas, em que, consideraram-se fatores como, ampla cobertura e ausência de nuvens. Na segunda foi realizado o processamento digital das imagens, com a correção atmosférica e cálculo do índice de vegetação NDVI, ressaltando assim a evolução da característica da mata e evidenciando suas características intrínsecas. Como resultado, conclui-se que o NDVI é uma ferramenta apropriada no gerenciamento e monitoramento de áreas com mata ciliar, detectando alterações com rapidez e tendo um baixo custo operacional.

PALAVRAS-CHAVE: Landsat 8; corpos hídricos; mata ciliar; NDVI e caatinga.

INTRODUÇÃO

O bioma Caatinga no nordeste brasileiro, apesar de ser uma das formações vegetais mais afetadas pela ação antrópica, é, ainda, pouco conhecida (EVANGELISTA, 2011), mesmo assim sofre com o desmatamento em suas áreas de vegetação. É um dos biomas, que apresenta uma grande diversidade agropecuária, mesmo com as suas características próprias de solo, clima, vegetação e geologia. De acordo com a Embrapa (s.d.):

A agricultura da Caatinga ocorre em diferentes realidades: em perímetros irrigados ou em sistemas de sequeiro; em propriedades rurais de grande, médio e, principalmente, de pequeno porte, sobretudo do tipo familiar; com cultivo de lavouras, criação de animais, atividades de extrativismo vegetal e outras formas de produção (EMBRAPA TERRITORIAL, 2022).

No Brasil, as matas ciliares são denominadas Áreas de Proteção Permanente (APP), assegurado nos termos do 4º, 5º e 6º artigo do Código Florestal, lei nº 12 651, de maio de 2012,



é determinado como faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente (BRASIL, 2012).

É necessário lembrar que os corpos hídricos têm uma importância fundamental na dinâmica do semiárido, pois servem como via para a conquista de novas fronteiras e são recursos fundamentais para a sobrevivência humana, o que justifica a preferência dessas áreas para o cultivo agrícola, criação de animais e para o crescimento dos aglomerados urbanos (MASCARENHAS *et al*, 2009).

Neste cenário, o sensoriamento remoto é ferramenta promissora para a manutenção, monitoramento e tomada de decisão quanto ao manejo dos recursos ambientais. O Sensoriamento Remoto pode ser entendido como um conjunto de atividades que permite a obtenção de informações dos objetos que compõem a superfície terrestre. Estas atividades envolvem a detecção, aquisição e análise (interpretação e extração de informações) da energia eletromagnética emitida ou refletida pelos objetos terrestres e registradas por sensores remotos (DE MORAES, 2002).

Com o uso do sensoriamento remoto, é possível estudar e monitorar grandes áreas sem a necessidade de contato direto, o que permite o desenvolvimento de trabalhos que mostrem a importância da mata ciliar para os ecossistemas e a biodiversidade que nela vive, compreendendo a atual situação de uso antrópico dessas Áreas de Preservação Permanente (APP's). (MENEZES, 2020)

O sensoriamento remoto tem se mostrado um instrumento de grande utilidade para o monitoramento de grandes áreas, a fim de verificar a observância à legislação ambiental. As imagens geradas por meio de satélites estão cada vez mais em voga e se popularizam a cada dia, mormente após a divulgação gratuita pela internet, por meio de iniciativas como o Google Earth, já acessado por milhões de pessoas no mundo todo (FERREIRA *et al.*, 2008).

O NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) ou IVDN (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada), sugerido por Rouse *et al.*, (1973), é um índice utilizado principalmente em pesquisas de cunho ambiental, pois permite fazer análises sobre a cobertura vegetal de determinada região em diversas escalas. Tratando-se de pesquisas utilizando imagens de satélite, o NDVI é um índice muito utilizado, pois reduz o efeito topográfico e apresenta uma escala de medida linear variando entre -1 e 1. (ARAÚJO, 2017).

A principal motivação dos estudos em vegetação, envolvendo a aplicação das técnicas de sensoriamento remoto, fundamenta-se na compreensão da “aparência” que uma dada



cobertura vegetal assume em um determinado produto de sensoriamento remoto, a qual é fruto de um processo complexo que envolve muitos parâmetros e fatores ambientais (PONZONI, 2001).

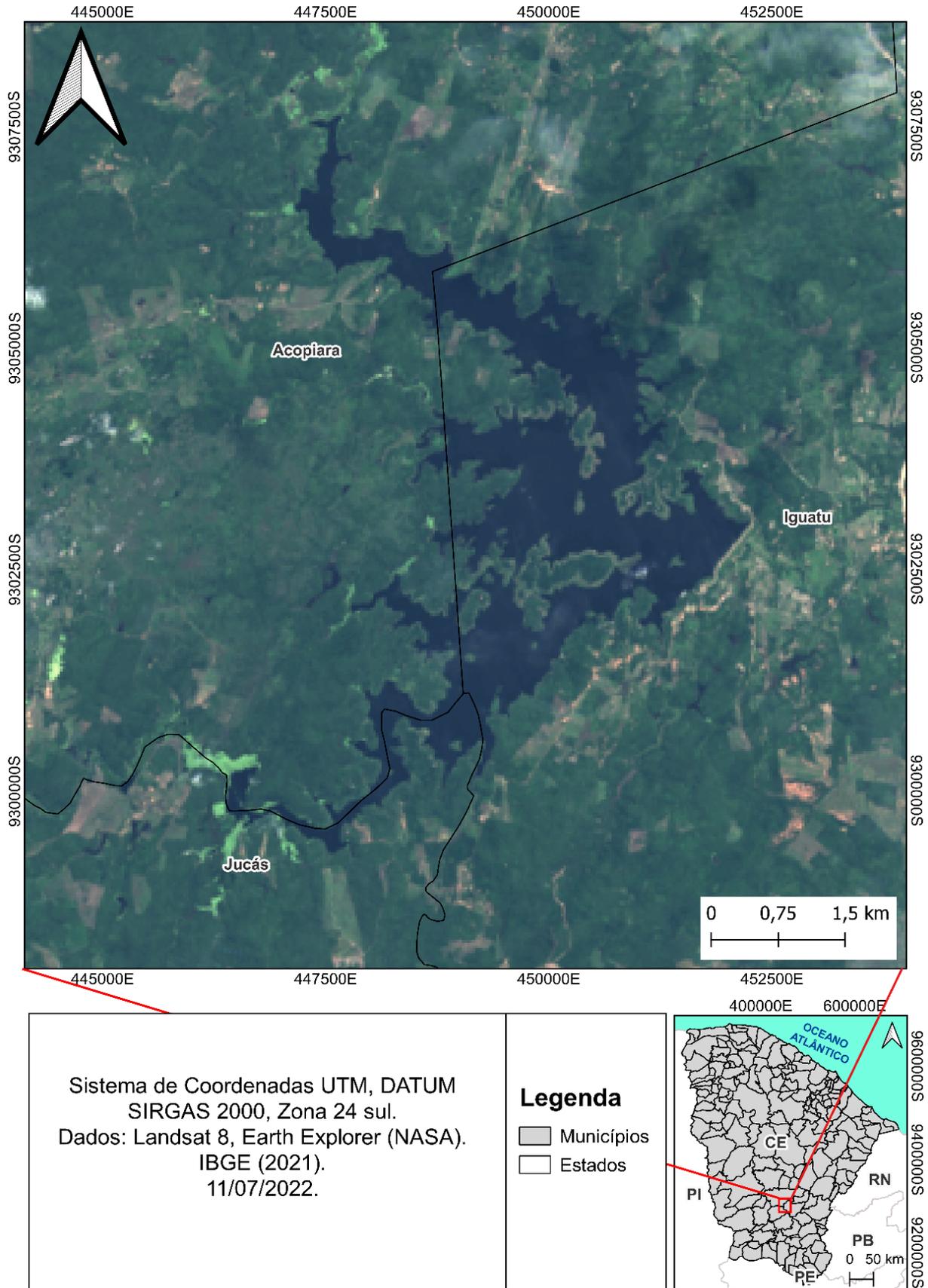
O objetivo deste trabalho, portanto, foi monitorar a mata ciliar no entorno de um corpo hídrico em duas épocas utilizando NDVI, tendo em vista que, as matas ciliares desempenham funções ambientais e ecológicas de suma importância para a manutenção e qualidade dos recursos hídricos, para a retenção de sedimentos evitando o assoreamento nas margens dos rios, e servindo de abrigo e fonte de alimentação para a fauna terrestre e aquática, tornando fundamental a conservação e recuperação.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada no açude Trussu, situado nos municípios de Acopiara, Iguatu e Jucás, localizados na mesorregião do sertão e Centro-Sul do estado do Ceará, cujas coordenadas são 6°18'40,48" S e 39°26'07,85" W como ilustra a figura 1.

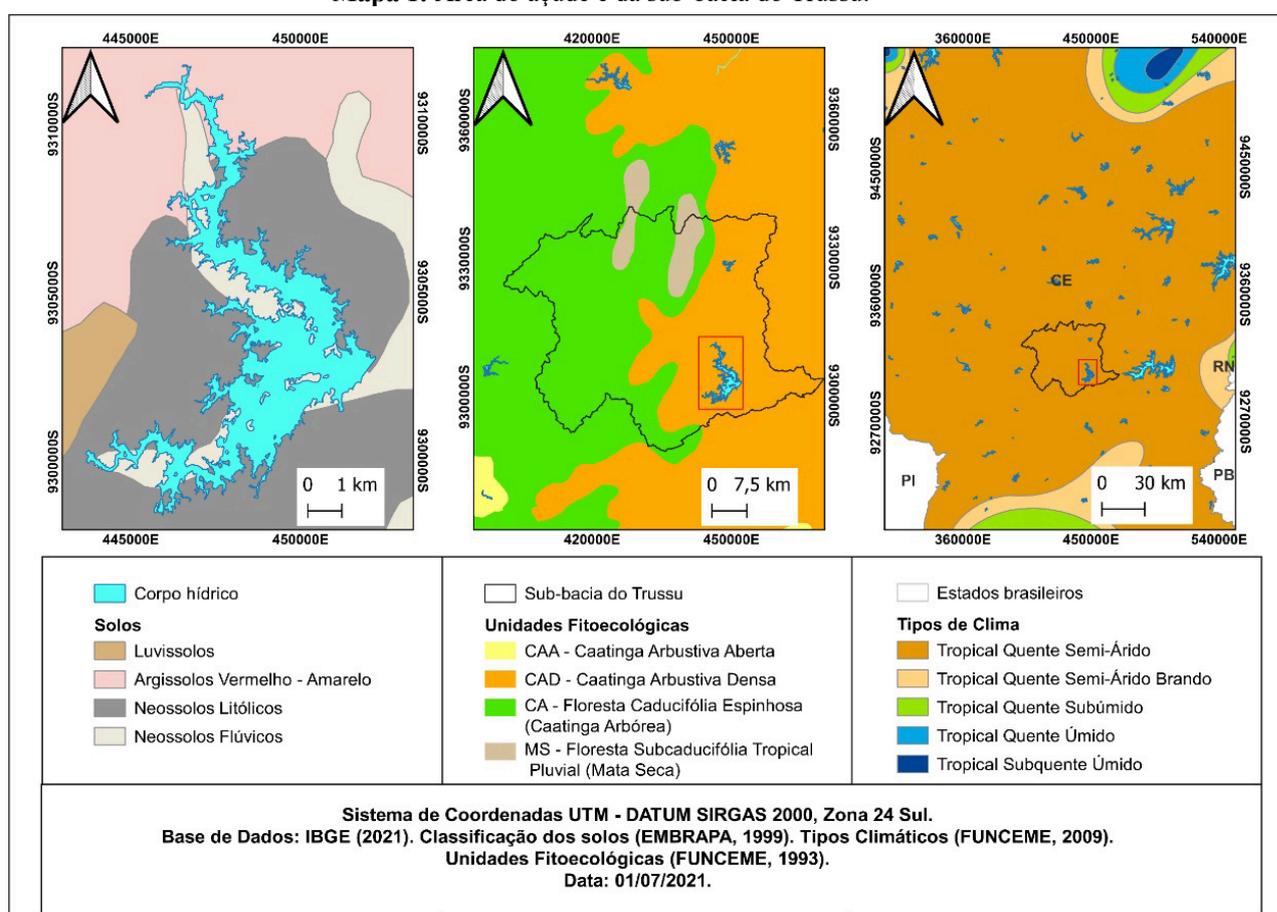
Figura 1: Localização da área.



Fonte: Autoria própria, 2022.

A região da área do estudo se encontra na sub-bacia do Trussu (Figura 1), com tipos de solos Luvisolos (Bruno não cálcico), Argissolos Vermelho – Amarelo (Podzólico Vermelho Eutrófico), Neossolos Litólicos (Solo Litólico Eutrófico) e Neossolos Flúvicos (Solos Aluviais Eutróficos) (SANTOS et al, 2018); vegetação do tipo Caatinga Arbustiva Densa (FUNCEME, 2018); e o clima Tropical Quente Semiárido (FUNCEME, 2020). Para este estudo determinou-se uma faixa de 500m de mata ciliar, estando de acordo com o artigo 5º da lei nº 12 651, de 25 de maio de 2012, que considera a Mata Ciliar como Área de Preservação Permanente e determina que a largura da faixa de Mata Ciliar está relacionada com a largura do curso d'água.

Mapa 1: Área do açude e da sub-bacia do Trussu.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Características das cenas landsat

Foram utilizadas duas cenas do satélite OLI - *Landsat* 8, conforme as características apresentadas na Tabela 1. As imagens foram obtidas no período de média incidência pluviométrica da região de estudo, são imagens referentes aos dias 08/04/2013 e 23/05/2022, escolhidas a fim de identificar possíveis deficiências na mata ciliar.

Tabela 1: Características da imagem.

Características	Sensor/Satélite
	OLI - <i>Landsat 8</i> (<i>Operational Land Imager</i>)
Data de Aquisição	23/05/2022
Resolução Radiométrica	16 bits
Resolução Espacial	30 m
Resolução Temporal	16 dias
Fonte	<i>United States Geological Survey (USGS)</i>

Fonte: USGS, 2022.

CORREÇÃO DAS IMAGENS E CÁLCULO DO NDVI

A metodologia empregada foi realizada em duas etapas: na primeira etapa foi realizada a aquisição de dados com a seleção de uma cena, em que, consideraram-se fatores como, ampla cobertura, ausência de nuvens, período com média incidência pluviométrica e disponibilidade de compartilhamento dos dados em nuvem. A segunda etapa trata-se do processamento digital das imagens. Feito isso, foram elaborados os cálculos dos NDVI para ressaltar características de determinadas feições, como por exemplo a biomassa (GEMIN, 2020).

Processamento digital das imagens

As imagens são processadas através das etapas: reprojeção cartográfica ao Sistema de Coordenadas UTM – DATUM SIRGAS 2000, Zona 24 Sul; conversão de radiância para refletância planetária no topo da atmosfera; e o cálculo do índice de interesse, através da seleção dos valores obtidos pela conversão de radiância e posteriormente subtraídos de cada banda.

Para a realização da conversão de radiância para refletância planetária no topo da atmosfera, foi necessário converter os níveis digitais das bandas 4 e 5 que estão em refletância direta para refletância da superfície (GEMIN, 2020). Utilizando-se assim as recomendações da Missão do Landsat, com os cálculos para reflexão do Topo da Atmosfera (TOA) juntamente com os coeficientes de redimensionamento no arquivo MTL (USGS, s.d.):

$$\rho\lambda' = M\rho Q_{cal} + A\rho$$

Onde:

$\rho\lambda'$ = refletância planetária TOA, sem correção para o ângulo solar. Observe que $\rho\lambda'$ não contém uma correção para o ângulo do sol.

$M\rho$ = Fator de reescalonamento multiplicativo específico da banda dos metadados (REFLECTANCE_MULT_BAND_x, onde x é o número da banda)

$A\rho$ = Fator de reescalonamento aditivo específico da banda dos metadados (REFLECTANCE_ADD_BAND_x, onde x é o número da banda)

$Qcal$ = Quantizado e calibrado valores de pixel de produto padrão (DN)

A refletância TOA com uma correção para o ângulo do sol é então:

$$\rho\lambda = \rho\lambda' / (\cos(\theta_{SZ})) = \rho\lambda' / (\sin(\theta_{SE}))$$

Onde:

$\rho\lambda$ = TOA refletância planetária

θ_{SE} = Ângulo de elevação solar local. O ângulo de elevação do sol do centro da cena em graus é fornecido nos metadados (SUN_ELEVATION).

θ_{SZ} = Ângulo zenital solar local; $\theta_{SZ} = 90^\circ - \theta_{SE}$

Para ser usado esses cálculos na calculadora do QGIS Desktop 3.22.8, foi feita uma conversão das fórmulas em uma só, adaptação realizada por Gemin (2020):

Fórmula convertida para realização do cálculo de conversão de radiância:

$$\rho\lambda' = ((M\rho \cdot Qcal) + A\rho) / \theta_{SE}$$

Onde:

$\rho\lambda'$ = Refletância do topo da atmosfera;

$M\rho$ = Parâmetro do metadado REFLECTANCE_MULT_BAND_x, onde x é o número da banda;

$A\rho$ = Parâmetro do metadado REFLECTANCE_ADD_BAND_x, onde x é o número da banda;

$Qcal$ = É o valor do número digital de cada pixel (DN) ou seja, a própria banda; e

θ_{SE} = Ângulo de elevação do sol.

Tendo o resultado do procedimento anterior, foi calculado o índice do NDVI, auxiliando “a diferenciar a vegetação de outros tipos de cobertura do solo (artificial) e a determinar o seu estado geral” (EOS, 2020).

O NDVI é calculado pixel a pixel a partir da seguinte equação:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

- **Buffer**

Foi realizado no software QGIS Desktop 3.22.8, usando como camada de entrada o polígono do corpo hídrico vetorizado, tendo como base a imagem de satélite do Landsat 8, feito um buffer de 50 metros.

- **Algoritmos dos cálculos**

O primeiro cálculo corresponde à conversão de radiância para refletância planetária no topo da atmosfera, com os dados apresentados abaixo:

- Imagem do Landsat 8, 28/04/2013

Algoritmos:

REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 0.00275

REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 0.00275

REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.2

REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.2

Ângulo de elevação do sol = 56.81114196

(Dados adquiridos no arquivo MLT disponibilizado pela base de dados do Landsat 8)

Seno de ângulo de elevação do sol = 0.836870778

(Seno calculado a partir do ângulo de elevação do sol)

- Imagem do Landsat 8, 23/05/2022

Algoritmos:

REFLECTANCE_MULT_BAND_4 = 0.00002

REFLECTANCE_MULT_BAND_5 = 0.00002

REFLECTANCE_ADD_BAND_4 = -0.100000

REFLECTANCE_ADD_BAND_5 = -0.100000

Ângulo de elevação do sol = 52.59911841

(Dados adquiridos no arquivo MLT disponibilizado pela base de dados do Landsat 8)

Seno de ângulo de elevação do sol = 0.794405275

(Seno calculado a partir do ângulo de elevação do sol)

• Classificação

Feitos os cálculos para a conversão de radiância para refletância planetária no topo da atmosfera, tem-se a refletância das bandas 4 (vermelho) e banda 5 (infravermelho). A próxima etapa é calcular o NDVI com as bandas 4 e 5, utilizando a calculadora *raster* do software QGIS Desktop 3.22.8. Posteriormente, foi realizado processo de reclassificação NDVI, sendo efetuado por meio da extensão *GRASS* e a ferramenta *r.recode* do QGIS, resultando nos intervalos e classes expostos (Tabela 2).

Tabela 2: Intervalos e Classes do NDVI.

Intervalos do NDVI	Classes atribuídas	Notas
$\leq 0,1$	Corpo hídrico	1
0,1 a 0,2	Solo exposto	2
0,2 a 0,3	Vegetação com baixa atividade fotossintética	3
0,3 a 0,4	Vegetação com média atividade fotossintética	4
0,4 a 1	Vegetação com alta atividade fotossintética	5

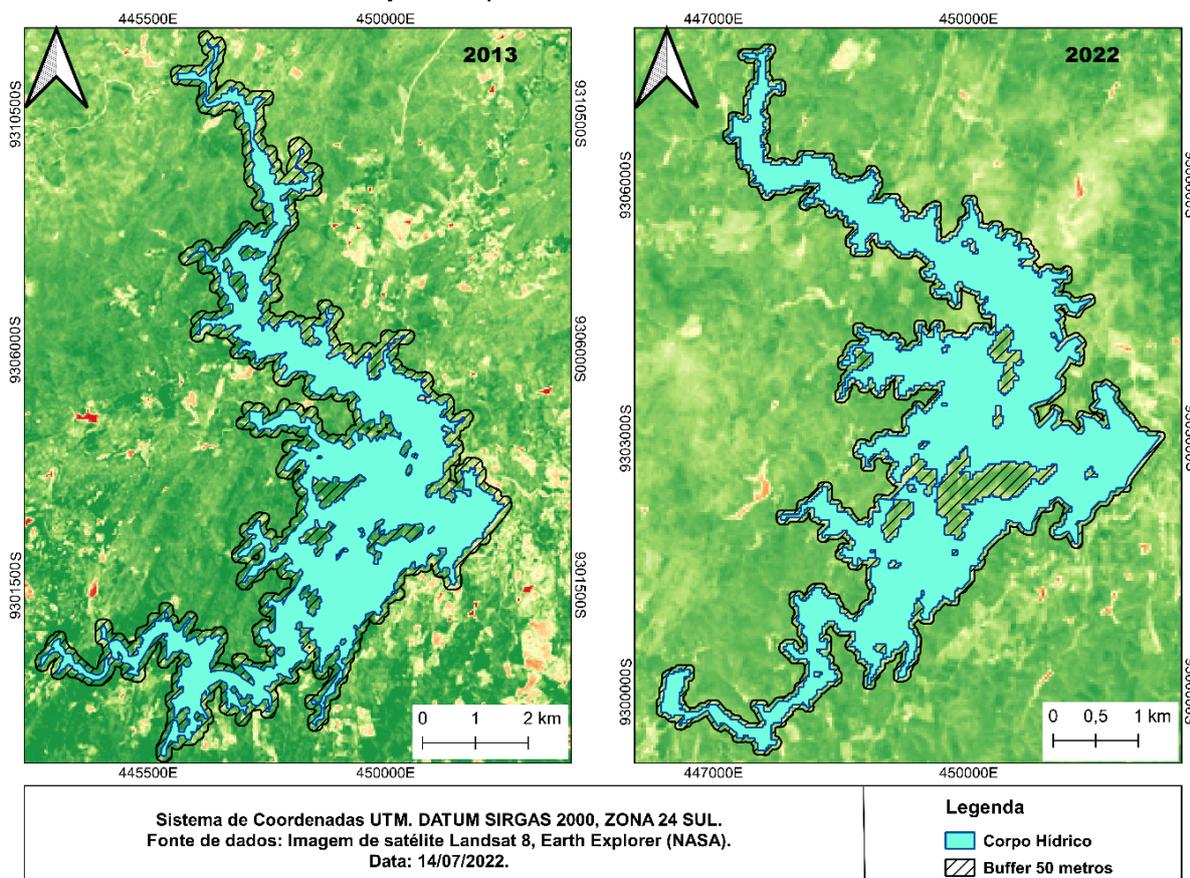
Fonte: Adaptado de Oliveira e Aquino, 2020.

Destaca-se que para as classes e os intervalos do NDVI teve como referência o método de Oliveira e Aquino (2020), que utilizou para classificar o índice de vegetação diferenciada normalizada na bacia do rio Gurgueia no Estado do Piauí, para detectar as áreas de mudança de vegetação e identificar a degradação e/ou regeneração.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No mapa 2, mostra um *buffer* de 50 metros de mata ciliar ao redor do açude na linha temporal de 2013 e 2022 nos meses de precipitação, que tem por um dos objetivos conter a erosão do solo (BRASIL, 2012).

Mapa 2: Mapa com a mata ciliar no reservatório.



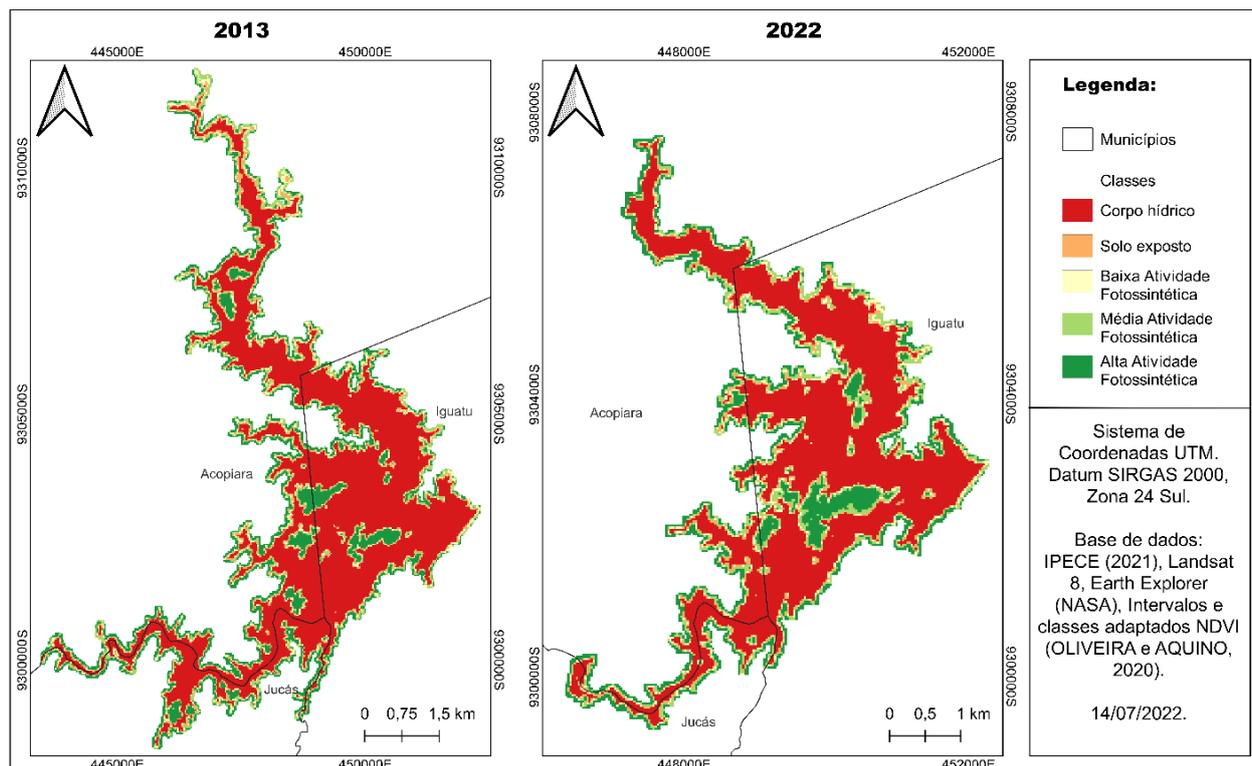
Fonte: Autoria própria, 2022.

É importante salientar que no mapa acima, há uma diferença na escala de cada mapa, devido a seguinte situação, no ano de 2013, o açude apresenta um aporte de água muito maior e extenso tendo uma área de 18.601.793,186 m², sendo necessária a redução da escala cartográfica. Enquanto no ano de 2022 o açude teve um aporte menor do que o ano de 2013, ocupando uma área 9.635.826,743 m², tendo um aumento na escala cartográfica, para uma melhor visualização do contorno da mata ciliar e dos corpos hídricos.

A escolha do tamanho do *buffer* para a mata ciliar, é que em reservatórios d'água artificial para abastecimento humano, tem como faixa mínima de 50 metros podendo chegar até 500 metros, é assegurado no artigo 5º da lei nº 12 651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012).

A cobertura vegetal da mata ciliar do açude Trussu reflete as condições climáticas e pedológicas da área, com a vegetação de caatinga. Para analisar a dinâmica da variação da vegetação, fez-se a análise temporal através do NDVI entre os anos de 2013 e 2022 (Mapa 3), que analisa a condição da vegetação no campo através de sensoriamento remoto.

Mapa 2: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada



Fonte: Autoria própria, 2022.

Usando o mesmo critério para o *buffer*, pela área ocupada por água do açude nos anos da análise temporal, a escala é diferenciada, para melhor ser analisada. Foi recortado a imagem *raster* tendo como camada de máscara os *buffers* dos referidos anos, realizados no *software* de geoprocessamento QGIS. Na tabela 3 observa-se a diferença entre as classes para cada ano, onde as imagens demonstram melhor resposta para interpretação da mata ciliar, visto que cada imagem representa uma estação chuvosa de cada ano.

Tabela 3: Porcentagem de cada classe do NDVI na mata ciliar em 2013 e 2022.

Classes	(%) 2013	(%) 2022
Corpos hídricos	11%	7%
Solo Exposto	19%	17%
Baixa atividade	27%	28%
Média atividade	35%	39%
Alta atividade	43%	49%

Fonte: Autoria própria, 2022.

O resultado do mapa 4 demonstra que a área do solo exposto diminuiu de 19%, em 2013 para 17% em 2022, dentro da área de mata ciliar. Observa-se ainda no mapa 4 que o NDVI resultou na baixa atividade fotossintética das plantas em 28% no ano de 2022, em contraste com o ano de 2013 que resultou 27% para a mesma classe, retratando assim uma pequena alteração da vegetação.

Destaca-se ainda que o NDVI resultou em média atividade fotossintética em uma área correspondente a 35% em 2013 e 39% em 2022, assim como houve um aumento da área classificada com alta atividade fotossintética entre os anos de 2013 (43%) e 2022 (39%). Discutindo esses dados, o aumento da atividade fotossintética da vegetação, pode ser explicado na intensidade pluviométrica da região.

Vale salientar que a imagem de satélite de 2013, foi catalogada no mês de abril, e a imagem de 2022 no mês de maio, devido ao grande número de nuvens que sobrepunham o reservatório durante os outros meses da estação chuvosa. Nos municípios onde está localizado o açude, houve precipitações significativas durante os meses da estação chuvosa (Tabela 4).

Tabela 4: Tabela da normal e observação nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e maio.

MUNICÍPIOS:		ACOPIARA		IGUATU		JUCÁS	
Mês	Dados	2013	2022	2013	2022	2013	2022
Jan.	Normal	97.8 mm		124.7 mm		137.6 mm	
	Observado	12.2 mm	189.6 mm	84 mm	290.5 mm	40.3 mm	295.7 mm
Fev.	Normal	106.5 mm		144.7 mm		146.2 mm	
	Observado	25.7 mm	99.6 mm	45.4 mm	92.6 mm	42 mm	131 mm
Mar.	Normal	173.5 mm		219.3 mm		211 mm	
	Observado	78.4 mm	187.1 mm	63.1 mm	382 mm	104.5 mm	453.6 mm
Abril	Normal	169.7 mm		206.2 mm		192.6 mm	
	Observado	164 mm	106.6 mm	111.4 mm	163.2 mm	152.5 mm	176 mm
Maio	Normal	93.1 mm		91.8 mm		78.9 mm	
	Observado	91.4 mm	67.3 mm	112.3 mm	92.2 mm	101.1 mm	88.4 mm

Fonte: FUNCEME, 2022.

Os dados da tabela 4 foram coletados na Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), observa-se que nas incidências de precipitação nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e maio, nos referidos anos do trabalho, houve uma precipitação que varia entre abaixo e acima do normal de cada mês em 2013 e 2022, isso também pode responder as atividades fotossintéticas da vegetação na área que corresponde a mata ciliar.

Entretanto, é necessário colocar que há uma redução considerável da área ocupada pelo corpo hídrico, que em 2013 resultava 11%, de acordo com o resultado do mapa 4, em detrimento de 7% no ano de 2022. Pode-se considerar os anos da estiagem prolongada no Estado do Ceará,

onde 2013 foi uma seca severa e nos anos de 2014 a 2017 moderada (NUNES e MEDEIROS, 2020)

CONCLUSÕES

O NDVI demonstra ser uma ferramenta apropriada no gerenciamento e monitoramento de áreas com mata ciliar, uma vez que pode detectar alterações na cobertura vegetal com rapidez e tem um baixo custo operacional.

Observou-se que na análise temporal do NDVI nos anos de 2013 e 2022 houve uma pequena alteração da vegetação na mata ciliar do açude Trussu, havendo um aumento aproximado de 10% da atividade fotossintética nessa área devido aos eventos meteorológicos, na linha temporal de 9 anos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Efraim Martins. Detecção de diferentes alvos no entorno de reservatórios no semiárido através do uso de sensoriamento remoto. 2017.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo código florestal brasileiro.

CHUVA MÉDIA DO MÊS POR MUNICÍPIO. 2022. Disponível em: <<http://www.funceme.br/app-calendario/mes/municipios/media/2022/1>>. Acesso em: 20 de jun. de 2022.

DE MORAES, Elisabete Caria. Capítulo 1 fundamentos de sensoriamento remoto. 2002.

NOVO, Evlyn Márcia Leão de Moraes. PONZONI, Flávio Jorge. INTRODUÇÃO AO SENSORIAMENTO REMOTO. São José dos Campos – São Paulo, 2001 Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/Miguel/AlunosPG/Jarvis/SR_DPI7.pdf>. Acesso em: 20 de jun. de 2022.

EMBRAPA. A agricultura e a pecuária na Caatinga. Sem data. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/bioma-caatinga/desertificacao/agricultura-na-caatinga#:~:text=A%20agricultura%20da%20Caatinga%20ocorre,vegetal%20e%20outras%20formas%20de>>. Acesso em: 22 de jun. de 2022.

EVANGELISTA, Antonia dos Reis Salustiano. O PROCESSO DE DESMATAMENTO DO BIOMACAATINGA: RISCOS E VULNERABILIDADES SOCIOAMBIENTAIS NO TERRITÓRIO DE IDENTIDADE DO SISAL, BAHIA. **Revista Geográfica de América Central**, v. 2, n. 47E, 2011. Disponível em: <<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2369>>. Acesso em: 21 de jun. de 2022.

FUNCEME. 2020. TIPOS CLIMÁTICOS. Escala: 1:600.000. Consultado em 20 de jun. de 2022. Website: http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12/pdf/Tipos_Climaticos_2020.pdf Acesso em: 20 de jun. de 2022.

GEMIN, Alyne Raminelli Siguel. Como calcular o ÍNDICE NDVI utilizando imagens de satélite no QGIS? YouTube, 2 de out. de 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=sY_h-TcZPd8>. Acesso em: 29 de jun. 2022.

MASCARENHAS, Luciane Martins de Araújo; FERREIRA, Manuel Eduardo; FERREIRA, Laerte Guimarães. Sensoriamento remoto como instrumento de controle e proteção ambiental: análise da cobertura vegetal remanescente na bacia do rio Araguaia. **Sociedade & natureza**, v. 21, p. 5-18, 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/sn/a/TDprhVvNMFrFrSZCPPgsSMJ/?lang=pt>>. Acesso em: 22 de jun. de 2022.

MENEZES, Kaio Cesar de Carvalho. Análise espaço-temporal da mata ciliar no perímetro estuarino do Rio Jaguaribe/CE. 2020.

NUNES, Luiz Fabiano Camilo Viana; MEDEIROS, Pedro Henrique Augusto. Análise histórica da severidade de secas no Ceará: efeitos da aquisição de capital hidráulico sobre a sociedade. **Revista de gestão de água da América Latina**, v. 17, n. 2020.

OLIVEIRA, Livanía Norberta; AQUINO, Cláudia Maria Sabóia. Índice da Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) na Sub-Bacia Hidrográfica do rio Gurguéia, Piauí-Brasil: análise do efeito da expansão agrícola. **Revista Georaguia**, v. 10, n. 2, p. 126-143, 2020.

CAPÍTULO 10

PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE PESQUISA AGROPECUÁRIA EM UNIDADES DE MULTIPRODUTOS¹

Anderson Ramos de Oliveira
Glauber dos Santos

RESUMO

O uso de métodos multicritérios serve de apoio na tomada de decisão dos gestores de empresas, ao integrar aspectos matemáticos e subjetivos. O método *Analytic Hierarchy Process* [AHP] é uma opção para priorização de propostas de pesquisa, pois agrega multicritérios. Todavia, o método apresenta o inconveniente de demandar muito tempo para ser realizado devido à comparação par a par das alternativas. Assim, o objetivo deste estudo foi analisar uma variação simplificada do método AHP na priorização de projetos a serem submetidos a chamadas competitivas, considerando-se uma unidade de pesquisa agropecuária de multiprodutos. O estudo foi realizado em uma unidade de multiprodutos, onde os gestores analisaram cinco propostas de diferentes áreas da pesquisa agropecuária por meio da aplicação de duas metodologias de priorização: método adaptado e método AHP. Para a aplicação do método adaptado, as propostas foram analisadas de forma individualizada, sem a comparação par a par. A relação entre os métodos foi feita com a aplicação do teste do Qui-Quadrado de Pearson. Houve hierarquização das propostas de forma semelhante nos dois métodos investigados, sendo que a proposta 4 foi considerada a mais importante, seguida, nesta ordem, pelas propostas 3, 5, 1 e 2. O teste do Qui-Quadrado de Pearson resultou em igualdade na percepção dos avaliadores nas duas metodologias. A aplicação da metodologia adaptada de projetos em unidade de pesquisa agropecuária de multiprodutos foi capaz de promover a priorização de propostas de forma precisa, tanto quanto o método AHP clássico, porém com menor tempo de execução.

PALAVRAS-CHAVE: *Analytic Hierarchy Process*; multicritérios; prioridade global; gestão de projetos.

INTRODUÇÃO

O planejamento estratégico de uma empresa ou de uma organização é de fundamental importância para que a mesma cumpra sua missão. No processo gerencial, uma das maiores dificuldades enfrentadas pela alta gestão da empresa é a capacidade de fazer escolhas que estejam alinhadas à missão, à visão e aos valores preconizados em sua concepção. De acordo com Pize (2017), uma organização deve executar os “projetos certos”, ou seja, aqueles que estejam alinhados às suas estratégias organizacionais, com o efetivo potencial de colaborar para o atingimento de seus objetivos estratégicos. Para a correta seleção de projetos, ferramentas e

¹ Monografia vencedora do Prêmio “Professor Pedro Valentim Marques” em 2021 - USP/ESALQ



métodos gerenciais devem ser adotados, principalmente, nos casos em que há multicritérios envolvidos.

O uso de métodos multicritérios serve de apoio na tomada de decisão dos gestores, posto que é uma metodologia formal e de base científica, utilizando-se de explicação matemática em aderência a outros aspectos subjetivos (ALMEIDA et al. 2019; TRIANTAPHYLLOU, 2000; VELASQUEZ e HESTER, 2013) para auxiliar na priorização de projetos. De acordo com Ziotti e Leoneti (2020), há maior comprometimento no processo de tomada de decisão em grupo (gestores), modelado por um método multicritério, pois os métodos matemáticos refletem níveis mais elevados de senso de justiça e satisfação. Todavia, em organizações muito grandes, a aplicação do método nem sempre é simples e requer maior atenção dos gestores e responsáveis pela seleção de projetos a serem executados.

Neste contexto, uma empresa que tenha um sistema de gestão de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação consolidado e que siga rigoroso fluxograma de tramitação de projetos, desde a sua idealização até o seu encerramento pode, ainda assim, ter dificuldades na priorização de projetos. Em empresas ou unidades empresariais que desenvolvem pesquisa considerando multiprodutos, a seleção de critérios de priorização de propostas constitui-se em um desafio, dado que o atendimento à demanda de diversos setores, comumente, pode ser motivo de concorrência ou de conflito, onde cada linha de pesquisa e seu produto tende a demonstrar maior importância que as demais. Em unidades de multiprodutos não é apenas o produto que é diversificado, mas também os clientes que demandam da unidade respostas aos seus problemas, apresentando especificidades únicas. Segundo Almeida et al. (2015), há situações nas quais os problemas apresentam multiobjetivos ou multicritérios, pois há mais de um objetivo a ser tratado e, por vezes, esses objetivos podem ser conflitantes.

A adoção de métodos de priorização que levam em consideração multicritérios passa a ter maior importância nestas situações. Desta forma, a gestão de pesquisa, desenvolvimento e inovação em uma unidade de pesquisa agropecuária deve ser capaz de selecionar critérios que sejam relevantes, de grande impacto, consonantes com as diretrizes da empresa e com seus documentos orientadores, mas que, ao mesmo tempo, sejam justas e capazes de priorizar propostas de pesquisa de diferentes linhas, de forma a atender a todas as demandas oriundas dos patrocinadores (sponsors).

Dentre as alternativas de priorização de propostas, o método “Analytic Hierarchy Process” [AHP] tem se apresentado como o mais viável, visto que o mesmo agrega



multicritérios de priorização. De acordo com Saaty (1991), este método é baseado na decomposição e síntese das relações entre os critérios, até que se alcance a priorização de seus indicadores, aproximando os resultados da melhor resposta de medição única de desempenho. Trata-se de uma metodologia simples, versátil e de alta precisão com a possibilidade de confrontar em uma mesma análise aspectos quantitativos e qualitativos (FORMAN e GASS, 2001; KHAIRA e DWIVEDI, 2018; TAHERDOOST, 2017).

Rodrigues e Corso (2020) complementam que a aplicação deste método se justifica em sua capacidade de balizar, em uma mesma análise, critérios objetivos e subjetivos, classificando-os conforme a sua importância para o resultado esperado. Todavia, ainda que a metodologia seja simples, a aplicação do método pode ser limitada pela factibilidade de execução quando se considera um número muito grande de produtos, pois como a comparação é realizada par a par, a análise aprofundada de cada alternativa por um grupo de gestores, onde cada membro deve analisar todas as alternativas e compará-las par a par à luz de cada critério, torna o processo muito demorado, pouco prático e racional. O aumento do número de alternativas, aumenta sensivelmente o trabalho computacional e requer muito esforço dos tomadores de decisão para determinar todos os pares de comparação necessários (SILVA, 2004). Além disso, o processamento de informações que interagem simultaneamente pode ficar comprometido devido à capacidade cognitiva, afetando a precisão, a validade e a confiabilidade de dados, sendo este limite de, aproximadamente, sete elementos, o que dificulta a tomada de decisão (ENSSLIN et al. 2001).

Deve-se atentar que, por vezes, tem-se multicritérios, multiprodutos e multiprojetos, por isso, a aplicação da AHP de forma mais simplificada, na qual sejam utilizadas a matriz de multicritérios com pesos na análise individualizada das propostas (sem comparação par a par), poderá promover uma hierarquização que facilite a priorização de propostas mais competitivas, consonantes com a missão da empresa e que, ao mesmo tempo, reflitam a demanda dos diversos sponsors. Ainda, a redução do tempo de execução da AHP pode tornar a metodologia mais atrativa aos tomadores de decisão (LEAL, 2020).

Assim, o objetivo deste estudo foi analisar uma variação simplificada do método AHP na priorização de projetos a serem submetidos a chamadas competitivas, considerando-se uma unidade de pesquisa agropecuária de multiprodutos.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em uma unidade [UD] de empresa pública de pesquisa agropecuária, localizada no município de Petrolina, PE. A UD, cujo mandato de atuação se estende por toda região semiárida, compreendendo vários estados da região Nordeste, desenvolve pesquisas voltadas para a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola no Semiárido brasileiro, nas áreas de agropecuária dependente de chuva, agricultura irrigada e recursos naturais. A UD é um exemplo de caso de multiprodutos para atender a multivalentes, pois desenvolve pesquisa com diversos produtos como: melão, melancia, abóbora, sorgo, cana-de-açúcar, milho, uva, citrus, cebola, manga, mandioca, feijão-caupi, guandu, goiaba, acerola, forrageiras (capim buffel, palma forrageira, *Macroptilium* sp., maniçoba, etc.), eucalipto, algaroba, mel, recursos genéticos, umbu, pera, sistemas multifuncionais, produção de caprinos, ovinos e bovinos (leite, queijos e outros derivados, manejo alimentar, manejo reprodutivo e sanitário animal), desertificação, recuperação de áreas degradadas, sensoriamento remoto, reúso de águas, captação e armazenamento de água de chuvas, mecanização agrícola, agricultura bioeconômica, prospecção de espécies nativas, micro-organismos, biotecnologia, prospecção e uso de espécies medicinais e aromáticas, biocombustíveis, dentre outros. Além disso, a UD, também, recebe demandas para o setor social (inovação social).

A pesquisa comparou duas formas de priorização de projetos:

1) Método AHP – nesta forma de priorização utilizou-se o método clássico preconizado por Saaty (1991), sendo o estudo estruturado conforme Costa (2006) e Saaty (2008), seguindo as seguintes etapas: 1) construção da hierarquia por meio da definição do problema (priorização de projetos a serem submetidos em chamada competitiva dentro da empresa) e estruturação de níveis hierárquicos (problema; critérios e alternativas); 2) definição de prioridades, por meio de comparações pareadas de acordo com os critérios analisados (Matriz Normalizada de Critérios e Matriz de Comparação dos Pares à luz de cada critério), tendo-se como princípio a habilidade do ser humano perceber as ligações entre duas opções considerando-se os critérios adotados; 3) avaliação da consistência lógica, uma vez que a inconsistência nos dados pode ser percebida, pois há valores subjetivos e; 4) Definição da Prioridade Global.

2) Método adaptado – a priorização, neste caso, seguiu inicialmente as estruturas da AHP ao se realizar a construção da hierarquia e priorização dos critérios. No entanto, utilizou-se a Matriz Normalizada de Critérios, com seus respectivos pesos para analisar, sem comparação par a par, cada uma das alternativas (projetos), priorizando-as em função das notas obtidas.

Para a aplicação do método AHP e do método adaptado, cinco propostas da empresa foram analisadas por gestores da área de pesquisa, desenvolvimento & inovação da UD, sendo que as propostas apresentavam linhas de pesquisa bem distintas: Proposta 1: tecnologia de produção de suco de uva; Proposta 2: suplementação alimentar de ovinos e caprinos; Proposta 3: desenvolvimento de inoculante tolerante à seca; Proposta 4: tecnologia de produção de pereira e; Proposta 5: integração de tecnologias hídricas.

A definição dos critérios foi baseada em rol de julgamentos já adotados pela equipe gestora da UD a nível local, pela equipe gestora da empresa a nível nacional, por gestores de portfólios, bem como na análise de documentos orientadores da empresa, que resultaram na construção de critérios que tendem à imparcialidade, adequados e consonantes com a missão da UD (Tabela 1).

Tabela 1: Critérios de priorização de projetos.

Critério	Detalhamento
Relevância do problema ou oportunidade	A proposta deve apresentar claramente o problema que se pretende resolver ou a oportunidade visualizada. Projetos abordando muitos problemas podem caracterizar falta de foco. A justificativa para a execução da proposta deve ser baseada nas soluções (SIs) e/ou contribuições (CIs) para inovação que irão resolver o problema ou atender a oportunidade.
Alinhamento: SI ou CI ao DI	As SIs e CIs devem estar totalmente alinhadas aos desafios de inovação [DIs] priorizados na chamada.
Factibilidade de execução	Capacidade técnica e logística descrita na proposta a ser dedicada para a solução do problema, considerando-se a infraestrutura dos laboratórios, equipamentos, campos experimentais, veículos e equipe técnica de apoio disponíveis na UD e nas parcerias construídas (redes) na proposta para o desenvolvimento das SIs/CIs. Adequação de atividades aos objetivos, bem como ao orçamento e ao período de execução.
Impacto das SIs ou CIs	O impacto das SIs e CIs deve ser apresentado, sempre que possível, considerando a abordagem multidimensional (análise econômica, socioambiental, geração de empregos e, no desenvolvimento institucional), tais como: rendimento econômico; aumento de produção/produtividade; agregação de valor; indicadores de aumento/manutenção de mercado e geração/manutenção de emprego/renda; aumento/redução de custos; redução da penosidade do trabalho; redução da degradação ambiental; preservação/conservação do bioma; sustentabilidade dos sistemas, redução da emissão de C, etc. Caso a cadeia não esteja organizada, o proponente deve informar os potenciais benefícios e beneficiários e ganhos gerados pela ampliação de competências da equipe em razão da possibilidade de capacitação em assunto/técnica relevante.
Resultados e Entrega de Ativos	Entrega efetiva de soluções de inovação de pronto uso pelo setor produtivo. Projetos com maior número de entrega de ativos prontos para assimilação nas cadeias de produção a que se destinam terão notas mais elevadas (destaque para ativos com technology readiness levels [TRL] igual ou superior a 7). No entanto, havendo a caracterização de um problema importante para a cadeia/tema que não apresente base de conhecimento prévio na literatura, esta informação bem como a justificativa para o estudo deve estar bem clara na proposta.

Equipe e UD se tornarem referência	Expertise da equipe, capacidade de trabalhar em rede, capacidade de celebrar parcerias com outros grupos de pesquisa abordando o mesmo tema. Parcerias com outras UD's. Estimativa de ganho para a imagem da UD na sociedade em função da solução do problema.
Redação das SIs ou CIs e Resultados	Clareza e coerência na identificação das SIs, CIs e resultados. A redação deve atender aos documentos orientadores.

Fonte: Autoria própria (2021).

Sequencialmente foi elaborada a construção da Matriz Normalizada de Critérios, compondo uma estrutura hierárquica básica. A definição de prioridades foi realizada por meio de julgamentos paritários, utilizando-se a escala numérica de Saaty, conforme a Tabela 2.

Tabela 2: Escala fundamental de Saaty para definição de prioridades.

Intensidade de Importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação a outra.
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação a outra.
7	Importância grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação a outra, sua dominação de importância é demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação a outra com o mais alto grau de certeza.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre os valores adjacentes	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.

Fonte: Saaty (1991).

Os julgamentos paritários para hierarquização dos critérios identificados na Tabela 1 foram realizados por nove membros gestores diretamente ligados à pesquisa, desenvolvimento e inovação da UD que foram convidados a comparar, par a par, os critérios e atribuir notas em função da importância dos mesmos para a priorização das propostas, sendo as comparações realizadas por meio do software Hierarchy Process (AHP): versão 11.10.2017 (GOPEL, 2018). Tal procedimento resultou na Matriz Normalizada de Critérios.

Na construção da matriz de julgamentos, a Razão de Consistência [RC] foi calculada conforme a seguinte equação:

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (1)$$

onde: *IC* = índice de consistência; *IR* = índice de consistência randômico.

O índice de consistência [*IC*], por sua vez, é dado por:

$$IC = \frac{(\lambda_{\text{máx}} - n)}{(n-1)} \quad (2)$$

onde: $\lambda_{\text{máx}}$ é o maior valor da matriz de julgamentos de ordem n .

O valor de IR, Índice de Consistência Randômica, é fixo e tem como base o número de critérios que está sendo avaliado (Tabela 3).

Tabela 3: Índice de inconsistência aleatória média.

Dimensão da matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice de inconsistência aleatória média	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fonte: Golden e Wang, 1990.

Após esta etapa, comum às duas formas de priorização, 15 membros gestores receberam as cinco propostas, os critérios e os dois métodos de priorização para a análise das propostas à luz dos critérios. Ao utilizarem o método adaptado, os gestores atribuíram notas para cada uma das propostas, de forma individualizada, sem comparação par a par. A atribuição das notas foi realizada em função de cada um dos critérios adotados e seus respectivos pesos obtidos na Matriz Normalizada de Critérios. Ao final, foi possível estabelecer a Prioridade Média, considerando-se cada um dos critérios, bem como a Prioridade Global, com a classificação das propostas. Por outro lado, ao utilizarem o método da AHP, os gestores compararam as propostas, par a par, à luz de cada um dos critérios. Na sequência, foi atribuída uma nota para esta importância, conforme a escala fundamental de Saaty (Tabela 2), obtendo-se a matriz de Prioridades Médias Locais [PML's] e a matriz de Prioridade Global [PG] com a indicação de um vetor de prioridade global, hierarquizando, desta forma, as propostas.

A normalização das matrizes de julgamento foi realizada por meio da obtenção de quadros normalizados (soma dos elementos de cada coluna das matrizes de julgamento e posterior divisão de cada elemento destas matrizes pelo somatório dos valores da respectiva coluna), sendo as PML's, as médias das linhas dos quadros normalizados e o PG, um vetor que armazena a prioridade associada a cada alternativa em relação ao foco principal (MARINS et al., 2009).

Após a hierarquização dos projetos em função dos dois métodos, os resultados foram comparados entre si por meio do teste do Qui-Quadrado (X^2) de Pearson, a fim de verificar se a percepção dos gestores, obtida nos dois métodos, apresenta relação de igualdade. Para tanto, foram utilizados os valores médios percentuais obtidos a partir das PGs das duas metodologias, ao nível de 5% de probabilidade. O X^2 é dado por:

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (3)$$

onde: O_i = número de casos observados classificados na categoria i ; E_i = número de casos esperados na categoria i sob H_0 , onde k = número de categorias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CRITÉRIOS DE PRIORIDADES

Os julgamentos paritários para a construção da Matriz Normalizada de Critérios resultaram na identificação do critério de “impacto das SIs ou CIs” como o de maior importância dentre os analisados (Tabela 4). De acordo com Kumar (2004), a aplicação da escala fundamental de julgamentos paritários referentes às comparações entre os critérios, permite a verificação do vetor prioridade, sendo este identificado pelo maior valor obtido.

Tabela 4: Matriz Normalizada de Critérios.

Prioridades	Relevância	Alinhamento	Factibilidade	Impacto das SIs ou CIs	Resultados e Ativos	Equipe e UD	Redação	Vetor Prioridade	Classificação
Relevância	1,000	5,018	1,546	0,574	1,585	5,256	4,225	0,222	2
Alinhamento	0,199	1,000	0,316	0,189	0,319	0,489	0,875	0,044	7
Factibilidade	0,647	3,161	1,000	0,336	1,167	3,213	3,327	0,146	3
Impacto das SIs ou CIs	1,741	5,301	2,974	1,000	3,393	6,047	5,398	0,346	1
Resultados e Ativos	0,631	3,131	0,857	0,295	1,000	3,571	3,130	0,139	4
Equipe e UD	0,190	2,047	0,311	0,165	0,280	1,000	1,277	0,055	5
Redação	0,237	1,143	0,301	0,185	0,320	0,783	1,000	0,049	6
Razão de Consistência	0,016								

Fonte: Autoria própria, 2021.

A percepção da importância do critério de impacto das soluções de inovação ou de contribuições de inovação é um indicativo de que a equipe gerencial de projetos da UD busca, na construção de seu portfólio de projetos, garantir que sejam priorizados aqueles projetos que demonstrem efetiva solução tecnológica (adoção pela sociedade).

O segundo critério mais importante é a relevância do problema e/ou oportunidade sugerindo que os gestores percebem que a proposta deve apresentar elementos que caracterizem de forma objetiva e clara o problema ou a oportunidade da cadeia produtiva que precisa ser solucionado ou explorado. Neste critério, os gestores analisam o foco da pesquisa, aspecto essencial para a definição das soluções de inovação e/ou contribuições de inovação. Os demais

critérios, em ordem de prioridade, foram: factibilidade de execução; resultados e ativos que serão gerados, potencial da equipe e/ou UD se tornar referência no tema e, o último, a redação das SIs, CIs e resultados. Este critério, possivelmente, ocupou o último lugar de priorização devido à percepção de que a redação adequada dos itens para atender aos documentos orientadores pode ser realizada com facilidade pelo proponente, portanto, de fácil correção, ao contrário dos demais critérios que se, não atendidos, são difíceis de serem alterados.

A construção da matriz normalizada de critérios é parte fundamental para a aplicação de métodos multicritérios uma vez que, segundo Linkov e Moberg (2012), o método a ser adotado deve permitir que as preferências e o desempenho sobre diferentes alternativas de gestão sejam avaliados de uma forma clara, com base matemática rigorosa e que seja transparente para as partes interessadas (stakeholders), sendo que os pesos dos critérios (vetor prioridade) direcionem a decisão para a melhor alternativa de acordo com os dados fornecidos, pois combina as informações de preferência e pontuação para tomar a decisão. No caso da matriz normalizada de critérios, os resultados direcionam para o ranqueamento (priorização dos critérios) que podem ser compreendidos como pesos a serem adotados por ocasião da priorização de propostas.

A razão de consistência de apenas 0,016 é um excelente resultado, pois pressupõe que na análise comparativa dos critérios, os avaliadores foram capazes de estabelecer relações e atribuir valor de importância de forma coerente, considerando-se os critérios e a escala de importância com seus pesos. Segundo Costa et al. (2008), inconsistências podem ocorrer, principalmente quando existir um grande número de alternativas, mesmo se os tomadores de decisão, ao realizarem os julgamentos paritários tiverem muita experiência e conhecimento, por isso, a análise do RC das matrizes é essencial para que erros na tomada de decisão sejam minimizados. De acordo com Saaty (2003) e Taherdoost (2017), o $RC \leq 0,10$ é um indicativo de consistência dos julgamentos paritários. O RC da matriz normalizada de critérios ser igual ou menor que 10% é aceitável, desde que todas as matrizes de julgamento utilizadas pelos tomadores de decisão, para o mesmo elemento analisado, apresentem consistência aceitável (SAATY 1980; XU, 2000).

MÉTODO ADAPTADO

A análise das propostas, considerando-se apenas o Vetor de Prioridade obtido na Matriz Normalizada de Critérios (método adaptado), resultou na priorização das propostas em função dos critérios de avaliação adotados (Tabelas 5 e 6). Depreende-se da Tabela 5, que as propostas

atendem de forma particularizada aos critérios, o que permite a priorização das mesmas à luz de cada critério. Assim, a proposta 1 destacou-se em relação ao critério de Factibilidade de execução (1,15); a proposta 2 não se destacou em nenhum dos critérios e, nem mesmo, conseguiu ser relacionada em segundo lugar em nenhum dos critérios analisados. A proposta 3, por sua vez, se destacou no critério de Redação das SIs ou CIs e Resultados e foi bem avaliada em outros critérios, ficando em segundo lugar na análise de Relevância do problema ou oportunidade, Impacto das SIs ou CIs e Equipe e UD se tornarem referência. A proposta 4 foi a mais bem-sucedida, pois se destacou nos critérios de Relevância do problema ou oportunidade, Impacto das SIs ou CIs, Resultados e entrega de Ativos e Equipe e UD se tornarem referência, além de ficar em segundo lugar quando se analisou o critério de Factibilidade de execução. A proposta 5, só se posicionou em primeiro lugar em relação ao critério Alinhamento das SIs ou CIs ao DI.

Tabela 5: Prioridade Média em função do método adaptado.

Critério	Vetor Prioridade	Proposta 1		Proposta 2		Proposta 3		Proposta 4		Proposta 5	
		μ	μp	μ	μp	μ	μp	μ	μp	μ	μp
Relevância	0,22	6,27	1,39	6,80	1,51	7,87	1,74	8,27	1,83	7,60	1,68
Alinhamento	0,04	8,33	0,37	2,87	0,13	8,27	0,37	7,13	0,32	8,80	0,39
Factibilidade	0,15	7,87	1,15	7,20	1,06	7,07	1,04	7,60	1,11	7,40	1,08
Impacto das SIs ou CIs	0,34	6,40	2,19	6,87	2,35	7,40	2,54	7,87	2,70	7,00	2,40
Resultados e Ativos	0,14	6,93	0,96	6,40	0,89	6,13	0,85	7,33	1,02	6,33	0,88
Equipe e UD	0,06	7,33	0,41	6,47	0,36	7,47	0,42	8,40	0,47	6,93	0,39
Redação	0,05	6,80	0,33	6,33	0,31	7,13	0,35	6,73	0,33	6,60	0,32

Fonte: Autoria própria, 2021.

Nota: média [μ]; média ponderada [μp]

Diante dos resultados, a proposta 4 foi a mais bem avaliada pela equipe de gestores, sendo seguida pelas propostas 3, 5, 1 e 2, respectivamente (Tabela 6). Salienta-se que a Proposta 1, apesar de ter se destacado em um critério (Factibilidade de execução) e ter alcançado o segundo lugar em outros 3 critérios, a mesma se posicionou em quarto lugar na classificação final, posto que os critérios nas quais ela se destacou se relacionavam a vetores prioridade de baixos valores.

Tabela 6: Prioridade Global em função do método adaptado.

Proposta	Nota Final	Classificação
Proposta 1	6,82	4
Proposta 2	6,61	5
Proposta 3	7,31	2
Proposta 4	7,78	1
Proposta 5	7,16	3

Fonte: Autoria própria, 2021.

A aplicação do método adaptado reduz, significativamente, o tempo de análise das propostas, pois a análise individualizada, permite que o gestor atribua notas com base apenas nos critérios. As ferramentas que auxiliam a tomada de decisão, por parte dos gestores, devem sempre buscar a maior eficiência no que diz respeito à economia de tempo. De acordo com Brandão et al. (2017), o tempo excessivo do processo decisório demandado é completamente inadequado ao atual dinamismo dos cenários econômicos que se apresentam, exigindo que as decisões sejam muito mais rápidas.

MÉTODO AHP

As Prioridades Médias Locais [PML's] foram obtidas após a comparação das propostas, par a par, em função de cada critério estabelecido (Tabela 7). Os critérios de Relevância do problema ou oportunidade, Impacto das SIs ou CIs e Redação das SIs ou CIs e Resultados foram mais bem atendidos na Proposta 3, já os Resultados e Entrega de Ativos e a Equipe ou UD se tornarem referência foram mais bem avaliados na Proposta 4. No que tange ao critério Alinhamento: SI ou CI ao DI, a Proposta 5 se destaca por apresentar SI ou CI mais alinhada com o desafio de inovação previamente definido. Ao se analisar a Factibilidade de execução, a Proposta 1, apresenta-se como a mais factível de ser realizada, seguida imediatamente pela Proposta 4. A proposta 2 não apresentou, em sua análise, nenhum critério que se destaque em relação às demais propostas.

Tabela 7: Matriz de Prioridades Médias Locais [PML's] e razão de consistência dos critérios.

	P1	P2	P3	P4	P5	PML	Razão de Consistência
Relevância do problema ou oportunidade							
P1	1,00	0,73	0,42	0,52	0,58	0,119	0,005
P2	1,38	1,00	0,61	0,73	0,61	0,159	
P3	2,40	1,63	1,00	0,92	0,99	0,248	
P4	1,92	1,36	1,09	1,00	1,10	0,242	
P5	1,72	1,63	1,01	0,91	1,00	0,232	
Alinhamento: SI ou CI ao DI							
P1	1,00	3,07	0,82	1,30	0,64	0,208	0,005
P2	0,33	1,00	0,28	0,43	0,25	0,071	
P3	1,22	3,53	1,00	1,11	0,69	0,228	
P4	0,77	2,32	0,90	1,00	0,48	0,170	
P5	1,56	3,99	1,45	2,07	1,00	0,322	
Factibilidade de execução							
P1	1,00	1,73	1,30	0,87	1,25	0,237	0,004
P2	0,58	1,00	0,79	0,71	0,98	0,157	
P3	0,77	1,27	1,00	0,77	0,94	0,183	
P4	1,15	1,41	1,31	1,00	1,06	0,232	
P5	0,80	1,02	1,06	0,94	1,00	0,190	
Impacto das SIs ou CIs							
P1	1,00	0,63	0,39	0,58	0,52	0,114	0,007
P2	1,60	1,00	0,71	0,66	0,81	0,173	
P3	2,57	1,41	1,00	0,86	1,37	0,257	
P4	1,74	1,51	1,16	1,00	1,23	0,250	
P5	1,93	1,23	0,73	0,82	1,00	0,205	
Resultados e Entrega de Ativos							
P1	1,00	1,08	1,05	0,56	1,20	0,186	0,005
P2	0,92	1,00	0,83	0,59	0,71	0,156	
P3	0,95	1,20	1,00	0,69	1,07	0,189	
P4	1,78	1,70	1,45	1,00	1,50	0,285	
P5	0,83	1,41	0,93	0,67	1,00	0,184	
Equipe e UD se tornarem referência							
P1	1,00	1,68	0,92	0,54	0,97	0,179	0,002
P2	0,59	1,00	0,62	0,38	0,65	0,116	
P3	1,09	1,60	1,00	0,48	0,99	0,181	
P4	1,86	2,64	2,08	1,00	2,11	0,346	
P5	1,03	1,54	1,01	0,47	1,00	0,177	
Redação das SIs ou CIs e Resultados							
P1	1,00	0,93	0,82	1,24	1,16	0,202	0,005
P2	1,07	1,00	0,63	0,86	0,94	0,176	
P3	1,22	1,59	1,00	1,35	1,36	0,255	
P4	0,81	1,16	0,74	1,00	1,22	0,192	
P5	0,86	1,07	0,73	0,82	1,00	0,176	

Fonte: Autoria própria, 2021.**Nota:** Proposta 1 [P1]; Proposta 2 [P2]; Proposta 3 [P3]; Proposta 4 [P4]; Proposta 5 [P5]; Prioridade Média Local [PML].



O método AHP, devido a sua versatilidade, é uma técnica de tomada de decisão multicritério muito utilizada e de grande precisão, principalmente, quando as decisões envolvem muitos critérios e, em alguns casos, quando os critérios são conflitantes (KHAIRA e DWIVEDI, 2018; SANTOS et al. 2019). Segundo Fontanive et al. (2017), a simplicidade e flexibilidade das modelagens matemáticas do método AHP auxiliam na tomada de decisão na medida em que quantifica critérios intangíveis. A execução da comparação par a par da metodologia AHP para priorizar as cinco propostas, considerando muitos critérios e muitos objetivos, ainda que simples em sua concepção, demanda muito tempo, além disso, quando se tem muitos critérios e propostas, o cérebro humano pode se sobrecarregar e não conseguir realizar a comparação de forma clara. Este limite da capacidade do nosso cérebro de lidar com várias alternativas ao mesmo tempo é conhecido como sobrecarga cognitiva (RAMÍK, 2017; ALVES et al. 2017). Todavia, estudos mais recentes, analisando especificamente, a razão de consistência, têm surpreendido os estudiosos, pois a inconsistência medida por meio da RC não aumentou de forma significativa com o número crescente de alternativas. Avaliando a inconsistência de comparações, Mazurek e Perzina (2017) observaram que com apenas três alternativas de comparações par a par, os julgamentos inconsistentes alcançaram 93%. Wadjdi et al. (2018), analisando inconsistências de matrizes de comparações par a par e a importância da coleta de dados de forma a garantir a consistência, observaram que o número crescente de critérios (mais de três) resultou em taxa de consistência reduzida.

As RCs apresentadas na Tabela 7 variaram de 2% a 7%, demonstrando que os gestores foram habilidosos nas comparações das alternativas (propostas) à luz dos critérios que foram apresentados. Zhang et al. (2021) relatam que a matriz de comparação de pares é uma ferramenta eficiente para analisar as preferências relativas dos tomadores de decisão e que complexidades, como tempo exíguo, falta de conhecimento sobre os temas ou domínio inadequado sobre as diferentes alternativas, influenciam a razão de consistência e, conseqüentemente, a qualidade do vetor de prioridade. Alcançando-se adequada RC, o vetor prioridade das alternativas torna-se confiável e possibilita a priorização das alternativas, visto que havendo maior consenso, há também, maior sucesso de priorização.

A prioridade global, indicativa da priorização das propostas é apresentada na Tabela 8, onde as PMLs foram balizadas em função do Vetor Prioridade definido em Critérios de Priorização (Tabela 4). Assim, pela metodologia AHP, a Proposta 4 (tecnologia de produção de pereira) foi priorizada, sendo a primeira a ser considerada na submissão de propostas à chamada competitiva. A Proposta 4 foi seguida, nesta ordem, pela Proposta 3 (desenvolvimento de

inoculante tolerante à seca); Proposta 5 (integração de tecnologias hídras); Proposta 1 (tecnologia de produção de suco de uva) e Proposta 2 (suplementação alimentar de ovinos e caprinos).

Tabela 8: Prioridade Global em função do método AHP.

Propostas	Relevância	Alinhamento	Factibilidade	Impacto das SIs ou CIs	Resultados e Ativos	Equipe e UD	Redação	Prioridade Global	Classificação
P1	0,12	0,21	0,24	0,12	0,20	0,18	0,20	0,16	4
P2	0,16	0,06	0,15	0,17	0,15	0,13	0,18	0,15	5
P3	0,26	0,23	0,20	0,27	0,19	0,20	0,25	0,24	2
P4	0,24	0,17	0,22	0,25	0,28	0,32	0,19	0,25	1
P5	0,22	0,33	0,20	0,20	0,18	0,17	0,18	0,20	3

Fonte: Autoria própria, 2021.

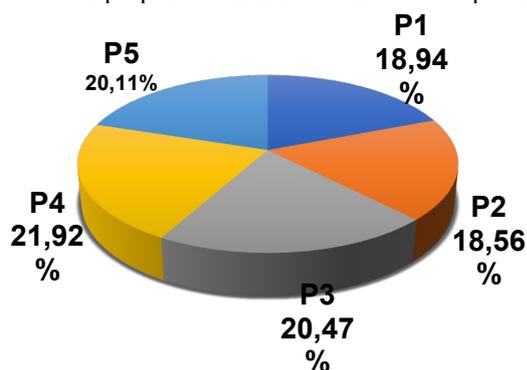
Nota: Proposta 1 [P1]; Proposta 2 [P2]; Proposta 3 [P3]; Proposta 4 [P4]; Proposta 5 [P5].

Como pontuado por Leal (2020), o método AHP tende a ser muito demorado, o que pode prejudicar a tomada de decisão dos gestores. Outras iniciativas, além do estudo Leal (2020), estão sendo estudadas a fim de tornar o método AHP mais simples, como é o caso do estudo de Abastante et al. (2019) que sugerem uma análise mais parcimoniosa, priorizando não todas as alternativas, mas priorizando-se apenas aquelas alternativas que seriam claramente mais importantes que as demais (referências). Naimer et al. (2018), aplicando a metodologia AHP na tomada de decisões em uma empresa do setor de cargas, propuseram uma estruturação do modelo hierárquico com critérios e subcritérios, seguido da comparação paritária, princípio da priorização e síntese de prioridades. Este procedimento, ao priorizar os subcritérios, gerando os critérios principais, para os quais será realizada a comparação par a par das alternativas, pode reduzir o número de comparações em fase mais avançada. Contudo, ainda assim, há dispêndio de tempo para se hierarquizar os critérios/subcritérios.

Salienta-se que no estudo, ora realizado, foram utilizadas apenas cinco propostas, no entanto, é comum ocorrer um número maior de propostas a serem analisadas e priorizadas em cada chamada da empresa o que demandaria muito tempo para análise par a par.

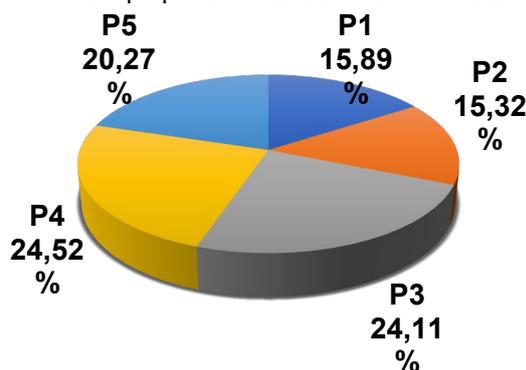
Estabelecendo-se uma relação entre os dois métodos: método adaptado e método AHP, é possível observar que a percepção dos avaliadores se apresenta de forma semelhante, pois demonstra que o método adaptado pode ser utilizado na análise das propostas (Figuras 1 e 2).

Figura 1: Representação percentual da priorização das propostas utilizando o método adaptado



Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 2: Representação percentual da priorização das propostas utilizando o método AHP



Fonte: Autoria própria, 2021.

A aplicação do Teste do Qui-Quadrado de Person (Tabela 9) comprova tal observação, uma vez que o valor encontrado de X^2 (2,095) é menor que o valor percentil ($p = 9,488$) da distribuição do X^2 com 4 graus de liberdade e $\alpha = 0,05$.

Tabela 9: Médias percentuais alcançadas pelas propostas analisadas e X^2 de Pearson.

Metodologia	P1	P2	P3	P4	P5
Método adaptado (Observado)	18,9365	18,5562	20,4732	21,9196	20,1145
Método AHP (Esperado)	15,8881	15,3157	24,1056	24,5204	20,2701
X^2	2,095				

Fonte: Autoria própria, 2021.

O teste do Qui-Quadrado de Pearson permite uma abordagem para avaliar a existência ou não de associação entre variáveis qualitativas (AZEVEDO et al., 2018; FERREIRA et al., 2020). Assim, pelos resultados obtidos, é possível inferir que o uso do método adaptado em análises de propostas de pesquisa em unidades de multiprodutos permite alcançar uma priorização das propostas de forma semelhante àquela que seria obtida com o uso da metodologia AHP clássica, tendo-se a vantagem de poder ser realizada de forma mais rápida, facilitando a tomada de decisão dos gestores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de métodos multicritérios é essencial no apoio à tomada de decisão, principalmente, em condições complexas, sendo o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) uma opção para priorização, uma vez que agrega critérios objetivos e subjetivos numa mesma análise. Entretanto, em alguns casos, como na priorização de propostas em Unidades de multiprodutos, o número de alternativas é muito grande, e a comparação par a par pode demandar tempo excessivo, além de comprometer a capacidade cognitiva dos gestores. Assim, a aplicação do método adaptado de análise de projetos em unidade de pesquisa agropecuária de

multiprodutos é vantajosa, pois é capaz de promover a priorização de propostas de forma precisa, tanto quanto método AHP, porém em menor tempo de execução.

REFERÊNCIAS

ABASTANTE, F.; CORRENTE, S.; GRECO, S.; ISHIZAKA, A.; LAMI, I.M. A new parsimonious AHP methodology: assigning priorities to many objects by comparing pairwise few reference objects. **Expert Systems with Applications**, v.127, p.109-120, 2019.

ALMEIDA, A.T.; CAVALCANTE, C.A.V.; ALENCAR, M.H.; FERREIRA, R.J.P.; ALMEIDA-FILHO, A.T.; GARCEZ, T.V. Multiobjective and multicriteria problems and decision models. In: ALMEIDA, A.T.; CAVALCANTE, C.A.V.; ALENCAR, M.H.; FERREIRA, R. J. P.; ALMEIDA-FILHO, A.T.; GARCEZ, T.V. **Multicriteria and multiobjective models for risk, reliability and maintenance decision analysis**. Cham: Springer International Publishing, v.231, p.1-22, 2015.

ALMEIDA, A.T.; MORAIS, D.C.; NURMI, H. Overview of MCDM/A Methods. In: Almeida, A.T.; Morais, D.C.; Nurmi, H. **Systems, procedures and voting rules in context**. Cham: Springer International Publishing, v.9, p.109-125, 2019.

ALVES, M.V.; MODESTO, J.G.; LIMA-ROSSETI, D.; LANINI, J.; BUENO, O.F.A. As dimensões da carga cognitiva e o esforço mental. **Revista Brasileira de Psicologia**, v.4, n.1, p.2-16, 2017.

AZEVEDO, P.R.M.; MORALES, F.E.C.; PINHO, A.L.S. **Métodos básicos de estatística**. 1ed. Natal: EDUFRN, 2018.

BRANDÃO, A.; BELISÁRIO, G.C.; TOMAZINI, I.M.; GOMES, K.Q.; GONÇALVES, W. Análise bibliométrica da literatura sobre métodos multicritério de auxílio à tomada de decisão aplicados a problemas de PCP. **Brazilian Journal of Production Engineering-BJPE**, v.3, n.2, p.128-140, 2017.

COSTA, H.G. **Auxílio multicritério à decisão: método AHP**. Rio de Janeiro: Abepro, 2006.

COSTA, H.G. **Introdução ao método de análise hierárquica: análise multicritério no auxílio à decisão**. 1ed. Niterói: HGC, 2002.

COSTA, J.D.S.; RODRIGUES, M.D.M.; FELIPE, A.P.M. Utilização do método de análise hierárquica (AHP) para escolha de interface telefônica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008. p. 1-14. Disponível em https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_tn_sto_074_525_10732.pdf. Acesso em: 15 jul. 2008.

ENSSLIN, L.; MONTIBELLER NETO, G.; NORONHA, S.M. **Apoio à decisão: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas**. 1ed. Florianópolis: Insular, 2001.

FERREIRA, F.V.; MACHADO, F.D.; CAPP, E.; NIENOV, O.H. 2020. Desfechos quantitativos: amostras pareadas. In: CAPP, E.; NIENOV, O.H. (Org.). **Bioestatística quantitativa aplicada**. Porto Alegre: UFRGS, p.157-176, 2020.

FONTANIVE, F.; CORSO, L.L.; ZEILMANN, R.P.; BIASIN, R.N. Aplicação do método de Análise multicriterial AHP como ferramenta de apoio a tomada de decisão. **Revista Espacios**, v.38, n.19, p.6-24, 2017.

FORMAN, E.H.; GASS, S.I. The analytic hierarchy process—an exposition. **Operations Research**, v.49, n.4, p.469-486, 2001.

GOEPEL, K.D. Implementation of an online software tool for the analytic hierarchy process (AHP-OS). **International Journal of the Analytic Hierarchy Process**, v.10, n.3, p.469-487, 2018.

GOLDEN, B.L.; WANG, Q. An alternative measure of consistency. In: Golden, B.L.; Wasil, E.A.; Harker, P.T. (eds.) **The Analytic Hierarchy Process**, Heidelberg: Springer, p.68-81, 1989.

KHAIRA, A., DWIVEDI, R.K. A state of the art review of analytical hierarchy process. **Materials Today: Proceedings**, v.5, n.2, p.4029-4035, 2018.

KUMAR, S.S. AHP-based formal system for R&D project evaluation. **Journal of Scientific and Industrial Research**, v.63, n.11, p.888-896, 2004.

LEAL, J.E. AHP-express: a simplified version of the analytical hierarchy process method. **MethodsX**, v.7, p.100748, 2020.

LINKOV, I.; MOBERG, E. **Multi-criteria decision analysis: environmental applications and case studies**. 1.ed. Boca Raton: CRC Press, 2012.

MARINS, C.S.; SOUZA, D.S.; BARROS, M.S. O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais: um estudo de caso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 41., 2009, Porto Seguro. **Anais...** p. 1778-1788, 2009.

MAZUREK, J.; PERZINA, R. **On the inconsistency of pairwise comparisons: an experimental study**. Pardubice: Faculty of Economics and Administration. University of Pardubice. 2017 (Series D., 41/2017).

NAIMER, S.C.; SILVA, J.O.; FLORIANO, J.; TEZZA, R. Tomada de decisões gerenciais em empresas do setor de transporte de carga: utilização do método de análise hierárquica de processos (AHP) para definição de fatores de influência. **Revista Gesto**, v.4, n.2, p.90-103, 2016.

PIZE, A. **Planejamento estratégico e alinhamento estratégico de projetos: um guia prático aplicando os modelos SPCanvas e PSACanvas**. 1ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2017.

RAMÍK, J. Ranking alternatives by pairwise comparisons matrix and priority vector. **Scientific Annals of Economics and Business**, v.64, p.85-95, 2017.

RODRIGUES, P.W.P.; CORSO, L.L. Seleção de fornecedores: um modelo de decisão baseado em AHP. **Scientia cum Industria**, v.8, n.1, p.25-32, 2020.

SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal of Services Sciences**, v.1, n.1, p.83-98, 2008.

SAATY, T. L. Decision-making with the AHP: why is the principal eigenvector necessary. **European Journal of Operational Research**, v.145, n.1, p.85-91, 2003.

SAATY, T. L. Some mathematical concepts of the Analytic Hierarchy Process. **Behaviormetrika**, v.18, p.1-9, 1991.

SAATY, T.L. **The Analytic Hierarchy Process**, New York: McGraw-Hill, 1980.

SANTOS, T.A.; PEDRON, C.D. As competências do gerente de projetos de inovação: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Brasileira de Gestão e Inovação**, v.7, n.1, p.159-181, 2019.

SILVA, K.O. **Viabilidade do uso da rastreabilidade eletrônica na produção de suínos**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, 2004.

TAHERDOOST, H. Decision making using the analytic hierarchy process (AHP): a step by step approach. **International Journal of Economics and Management Systems**, v.2, p.244-246, 2017.

TRIANANTAPHYLLOU, E. Multi-criteria decision making methods. In: TRIANANTAPHYLLOU, E. **Multi-criteria decision making methods: a comparative study**. Boston: Springer International Publishing, p.5-21, 2000.

VELASQUEZ, M.; HESTER, P.T. An analysis of multi-criteria decision making methods. **International Journal of Operations Research**, v.10, n.2, p.56-66, 2013.

WADJDI, A.F.; SIANTURI, E.M.; RUSLINAWATY, N. Design of data collection form to ensure consistency in AHP. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY AND ELECTRICAL ENGINEERING, 10., 2018, Bali, **Anais...** Bali: IEEE, p. 529-533, 2018.

XU, Z. On consistency of the weighted geometric mean complex judgement matrix in AHP. **European Journal of Operational Research**, v. 126, n.3, p.683-687, 2000.

ZHANG, J.; KOU, G.; PENG, Y.; ZHANG, Y. Estimating priorities from relative deviations in pairwise comparison matrices. **Information Sciences**, v.552, p.310-327, 2021.

ZIOTTI, V.C.; LEONETI, A.B. Improving commitment to agreements: the role of group decision-making methods in the perception of sense of justice and satisfaction as commitment predictors. **Pesquisa Operacional**, v.40, 2020.

CAPÍTULO 11

PERSPECTIVAS DA PRODUÇÃO DE CELULOSE MICROBIANA E SUAS APLICAÇÕES: UMA REVISÃO

Pedro Ribeiro Faria
Cátia Tavares dos Passos Francisco

RESUMO

A celulose é um polímero encontrado nas paredes celulares de vegetais como o algodão e a madeira, e produzida como exopolissacarídeo em bactérias e em certas espécies de cordados. A celulose produzida por cepas bacterianas é um material de propriedades únicas que vem sendo muito estudado nos últimos vinte anos a fim de melhor compreender suas características especiais, além de encontrar novas formas, mais eficientes e sustentáveis, de produção do biomaterial, também estudando-se novas modificações e aplicações, a fim de adequá-lo à diversas possibilidades de aplicação. Este estudo realizou uma revisão de trabalhos recentes acerca da produção, modificação, aplicação e compreensão da celulose bacteriana. Foram encontradas diversas possibilidades de produção, envolvendo modificações de meios de cultura, uso de resíduos agroindustriais, combinação de cepas bacterianas para a fermentação, uso de meios de cultura alternativos e uso de cepas bacterianas de alta produção, usualmente dos gêneros *Acetobacter*, *Gluconacetobacter* e *Komagataeibacter*. Foram encontradas também diversas modificações e aplicações dos biomateriais, com ênfase maior na área biomédica, mas também com aplicações presentes na indústria de alimentos, como embalagens e aditivos, nas indústrias química, gráfica e eletrônica, além de outras possibilidades. Portanto, são discutidas aqui as possibilidades e avanços no estudo deste promissor biomaterial.

PALAVRAS-CHAVE: *Acetobacter*, *Gluconobacter*, SCOPY, kombucha, meio HS.

INTRODUÇÃO

A celulose é o biopolímero mais abundante na terra, sendo encontrado em paredes celulares de vegetais, como algodão, madeira e juta, algumas algas e produzida como exopolissacarídeo em bactérias. No último caso, ela é conhecida como celulose bacteriana (CB) ou microbiana (CM) (LIMA et al., 2015). Apesar de ter a estrutura molecular idêntica à celulose obtida de outras fontes, a celulose bacteriana apresenta vantagens devido à sua estrutura tridimensional, dimensionamento e organização de fibras, que conferem ótimas propriedades mecânicas, capacidade de retenção de água elevada, alta cristalinidade, estabilidade térmica, porosidade, elasticidade, biocompatibilidade e atoxicidade, além de ser facilmente purificada, obtendo alto grau de pureza, com gastos energéticos reduzidos (LIU; CATCHMARK, 2019; MACHADO et al., 2018; YIM; SONG; KIM, 2017), permitindo aplicações da CM em diversas áreas, como biomedicina, eletrônica, embalagens, indústrias alimentícias e biotecnológicas (CACICEDO et al., 2016).



As publicações voltadas à celulose bacteriana têm atraído pesquisadores de vários países, com uma produção científica acentuada nos últimos 10 anos, como pode ser demonstrado por esta revisão, com publicações em diversos periódicos, com ênfase em periódicos voltados à biotecnologia, biomedicina e ciência de materiais.

Uma limitação para a produção em larga escala de CM é o alto custo de produção do meio de cultura usual, denominado HS, em homenagem aos criadores do meio: Hestrin & Schramm (1954). Devido a isso, pensando em diminuir os custos do mosto, aliado às várias vantagens e possibilidades de aplicação, há uma busca por meios de cultura alternativos para o cultivo das cepas bacterianas produtoras de celulose, onde estudos já utilizaram resíduos agroindustriais ou fontes alternativas de carbono como: melaço de cana, açúcares alcoólicos e sucos de frutas, fonte de nitrogênio como: chás, soros de leite e sucos de frutas e outros nutrientes como: resíduos da produção de açúcar, papel e queijo, a fim de baratear o custo geral de produção da biomolécula (CARREIRA et al., 2011; MACHADO et al., 2018; YIM; SONG; KIM, 2017).

Diversas cepas bacterianas e consórcios microbianos já foram investigados para a produção de celulose apresentando diferentes rendimentos e estrutura tridimensional das fibras de celulose (GRANDE et al., 2009a; LIU; CATCHMARK, 2019; MACHADO et al., 2018). *Komagataeibacter xylinus*, *Komagataeibacter rhaeticus*, *Gluconacetobacter sacchari* e o consórcio microbiano da Kombucha (SCOBY – *Symbiotic colony of bacteria and yeast*), foram os microrganismos mais estudados, sendo este último, usado tanto como fonte de cepas puras, quanto na forma de consórcio.

Algumas aplicações da celulose bacteriana exigem que as membranas sejam adicionadas de compostos que alterem ou adicionem propriedades de interesse. Um estudo realizado no Instituto Tecnológico de Vellore tratou as membranas de CB já purificadas com extratos herbais de Henna (*Lawsoniainermis*) para garantir propriedades antimicrobianas às membranas para uso em enxertos de ferimentos, apresentando resultados promissores, pela ação antimicrobiana apresentada, sem alteração a CB (POOJA; VADODARIA; VIDHYA, 2019). Outras aplicações exigem a desintegração das membranas por meios físicos ou químicos, como para a produção de nanocristais para a elaboração de filmes (LIMA et al., 2015).

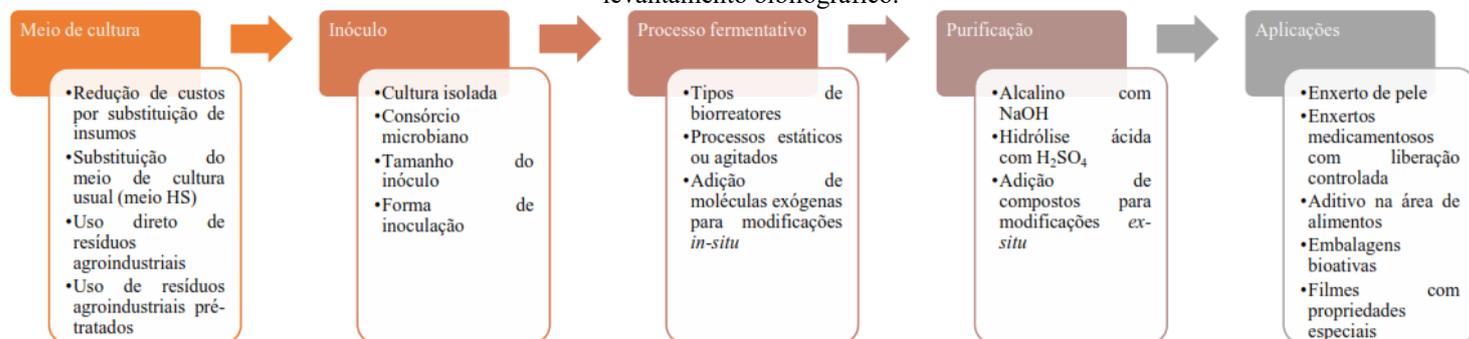
São vários os processamentos que podem ser realizados com a membrana, com modificações *in-situ*, realizadas durante a produção de CB, ou *ex-situ* realizadas depois da produção de CB (CACICEDO et al., 2016). Exemplos de modificações *in-situ* incluem a adição

de polímeros ao meio de cultura para alteração de propriedades físicas e adição de compostos bioativos ao meio de cultura para alteração de propriedades bioquímicas, além de estudos para aumento do rendimento, enquanto exemplos de modificações *ex-situ* incluem aplicação de compostos antimicrobianos e introdução de camadas poliméricas externas. De acordo com o exposto, este estudo teve como objetivo realizar uma revisão dos últimos 10 anos de publicação sobre celulose microbiana a fim de verificar as perspectivas de produção, uso e aplicação deste biomaterial.

ESQUEMA DE FLUXO DE TRABALHO PARA A PRODUÇÃO DE CELULOSE BACTERIANA

Na Figura 1, está apresentada a produção de celulose microbiana dividida em cinco etapas. Na primeira etapa está a escolha do meio de cultura. O meio mais utilizado para a produção deste produto é o HS composto por (p/v): glicose 2,0; peptona 0,5; extrato de levedura 0,5; fosfato dissódico 0,27; ácido cítrico 0,115; pH 6,0 (HESTRIN; SCHRAMM, 1954). Trata-se de um meio complexo que utiliza reagentes purificados o que eleva o custo de produção. Devido a isso, há diversos trabalhos que buscam o uso de meios por ser uma das etapas principais para a produção deste bioproduto, não apenas pensando no escalonamento, mas também nos custos de produção deste biomaterial. Com isso, o uso de resíduos agroindustriais têm sido uma alternativa encontrada, por alguns autores, para substituir parcialmente ou totalmente, o meio de cultura convencionalmente proposto, como: o uso de melaço de cana, resíduos e casca de laranja, chás suplementados com glicose e sacarose, soro de leite, glicerol, resíduos de cervejaria, apresentando resultados promissores levando em consideração o rendimento e as propriedades da celulose produzida.

Figura 1: Etapas de produção da celulose microbiana onde estão apresentados os principais resultados do levantamento bibliográfico.



Fonte: Autoria própria (2021).

A escolha do microrganismo a ser utilizado neste processo está apresentada na segunda etapa, sendo os gêneros *Gluconacetobacter*, *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Agrobacterium*, *Pseudomonas*, *Salmonella* e *Alcaligenes* as mais comumente utilizadas (FAN et al., 2016;

RÖMLING; GALPERIN, 2015). O gênero *Acetobacter* é o que mais se destaca, com a espécie *Komagataeibacter xylinus* a mais citada nos trabalhos estudados (MACHADO et al., 2018). O SCOBY (*Symbiotic Colony Of Bacteria and Yeast*), utilizado para a produção da bebida *Kombucha*, é em si uma membrana de celulose microbiana formada por um consórcio microbiano aderido ao biopolímero, nela já foram encontrados isolados da família *Acetobacteraceae*, e cepas de leveduras dos gêneros *Candida*, *Brettanomyces*, *Schizosaccharomyces* e *Zygosaccharomyces* (VILLARREAL-SOTO et al., 2020).

As culturas microbianas para a produção da celulose microbiana são produzidas de forma estática ou agitada, em diferentes tipos de biorreatores, conforme representado na terceira etapa, onde está apresentado o processo fermentativo em si. Estes biorreatores podem ser Erlenmeyers e/ou bandejas, de diferentes volumes, com controle de pH, de temperatura, ou da adição de nutrientes, a fim de promover modificações, durante a fermentação, na matriz polimérica do material obtido, podendo conferir propriedades às membranas. Além disso, também pode ocorrer a adição de compostos bioativos, de medicações e de suplementos, para uso na área da saúde, como em enxertos, dependendo da finalidade da sua aplicação.

As etapas de purificação e modificação da celulose microbiana estão representadas na quarta etapa, que são realizados a fim de obter a celulose pura e podem ocorrer por métodos ácidos ou alcalinos, com o uso de H_2SO_4 e $NaOH$, por exemplo. Após esta etapa também podem ser realizadas modificações *ex-situ*, após a fermentação, que podem garantir propriedades funcionais às membranas, com a adição de compostos de diferentes classes, como: medicamentos ou mesmo catalisadores enzimáticos. Estas modificações são definidas de acordo com o intuito da aplicação, onde alguns estudos usaram em enxertos biomédicos, na produção de filmes iridescentes, para serem usados em dispositivos de segurança, como em cédulas e documentos, por exemplo. Por fim, são inúmeras as possibilidades de aplicação da celulose microbiana, como mostrado na quinta etapa, pois podem ser produzidos filmes, membranas, termoplásticos biodegradáveis, enxertos, ou até mesmo servir como aditivo na indústria de alimentos, como a carboximetilcelulose, entre outras aplicações.

PRODUÇÃO DA CELULOSE MICROBIANA

MICROORGANISMOS

A celulose bacteriana é um biopolímero produzido por diversas cepas bacterianas durante o metabolismo da glicose. Estudos identificaram mecanismos celulares utilizados por cepas bacterianas para a produção da celulose e dos seus substratos, onde *operons* envolvem a

transformação da glicose (proveniente do meio) em UDP-glicose, sendo este o substrato para a síntese de celulose na forma poli-β(1→4)-D-glicose (RÖMLING e GALPERIN, 2015). A produção de celulose microbiana foi observada em diversas cepas bacterianas, principalmente nos gêneros *Gluconacetobacter*, *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Agrobacterium*, *Pseudomonas*, *Salmonella* e *Alcaligenes* (GAO et al., 2020; RÖMLING; GALPERIN, 2015). Porém, o gênero mais comumente utilizado para estudo e produção de celulose bacteriana é o *Acetobacter*, com a cepa *Komagataeibacter xylinus* sendo a mais frequentemente referenciada nos estudos (CACICEDO et al., 2016). Diferentes cepas bacterianas produzem redes de celulose com diferentes eficiências, levando o constante melhoramento da produção de celulose (GAO et al., 2020; LIU; CATCHMARK, 2019; MACHADO et al., 2018; REVIN et al., 2018; YIM; SONG; KIM, 2017). A tabela 1 mostra exemplos de diferentes microrganismos cultivados em diversos meios, com técnicas e rendimentos variados.

A cepa bacteriana *Komagataeibacter xylinus*, antes *Acetobacter*, é a cepa mais estudada e referenciada, sendo objeto de estudo de HESTRIN; SCHRAMM (1954) no desenvolvimento do meio de cultura comumente usando para a produção de celulose bacteriana. Seu genoma foi completamente sequenciado, e suas proteínas codificadas auxiliaram na elucidação do mecanismo de síntese da celulose por procariontes (RÖMLING; GALPERIN, 2015). Outras cepas, porém, foram utilizadas para estudos de redução de custos e desenvolvimento de meios alternativos (CACICEDO et al., 2016; LIU; CATCHMARK, 2019; MACHADO et al., 2018)

Um estudo cultivou a cepa *Komagataeibacter rhaeticus* em meio composto de melaço de cana, um resíduo da produção açucareira, como fonte de carbono no meio de cultura. Foi mostrado que a celulose produzida pela cepa nestas condições teve propriedades muito semelhantes ao biopolímero produzido pela mesma cepa utilizando glicose como fonte de carbono (MACHADO et al., 2018). Esta técnica pode ser utilizada para produções em maiores escalas, devido ao custo reduzido das matérias-primas não refinadas.

Houve também estudos de substituição de nutrientes por levedo de cerveja, um resíduo de leveduras da indústria cervejeira, para cultivo de uma cepa de *Gluconacetobacter hansenii*. O levedo foi tratado por diversos tempos, utilizando diferentes técnicas: tratamento alcalino, homogeneizador e ultrassônico, preparado em diferentes concentrações, com estas sendo diretamente utilizadas como meio de cultura após a esterilização. Os resultados mostraram que esta técnica produziu, aproximadamente, o dobro da quantidade de celulose dos meios convencionais, com propriedades comparáveis às da CB produzida convencionalmente (LIN et al., 2014).

Existe, ainda, o chamado SCOBY, sigla para *Symbiotic colony of bacteria and yeast* (colônia simbiótica de leveduras e bactérias). O SCOBY é um inóculo utilizado para a produção da bebida tradicional *Kombucha*, sendo um gel de celulose microbiana produzida por diversas cepas presentes dentro e na superfície da matriz de celulose do SCOBY. Esta matriz de celulose, produzida pelo consórcio microbiano, tem as mesmas características da CB produzida por meios laboratoriais, com meios complexos ou não, além de usar como fontes de nitrogênio e carbono materiais simples como chás e açúcar de mesa (YIM; SONG; KIM, 2017). Estudos da taxonomia da microbiota da bebida *kombucha*, produzida com diferentes SCOBY, obtidos de diferentes regiões, mostrou uma grande quantidade de cepas da família *Acetobacteraceae*, com os gêneros dominantes sendo *Komagataeibacter*, *Gluconacetobacter* e *Gluconobacter*, com muitos representantes do gênero *Acetobacter* também identificados. Além disso, foram identificadas quatro cepas de leveduras, dos gêneros *Candida*, *Brettanomyces*, *Schizosaccharomyces* e *Zygosaccharomyces*, com a cepa *B. bruxellensis* sendo a mais abundante na fase líquida (VILLARREAL-SOTO et al., 2020).

Figura 2: Rendimentos obtidos a partir de diferentes tipos de microrganismos propagados em diferentes condições.

Referência	Local do estudo	Microrganismo	Tipo de biorreator	Técnica	Rendimento
Gao et al, 2020. ¹¹	Shangai, China	<i>Komagataeibacter xylinus</i> BCC529	Retangular (52cm x 33cm x 7.5cm)	Cultura estática	3.9744g/L
Gao et al, 2020. ¹¹	Shangai, China	<i>Gluconacetobacter xylinus</i> BCA263	Retangular (52cm x 33cm x 7.5cm)	Cultura estática	2.4768g/L
Liu & Catchmark, 2019. ³	Pensilvânia, EUA	<i>Gluconacetobacter hansenii</i> ATCC 23769/ <i>Escherichia coli</i> ATCC 35860	Frasco Erlenmeyer (250mL)	Cultura estática	-
Liu & Catchmark, 2019. ³	Pensilvânia, EUA	<i>Gluconacetobacter hansenii</i> ATCC 23769/ <i>Escherichia coli</i> ATCC 700728	Frasco Erlenmeyer (250mL)	Cultura estática	-
Revin et al, 2018. ¹²	Saransk, Federação Russa	<i>Gluconacetobacter sucrofermentans</i> B-11267	Frasco Erlenmeyer (250mL)	Cultura agitada	2.14±0.02g/L
Revin et al, 2018. ¹²	Saransk, Federação Russa	<i>Gluconacetobacter sucrofermentans</i> B-11267	Frasco Erlenmeyer (250mL)	Cultura agitada	6.19±0.09g/L
Revin et al, 2018. ¹²	Saransk, Federação Russa	<i>Gluconacetobacter sucrofermentans</i> B-11267	Frasco Erlenmeyer (250mL)	Cultura agitada	Aproximadamente 5.3g/L
Machado et al, 2018. ⁷	Brasil/Espanha	<i>Komagataeibacter rhaeticus</i>	Frasco Erlenmeyer (250mL)	Cultura estática	Aproximadamente 3.2g/L
Machado et al, 2018. ⁷	Brasil/Espanha	<i>Komagataeibacter rhaeticus</i>	Frasco Erlenmeyer (250mL)	Cultura estática	2.27g/L
Machado et al, 2018. ⁷	Brasil/Espanha	<i>Komagataeibacter rhaeticus</i>	Frasco Erlenmeyer (250mL)	Cultura estática	3.88g/L
Yim et al, 2017. ²	Seoul, Coreia do Sul	Consórcio microbiano de <i>kombucha</i>	Não informado	Cultura estática	243% (relativo à média dos meios usados)
Yim et al, 2017. ²	Seoul, Coreia do Sul	Consórcio microbiano de <i>kombucha</i>	Não informado	Cultura estática	Aproximadamente 42% (relativo à média dos meios usados)

Fonte: Autoria própria (2021).

MEIOS DE CULTURA

O cultivo de microrganismos para a produção de celulose bacteriana é feito com o uso de diversos meios de cultura, produzidos a partir de matérias primas refinadas ou não, podendo conter resíduos industriais e outros materiais com o intuito de baratear os meios de cultura (CARREIRA et al., 2011), otimizar o meio para produção de celulose (MACHADO et al., 2018), ou produzir membranas com propriedades modificadas (GRANDE et al., 2009a, 2009b). Contudo, grande parte dos estudos utilizam-se do meio convencional antes mencionado, seja para a fermentação final, ou como um meio de cultura controle para a comparação da produção de celulose. Este meio é denominado Meio HS, apresentando a vantagem de ser uma fonte abundante de nutrientes e sais, com fontes de nitrogênio e carbono, além de minerais essenciais.

Porém, o uso de matérias primas puras e refinadas eleva o custo de produção do meio, inviabilizando a produção em larga escala, apesar da eficiência do meio em termos de rendimento. Devido a isso, alguns estudos buscaram estudar modificações nas fontes de carbono e nitrogênio do meio (CARREIRA et al., 2011; YIM; SONG; KIM, 2017), visto que são os componentes mais caros e de maior concentração no meio, tanto para a produção de pré-inóculos, quanto para a fermentação e a produção de celulose, ou para estoque das cepas produtoras.

Um estudo utilizou melaço de cana tratado com ácido sulfúrico, adicionado de sais e ácido cítrico para o cultivo de uma cepa de *Gluconacetobacter xylinus* para produção de celulose. O melaço foi inicialmente hidrolisado com ácido sulfúrico, quebrando unidades de sacarose em unidades de glicose e frutose, eliminando a necessidade da produção de enzima Invertase pela cepa bacteriana, o que preserva fontes de carbono e nitrogênio para uso na produção de energia e celulose pela célula. Além disso, o mesmo estudo utilizou, no lugar de meio HS, o meio Watanabe & Yamanaka, para estoque da cepa bacteriana (JARAMILLO et al., 2014).

A eficiência da produção de celulose também foi estudada cultivando-se o consórcio microbiano de *kombucha* em diversos tipos de chás, como fontes de nitrogênio, com diversas fontes de carbono. O estudo utilizou os chás verde, preto, rooibos e de seda de milho, e como fontes de carbono, utilizou sacarose, frutose, mel e xarope de milho, nas proporções 0,3% e 5% respectivamente, com o inóculo de *kombucha* adicionado na proporção 1:5. Foi constatado no estudo que o maior rendimento de celulose foi obtido com o meio composto de chá verde e sacarose, além de ser a membrana com as melhores qualidades estéticas e mecânicas (YIM;



SONG; KIM, 2017). Estas qualidades são importantes para as diversas aplicações da celulose bacteriana, que podem requerer maior retenção de água para aplicações médicas (CACICEDO et al., 2016), coloração mais esbranquiçada para aplicações têxteis (YIM; SONG; KIM, 2017), maior cristalinidade para maior resistência mecânica e produção de nanocristais (LIMA et al., 2015; LIU; CATCHMARK, 2019), entre outras diversas características que podem ser influenciadas pela composição do meio.

Foi constatado também o uso de resíduos agroindustriais como: soro de leite, casca de uvas, licor de polpa de papel e glicerol, obtidos de indústrias em Portugal. Os resíduos foram utilizados na concentração de 20g/L no meio HS (substituindo a glicose), diluídos, e seu pH ajustado para 6,0, mesma condição do meio convencional, antes de serem usados como meios de cultura de forma direta, ou suplementado com sais de fosfato, sulfato, potássio e amônio, além de ser realizado um cultivo controle de celulose em meios de cultura compostos pelos componentes dos resíduos, identificados por HPLC e utilizados em forma pura. O estudo verificou a necessidade de diluição e suplementação dos resíduos para uma produção funcional de celulose, com um aumento considerável para o resíduo de glicerol suplementado com extrato de levedura e bifosfato de potássio (CARREIRA et al., 2011).

Também foi estudado o uso de melaço de cana como substituto da fonte de carbono no meio HS usual. Essa substituição levou a uma redução de 7,35 a 20,06% nos custos de produção da celulose bacteriana, além de ter levado a um bom rendimento de 4,01g/L. Isso pode ser associado a nutrientes extras presentes no melaço de cana que podem ser utilizados pelas cepas bacterianas, que produziram as membranas de celulose com qualidade comparáveis ao meio original (MACHADO et al., 2018).

Ainda, um estudo avaliou a produção de celulose bacteriana, e subsequentemente a caracterizou, utilizando resíduos (casca e polpa) de laranjas, tratados enzimaticamente. O meio foi preparado utilizando o resíduo tratado e diluído, peptona, extrato de levedura e etanol em concentrações mais baixas que as utilizadas no meio convencional. A cepa *Komagataeibacter xylinus* foi utilizada para produção de celulose, apresentando produção 31,6% maior no meio composto pelos resíduos de laranja (FAN et al., 2016).

TRATAMENTO E MODIFICAÇÕES DA MEMBRANA PARA CONFERIR FUNCIONALIDADES

As membranas de celulose bacteriana produzidas na fermentação, seja no meio convencional ou nos meios alternativos, tem como característica a alta pureza. Porém, ao serem



removidas dos frascos de cultivo, as membranas devem passar por processos de purificação para remoção de células e resíduos do meio de cultura. O pré-tratamento mais comum utiliza solução de NaOH, aquecida a 80°C, onde as membranas são colocadas, e em seguida lavadas em água destilada (HE et al., 2020; LIU; CATCHMARK, 2019; MACHADO et al., 2018; REVIN et al., 2018; YIM; SONG; KIM, 2017). Os parâmetros da solução variam entre os estudos, modificando a concentração do NaOH, os tempos de purificação e os parâmetros de agitação. Após o pré-tratamento alcalino, as membranas são lavadas com água destilada até que seja atingido o pH 7,0. A tabela 2 exemplifica os diversos parâmetros já utilizados para este tratamento.

Os pré-tratamentos realizados após a produção das membranas de celulose bacteriana na fermentação são o primeiro passo para a definição das aplicações das membranas produzidas sem modificações *in-situ*. Alguns estudos realizaram ainda, tratamentos subsequentes para conferir novas propriedades às membranas, ou ainda, amplificaram a magnitude de determinadas propriedades, visando a aplicação posterior deste material.

Um estudo de pós-tratamento foi realizado a partir de membranas de celulose produzidas a partir de *K. xylinus* em caldo HS, onde as membranas secas, úmidas e o pó feito com as membranas, foram impregnadas com P(3HB/4HB), um polímero estudado para diversas aplicações biomédicas de reconstrução de tecidos. A impregnação foi feita com as membranas íntegras mergulhadas em solução do polímero em clorofórmio, ou com o pó de CB juntamente em solução com o polímero em clorofórmio, com filmes sendo produzidos a partir da técnica de evaporação. Após as membranas e filmes produzidos estarem totalmente livres do solvente, foram feitos os ensaios *in-vivo* para biocompatibilidade com células humanas e análises físico-químicas das membranas para garantia de suas propriedades. Foi mostrado que as membranas íntegras tratadas com o polímero tiveram seu módulo de Young aumentado quando comparado com membranas de celulose bacteriana pura, com dados na literatura corroborando esta evidência, além de terem provado que o tratamento não teve efeitos significativos na superfície das membranas. Os estudos *in-vivo*, feitos em ratos com modelos de queimaduras de terceiro grau com enxertos de celulose bacteriana tratada com o polímero, mostraram que este tratamento para as membranas produz um material capaz de regenerar ferimentos de queimaduras (VOLOVA et al., 2019).

Outro possível pós-tratamento para a celulose bacteriana é a produção de nanocristais de celulose. Um estudo produziu filmes iridescentes a partir dos nanocristais, obtidos a partir da hidrólise ácida das membranas produzidas pela cepa *Gluconacetobacter xylinus* ATCC



23760 em meio de cultura líquido. As membranas foram trituradas e hidrolisadas com ácido sulfúrico, que além de promover a quebra das longas cadeias de celulose em cadeias muito menores de altíssima cristalinidade, promoveu também a adesão de grupos SO_4^{2-} nas cadeias, levando a uma carga negativa na superfície dos nanocristais, permitindo assim uma melhor dispersão em água, o que leva a uma organização nemática quiral dos cristais quando uma suspensão de nanocristais em água é evaporada, levando à formação de filmes com iridescência, proveniente de sua organização cristalina. Esta propriedade torna os filmes apropriados para a utilização em documentos e certificados, ou em pigmentos para colorações que dependem do ângulo de visão, úteis para dispositivos de segurança (LIMA et al., 2015).

Os pós-tratamentos das membranas são importantes ferramentas que agregam ótimas propriedades aos compósitos formados, os tornando aptos para diversas aplicações. Muitas das modificações almejam manter a estrutura da membrana de celulose bacteriana íntegra (CACICEDO et al., 2016), uma vez que esta estrutura garante muitas propriedades mecânicas e físico-químicas (GRANDE et al., 2009a). Porém, estas modificações adicionam camadas apenas a partir da superfície das películas de celulose, e, por vezes, deseja-se que a modificação atinja a estrutura tridimensional das membranas, e não só sua superfície (OSORIO et al., 2014). Estas modificações, chamadas de *in-situ*, também tem como alvo a adição e melhoramento de propriedades das membranas, mas estas atingem a rede de celulose bacteriana na escala tridimensional, afetando a organização e interação entre as fitas de celulose, alterando assim suas propriedades como resistência à tração, módulo de Young e cristalinidade (CACICEDO et al., 2016) e são realizadas a partir da adição de moléculas exógenas ao meio de cultivo no qual as membranas de celulose serão produzidas. Desta forma, as moléculas exógenas, a partir de suas interações com as fitas de celulose, causam modificações na estrutura e organização das fitas, além de incorporar propriedades únicas ao material. Estas propriedades podem variar desde melhoramentos mecânicos (GRANDE et al., 2009a), maior espaçamento entre as fitas e menor cristalinidade (CACICEDO et al., 2016) até a adição de compostos bioativos, como medicações e suplementos, para enxertos de uso médico (GRANDE et al., 2009b).

A adição de hidroxiapatita (HAp) deficiente em cálcio em celulose bacteriana foi testada para biocompatibilidade, visto que a HAp apresenta capacidades regenerativas em ossos. A HAp foi adicionada ao meio de cultivo da cepa *Gluconacetobacter saccharivorans* juntamente com carboximetilcelulose (CMC) para auxiliar na suspensão, resultando em uma membrana extremamente fina (0,5mm), com poros aumentados e cristalinidade reduzida, com a fase inorgânica de HAp representando cerca de 23,7% do peso total do nanocompósito. A



biocompatibilidade testada contra células HEK mostrou uma interação positiva entre células e membrana, indicando que este tratamento é útil para a produção de membranas para uso biomédico (GRANDE et al., 2009b).

Uma metodologia foi desenvolvida para a produção de membranas de celulose envoltas com amido gelatinizado. Nesta metodologia, o amido é introduzido ao meio de cultura da cepa produtora de celulose, e, ao ser autoclavado, sofre uma “gelatinização primária”, onde apenas parte dos grânulos de amido inchados são gelatinizados. Dessa forma, quando a cepa é inoculada e a celulose produzida, as fitas de celulose são extrusadas entre fitas de amido gelatinizado, ainda na presença de grânulos não gelatinizados. Após a remoção das membranas do meio de cultura, estas são pré-tratadas e então prensadas a 105°C em prensa hidráulica, causando a segunda gelatinização, fazendo com que todos os grânulos de amido sejam então gelatinizados. Esta técnica produz uma rede coerente de celulose com cristalinidade preservada, envolvendo as fitas de celulose em amido gelatinizado, gerando uma nanoestrutura semelhante a folhas de papel produzidas com polpa de árvores (GRANDE et al., 2009a).

Com isso, é possível perceber que a superfície e cristalinidade são importantes variáveis que podem ser controladas durante a produção de celulose, por meio da modificação do meio de cultura, e que afetam diretamente as propriedades das membranas. A superfície, que pode ser mais ou menos rugosa, mais ou menos porosa, pode sofrer grandes alterações quando a mesma cepa é cultivada em diferentes meios. Além disso, o uso de diferentes chás e diferentes fontes de carbono levou a diferentes colorações, rugosidades, cristalinidades e porosidades. Foi analisada também a produção de celulose utilizando SCOBY de *kombucha* visando o uso em indústrias têxteis. As variáveis foram alteradas significativamente entre as fontes de carbono e nitrogênio, permitindo alcançar a otimização da produção (YIM; SONG; KIM, 2017).

APLICAÇÕES DAS MEMBRANAS

As membranas de celulose bacteriana são estudadas intensivamente quanto às suas propriedades, e modificadas com precisão para, em conjunto com as propriedades inerentes do material, sejam aplicadas nas mais diversas áreas tecnológicas. As aplicações mais comuns são na área biomédica, onde as membranas e películas cultivadas em fermentação são transformadas em enxertos biotecnológicos para tratamento de ferimentos, estes que vão desde queimaduras e úlceras (VOLOVA et al., 2019) até perfurações corneais (COELHO et al., 2019) e timpânicas (PINHO et al., 2020; SILVEIRA et al., 2016).



A capacidade das membranas de ser usada para fins biomédicos é usualmente avaliada utilizando uma série de testes com as membranas modificadas, apresentando ótima biocompatibilidade com células humanas (YOUNESI; AKKUS; AKKUS, 2019). As modificações realizadas sobre as membranas para uso biomédico envolvem diversas técnicas, como a introdução de hidroxiapatita para enxertos (GRANDE et al., 2009b), medicações para liberação controlada e localizada (COELHO et al., 2019), polímeros para garantia de propriedades ópticas e mecânicas adequadas (SEPÚLVEDA et al., 2016), combinadas com polímeros biocidas (KUKHARENKO et al., 2014), entre outras modificações que especializam as membranas para o uso nas mais diversas áreas médicas, nas mais variadas intervenções.

As membranas em uso biomédico são, por vezes, utilizadas sem nenhuma modificação. Estas membranas inalteradas têm, usualmente, como finalidade, a recuperação de tecidos humanos, sendo utilizadas como enxertos. Um exemplo desta técnica é o uso de membranas inalteradas para recuperação de perfurações timpânicas, onde as membranas são cirurgicamente aderidas às margens do tímpano perfurado de pacientes participantes do experimento. Esta técnica de intervenção obteve grandes margens de sucesso com baixos riscos, além de uma grande redução de custos para a execução do procedimento no hospital (SILVEIRA et al., 2016). Ainda, um outro estudo fez a mesma avaliação, com um grupo de pacientes menor, mas discutindo ainda a melhora nos sintomas auditivos dos pacientes, corroborando a eficácia do método e das membranas neste tratamento (PINHO et al., 2020).

A aplicação de medicações e polímeros também foi avaliada em diversos estudos, como na preparação de enxertos ópticos translúcidos para recuperação de córneas, onde as membranas foram mergulhadas em soluções das medicações, e depois de absorvidas, foi aplicada uma cobertura de boemita-GPTS a um lado das membranas, composto que promoveria certa translucidez ao material. Foi mostrada certa toxicidade celular nestes materiais, mas a um nível que ainda torna os resultados promissores, no entanto, ainda há a necessidade de mais estudos para comprovação de segurança e eficácia do material nesta aplicação (COELHO et al., 2019). Um outro estudo mostrou ainda que compósitos de celulose bacteriana e poliprolactona se mostraram agressivos ao tecido corneal de coelhos, com má epitelização e inflamações crônicas (SEPÚLVEDA et al., 2016), o que pode ser um suporte para as afirmações de toxicidade celular.

Os ensaios de liberação controlada e atividade antimicrobiana de películas tratadas com polímero biocida mostraram a grande eficiência e segurança do material para ser utilizado como enxerto em curativos, além de baixo custo de produção (KUKHARENKO et al., 2014). Foram



também avaliados extratos herbais de Henna para atividade antimicrobiana, com ótimos resultados para compatibilidade, atividade antimicrobiana e viabilidade celular (POOJA; VADODARIA; VIDHYA, 2019).

As aplicações biomédicas são diversas, e possivelmente as mais amplas entre as aplicações estudadas para compósitos e membranas puras de celulose bacteriana, mas muitas outras aplicações são possíveis, com estudos gerando nanocristais e filmes iridescentes (LIMA et al., 2015) para a indústria química, até usos nas indústrias de alimentos e elétricas. Na indústria de alimentos, a celulose microbiana encontra diversos possíveis usos, partindo desde a *nata de coco* (LIN et al., 2020), sobremesa filipina feita de água de coco fermentada com *G. xylinus* e a bebida *kombucha*, até aplicações mais tecnológicas, como emulsificante, estabilizante e gelificante, além de seus usos estruturais (GUO et al., 2018).

O uso da nanocelulose bacteriana em sorvetes foi avaliado em combinação com isolados de proteína de soja (SPI) como substitutos de gorduras, na proporção de 1:20 dos substituintes, com base nas propriedades de ambos os ingredientes de modificações nas soluções em que são inseridos. As misturas de CB/SPI 1:20 foram utilizadas previamente para estabilizar emulsões óleo-em-água e para determinação de semelhanças com um dos principais ingredientes a serem substituídos em sorvetes: o creme de leite. Nos testes com sorvetes, o creme foi substituído em 10%, 20% e 30% pela mistura CB/SPI e posteriormente avaliados de acordo com os parâmetros de textura de dureza, elasticidade, mastigabilidade, coesão, resiliência e adesão. A análise sensorial aplicada aos produtos mostrou que as substituições de 10% e 20% melhoram a qualidade do produto em comparação ao controle sem substituições, apresentando ótimas propriedades físico-químicas e sensoriais, atribuídas às interações das cadeias de celulose, SPI e componentes da fórmula, devido a interações de Van der Waals (GUO et al., 2018).

Ainda na indústria de alimentos, pode-se produzir embalagens ativas com compósitos de celulose bacteriana, com a possibilidade de inserção de compostos bioativos, bactericidas ou de reforço estrutural (ASHRAFI; JOKAR; MOHAMMADI NAFCHI, 2018; OSORIO et al., 2014). Biocompósitos formulados a partir de celulose bacteriana e quitosana utilizando o método de moldagem (*casting*) foram testados em respeito à sua atividade antimicrobiana, permeabilidade e composição, para assegurar suas propriedades físico-químicas e seu uso como embalagem ativa. O compósito testado em modelos de carne moída demonstrou grandes propriedades antioxidantes e antimicrobianas, com interações entre a quitosana e a celulose bacteriana (ASHRAFI; JOKAR; MOHAMMADI NAFCHI, 2018). Além disso, foram desenvolvidos termoplásticos utilizando celulose bacteriana e amidos, através da síntese *in-situ*



de celulose bacteriana em meio HS modificado com amido pré-gelatinizado, sendo prensado a quente após a fermentação para obtenção do termoplástico (OSORIO et al., 2014). Este material teve suas propriedades mecânicas e estruturais avaliadas, demonstrando ótimas interações entre as cadeias de amido e celulose, com melhoramento na estabilidade térmica e capacidades mecânicas, abrindo a possibilidade de uso em embalagens.

Nanocristais de celulose bacteriana quando suspensos em água produzem soluções iridescentes, que podem ser utilizadas para produção de filmes com organização nemática-quiral, uma forma específica de organização cristalina que produz filmes com propriedades ópticas únicas, que podem ser aplicadas a documentos, tintas, cédulas e outras formas de documentação que necessite verificação óptica e selos oficiais. Essa organização é obtida pelas cargas parciais negativas na superfície dos nanocristais, oriundas do processo de hidrólise sulfúrica da CB, causando interações de repulsão entre os nanocristais, levando às características ópticas do material (LIMA et al., 2015).

A celulose bacteriana pode ainda ser utilizada na produção de capacitores e células eletrolíticas de baixa temperatura por meio da produção de compósitos. A combinação de diferentes proporções de solução de Nafion com CB e subsequente produção de membranas, com ou sem anelamento. Os compósitos apresentaram retenção de água e módulo de Young aumentados, com estabilidade térmica e interações entre celulose e Nafion. As membranas de condução de prótons têm como base de funcionamento a eletrólise de água em membrana de polímero eletrolítico (PAN et al., 2021), com o compósito CB/Nafion agindo como elemento eletrolítico neste estudo. A membrana de eletrólise produzida, além de apresentar propriedades mecânicas melhoradas pelas interações CB/Nafion, apresentou também densidades de potência (taxa de energia transferida por volume de célula eletrolítica) maiores do que as encontradas previamente na literatura, atingindo marcas de $106 \text{ mW} \cdot \text{cm}^{-2}$, demonstrando os potenciais de exploração deste material (JIANG et al., 2015).

Capacitores eletrolíticos são dispositivos utilizados para armazenar pequenas quantidades de energia, em correntes de altas frequências. Foi estudada a pirólise de aerogel de celulose bacteriana em plasma com o intuito de produção destes capacitores, produzindo um material com a alta porosidade da celulose bacteriana, que pode ser utilizado diretamente na produção de capacitores menores, em processo simplificado, o que reduz as dificuldades na produção em larga escala destes componentes eletrônicos. O processo de pirólise térmica causa um aumento na área superficial do hidrogel de CB, transformando-o em aerogel com menos de 1% da massa original, mas este processo utiliza uma imensa quantidade de energia. O uso de



plasma de alta temperatura aliado a baixos tempos de processamento da membrana em pirólise leva a baixos consumos energéticos e maior interconexão de poros no aerogel de CB, características estas que produzem um material de rápida condutividade de íons de eletrólitos com área superficial razoável. Os capacitores produzidos em diversas espessuras foram testados em eletrólitos aquosos, onde foram encontradas capacitâncias de área altas na faixa de 120 Hz, com capacitância máxima atingida de $4,50 \text{ mF}\cdot\text{cm}^{-2}$, sendo uma utilização de CB altamente promissora (ISLAM et al., 2017).

CONCLUSÃO

Com base no exposto, percebeu-se que há diversas possibilidades de aplicação para a celulose microbiana, mas, devido ao alto custo de produção, a sua aplicação ainda é limitada a algumas áreas. Logo, deve haver o desenvolvimento de mais pesquisas voltadas a diminuição dos custos do meio de cultura, tipo de biorreatores, a descoberta de novas cepas ou consórcios microbianos, além dos trabalhos relacionados as possibilidades de aplicação, por se tratar de uma alternativa sustentável a produção de celulose convencional, devido a viabilidade de uso e possibilidades de aplicações.

REFERÊNCIAS

ASHRAFI, A.; JOKAR, M.; NAFCHI, A. M. Preparation and characterization of biocomposite film based on chitosan and kombucha tea as active food packaging. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 108, p. 444–454, 2018.

CACICEDO, M. L.; CASTRO, M. C.; SERVETAS, I.; BOSNEA, L.; BOURA, K.; TSAFRAKIDOU, P.; DIMA, A.; TERPOU, A.; KOUTINAS, A.; CASTRO, G. R. Progress in bacterial cellulose matrices for biotechnological applications. **Bioresource Technology**, v. 213, p. 172–180, 2016.

CARREIRA, P.; MENDES, J. A. S.; TROVATTI, E.; SERAFIM, L. S.; FREIRE, C. S. R.; SILVESTRE, A. J. D.; NETO, C. P. Utilization of residues from agro-forest industries in the production of high value bacterial cellulose. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 15, p. 7354–7360, 2011.

COELHO, F.; BRAIDO, G. V. V.; CAVICCHIOLI, M.; MENDES, L. S.; SPECIAN, S. S.; FANCHI, L. P.; RIBEIRO, S. J. L.; MESSADDEQ, Y.; SCAREL-CAMINAGA, R. M.; SIDORENKO, T. Toxicity of therapeutic contact lenses based on bacterial cellulose with coatings to provide transparency. **Contact Lens and Anterior Eye**, v. 42, n. 5, p. 512–519, 2019.

FAN, X.; GAO, Y.; HE, W.; HU, H.; TIAN, M.; WANG, K.; PAN, S. Production of nano bacterial cellulose from beverage industrial waste of citrus peel and pomace using *Komagataeibacter xylinus*. **Carbohydrate Polymers**, v. 151, p. 1068–1072, 2016.

GAO, H.; SUN, Q.; HAN, Z.; LI, J.; LIAO, B.; HU, L.; HUANG, J.; ZOU, C.; JIA, C.; HUANG, J.; CHANG, Z.; JIANG, D.; JIN, M. Comparison of bacterial nanocellulose produced by different strains under static and agitated culture conditions. **Carbohydrate Polymers**, v. 227, n. August 2019, p. 115323, 2020.

GRANDE, C. J.; TORRES, F.G.; GOMEZ, C. M.; TRONCOSO, O. P.; CANET-FERRER, J.; MARTINEZ-PASTOR, J. Development of self-assembled bacterial cellulose-starch nanocomposites. **Materials Science and Engineering C**, v. 29, n. 4, p. 1098–1104, 2009a.

GRANDE, C. J.; TORRES, F. G.; GOMEZ, C. M.; BAÑO, M. C. Nanocomposites of bacterial cellulose/hydroxyapatite for biomedical applications. **Acta Biomaterialia**, v. 5, n. 5, p. 1605–1615, 2009b.

GUO, Y.; ZHANG, X.; HAO, W.; XIE, Y.; CHEN, L.; LI, Z.; ZHU, B.; FENG, X. Nano-bacterial cellulose/soy protein isolate complex gel as fat substitutes in ice cream model. **Carbohydrate Polymers**, v. 198, p. 620–630, 2018.

HE, X. et al. Novel bacterial cellulose membrane biosynthesized by a new and highly efficient producer *Komagataeibacter rhaeticus* TJPU03. **Carbohydrate Research**, v. 493, n. March, p. 108030, 2020.

HESTRIN, S.; SCHRAMM, M. Synthesis of cellulose by *Acetobacter xylinum*. II. Preparation of freeze-dried cells capable of polymerizing glucose to cellulose. **The Biochemical journal**, v. 58, n. 2, p. 345–352, 1954.

ISLAM, N.; LI, S.; REN, G.; ZU, Y.; WARZYWODA, J.; WANG, S.; FAN, Z. High-frequency electrochemical capacitors based on plasma pyrolyzed bacterial cellulose aerogel for current ripple filtering and pulse energy storage. **Nano Energy**, v. 40, n. July, p. 107–114, 2017.

JARAMILLO, R. D.; PERNA, O.; RÍOS, L. E.; ESCOBAR, J. Efeito do melão de cana tratada com ácido sulfúrico na produção de celulose por *Gluconacetobacter xylinus* IFO 13693. **Revista Colombiana de Química**, v. 43, n. 2, p. 25–31, 2014.

JIANG, G. P.; ZHANG, J.; QIAO, J. L.; JIANG, Y. M.; ZARRIN, H.; CHEN, Z.; HONG, F. Bacterial nanocellulose/Nafion composite membranes for low temperature polymer electrolyte fuel cells. **Journal of Power Sources**, v. 273, p. 697–706, 2015.

KUKHARENKO, O.; BARDEAU, J. F.; ZAETS, I.; OVCHARENKO, L.; TARASYUK, O.; PORHYN, S.; MISCHENKO, I.; VOVK, A.; ROGALSKY, S.; KOZYROVSKA, N. Promising low cost antimicrobial composite material based on bacterial cellulose and polyhexamethylene guanidine hydrochloride. **European Polymer Journal**, v. 60, p. 247–254, 2014.

LIMA, L. R.; SANTOS, D. B.; SANTOS, M. V.; BARUDA, H. S.; HENRIQUE, M. A.; PASQUINIC, D.; PECORAROA, E.; RIBEIRO, S. J. L. NANOCRISTAIS DE CELULOSE A PARTIR DE CELULOSE BACTERIANA. **Química Nova**, v. 38, n. 9, p. 1140–1147, 2015.

LIN, D.; LOPEZ-SANCHEZ, P.; LI, R.; LI, Z. Production of bacterial cellulose by *Gluconacetobacter hansenii* CGMCC 3917 using only waste beer yeast as nutrient source. **Bioresource Technology**, v. 151, p. 113–119, 2014.

LIN, D.; LIU, Z.; SHEN, R.; CHEN, S.; YANG, X. Bacterial cellulose in food industry: Current research and future prospects. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 158, p. 1007–1019, 2020.

LIU, K.; CATCHMARK, J. M. **Enhanced mechanical properties of bacterial cellulose nanocomposites produced by co-culturing *Gluconacetobacter hansenii* and *Escherichia coli* under static conditions** *Carbohydrate Polymers*, 2019.

MACHADO, R. T. A.; MENEGUIN, A. B.; SÁBIO, R. M.; FRANCO, D. F.; ANTÔNIO, S. G.; GUTIERREZ, J.; TERCJAK, A.; BERRETA, A. A.; RIBEIRO, S. J. L.; LAZARINI, S. C.; LUSTRI, W. R.; BARUD, H. S. *Komagataeibacter rhaeticus* grown in sugarcane molasses-supplemented culture medium as a strategy for enhancing bacterial cellulose production. **Industrial Crops and Products**, v. 122, n. June, p. 637–646, 2018.

OSORIO, M. A.; RESTREPO, D.; VELÁSQUEZ-COCK, J. A.; ZULUAGA, R. O.; MONTOYA, U.; ROJAS, O.; GAÑAN, P. F.; MARIN, D.; CASTRO, C. I. Synthesis of thermoplastic starch-bacterial cellulose nanocomposites via in situ fermentation. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 25, n. 9, p. 1607–1613, 2014.

PAN, M.; PAN, C.; LI, C.; ZHAO, J. A review of membranes in proton exchange membrane fuel cells: Transport phenomena, performance and durability. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 141, n. June 2020, p. 110771, 2021.

PINHO, A. M. DE M. R.; KENCIS, C. C. S.; MIRANDA, D. R. P.; NETO, O. M. DE S. Traumatic perforations of the tympanic membrane: immediate clinical recovery with the use of bacterial cellulose film. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 86, n. 6, p. 727–733, 2020.

POOJA, R.; VADODARIA, K.; VIDHYA, S. Synthesis of bacterial cellulose and herbal extract for the development of wound dressing. **Materials Today: Proceedings**, v. 15, p. 284–293, 2019.

REVIN, V.; LIYASKINA, E.; NAZARKINA, M.; BOGATYREVA, A.; SHCHANKIN, M. Cost-effective production of bacterial cellulose using acidic food industry by-products. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 49, p. 151–159, 2018.

RÖMLING, U.; GALPERIN, M. Y. Bacterial cellulose biosynthesis: Diversity of operons, subunits, products, and functions. **Trends in Microbiology**, v. 23, n. 9, p. 545–557, 2015.

SEPÚLVEDA, R. V.; VALENTE, F. L.; REIS, E. C. C.; ARAÚJO, F. R.; ELEOTÉRIO, R. B.; QUEIROZ, P. V. S.; BORGES, A. P. B. Bacterial cellulose and bacterial cellulose/polycaprolactone composite as tissue substitutes in rabbits' cornea. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 36, n. 10, p. 986–992, 2016.

SILVEIRA, F. C. A.; PINTO, F. C. M.; NETO, S. DA S. C.; LEAL, M. DE C.; CESÁRIO, J.; AGUIAR, J. L. DE A. Treatment of tympanic membrane perforation using bacterial cellulose: A randomized controlled trial. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 82, n. 2, p. 203–208, 2016.



VILLARREAL-SOTO, S. A.; BOUAJILA, J.; PACE, M.; LEECH, J.; COTTER, P. D.; SOUCHARD, J. P.; TAILLANDIER, P.; BEAUFORT, S. Metabolome-microbiome signatures in the fermented beverage, Kombucha. **International Journal of Food Microbiology**, v. 333, n. July, 2020.

VOLOVA, T. G.; SHUMILOVA, A. A.; NIKOLAEVA, E. D.; KIRICHENKO, A. K.; SHISHATSKAYA, E. I. Biotechnological wound dressings based on bacterial cellulose and degradable copolymer P(3HB/4HB). **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 131, p. 230–240, 2019.

YIM, S. M.; SONG, J. E.; KIM, H. R. Production and characterization of bacterial cellulose fabrics by nitrogen sources of tea and carbon sources of sugar. **Process Biochemistry**, v. 59, p. 26–36, 2017.

YOUNESI, M.; AKKUS, A.; AKKUS, O. Microbially-derived nanofibrous cellulose polymer for connective tissue regeneration. **Materials Science and Engineering C**, v. 99, n. January, p. 96–102, 2019.

CAPÍTULO 12

USO DE MALHA FOTOSELETIVA AZUL ALTERA A BROTAÇÃO E O DIÂMETRO DO COLO DA IPECA

Rebecca de Andrade Klein Ricardo
Cristina Moll Hüther
Nicole Pereira de Souza Rocha
Julia Ramos de Oliveira
Daniel Moncada Pereira Marques
Natália Fernandes Rodrigues
Gabriela Martins Correa
Vitor Francisco Ferreira

RESUMO

Carapichea ipecacuanha, também conhecida como ipeca, ipeca-verdadeira, ipecacuanha, poaia, cipó-emético, dentre outros, é um subarbusto de sub-bosque pertencente à família Rubiaceae. O presente trabalho teve por objetivo acompanhar o desenvolvimento do diâmetro do colo em mudas e plantas adultas de *Carapichea ipecacuanha* quando cultivadas em malha preta e azul com 70% de sombreamento. Para isso, utilizou-se plantas adultas providas do sombreamento de 70% (malha preta) para obter as estacas para produção da reprodução assexuada por estaquia, com aproximadamente 5cm, e distribuídas nas colorações de malhas fotoseletivas de sombreamento, nas cores azul e preto, com 70% de sombreamento. Também nos mesmos ambientes se manteve o cultivo das plantas já adultas, com oito anos. O acompanhamento do crescimento do diâmetro do colo foi realizado por um período de 70 dias. Todos os tratamentos foram irrigados à capacidade de campo e cultivados em solo arenoso. Os diâmetros do colo foram analisados em intervalos de 14 em 14 dias, com uso de paquímetro digital, tanto para as plantas adultas como para as plantas que brotaram, até totalizar cinco análises. Os resultados provenientes deste experimento, revelam que essa espécie tem favorecimento no crescimento do diâmetro do solo em ambientes de malha azul, tanto para plantas adultas, quanto plantas obtidas por brotação das raízes, quando comparados ao sombreamento de 70%, na cor preta, que é indicado um ambiente adequado para cultivo dessa espécie em condições de ambiente artificial.

PALAVRAS-CHAVE: sombreamento; crescimento; *Carapichea ipecacuanha*; malha colorida; ipecacuanha.

INTRODUÇÃO

Carapichea ipecacuanha, também conhecida como ipeca, ipeca-verdadeira, ipecacuanha, poaia, cipó-emético, dentre outros, é um subarbusto de sub-bosque que pertencente à família Rubiaceae, que pode atingir entre 30 e 40 centímetros de altura (ASSIS & GIULIETTI, 1999; LAMEIRA, 2002). É uma espécie conhecida mundialmente por ser medicinal e que tem potencial econômico devido ao valor farmacológico dos alcaloides

encontrados em suas raízes, usado para fins medicinais na saúde humana (LAMEIRA et al., 1999; LAMEIRA et al., 2000; SANTOS et al., 2020).

Nativa das florestas tropicais da América, esta espécie vegetal possui ciclo de vida longo. Seus ramos aéreos são cilíndricos e emitidos a partir de nós em seu rizoma. Suas folhas são lisas e persistentes na parte superior dos ramos, em formato oval, elípticas e oblongas. A inflorescência terminal é envolvida por brácteas ovais, agudas e lobadas de coloração esverdeada (LAMEIRA, 2002)

Pesquisas sobre *Carapichea ipecacuanha*, são encontrados, geralmente, referentes a suas finalidades medicinais, e do mesmo modo para seus benefícios à saúde, benefícios estes que levam a espécie tenha sua população reduzida drasticamente devido ao extrativismo (OLIVEIRA & MARTINS, 1998). Porém, devido a extração desenfreada de seu habitat natural e outros fatores, levou a sua inserção no livro vermelho de espécies ameaçadas de extinção (ZAPPI et al., 2013), tornando-se cada vez mais rara em seu habitat natural. Diante das informações supracitadas, é importante realizar o acompanhamento do desenvolvimento dessa espécie em ambientes controlados, como condições luminosas, a exemplo, a utilização de malhas fotoseletivas.

Assim, o presente estudo teve por objetivo acompanhar o desenvolvimento do diâmetro do colo em plantas de ipeca adultas e em mudas, obtivas por intermédio de estaquia, quando cultivadas em malha preta e azul com 70% de sombreamento.

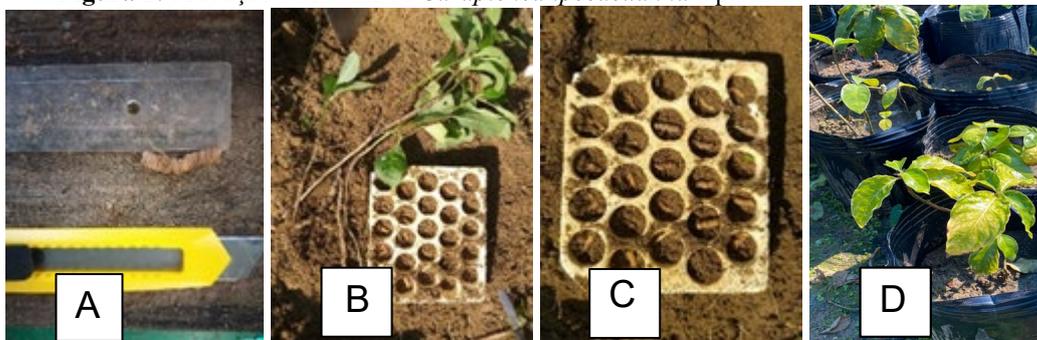
METODOLOGIA

O experimento foi realizado nas casas de vegetação com sombreamento de 70% em malhas preta e azul pertencentes ao programa Fitoterápico Farmácia Viva, da Universidade Federal Fluminense (UFF), no campus Gragoatá, em Niterói, Rio de Janeiro, Brasil (22° 54' 00" S; 43° 08' 00" W; altitude de 8 metros acima do nível do mar). Climaticamente, a região possui clima Aw, segundo a classificação de Köppen, referindo-se a clima tropical com inverno seco e verão chuvoso, com temperatura média anual de 23°C e precipitação média anual de 1.200 mm.

Inicialmente, foi realizada a análise química e física do solo utilizado tanto para plantas adultas quanto para produção das mudas, sendo o mesmo utilizado para ambos os cultivos. Em relação às plantas para a brotação, utilizou-se plantas matrizes, presentes em sombreamento de 70%, e utilizadas as raízes para produção de estacas para reprodução assexuada por estaquia (RIBEIRO et al., 2017), com aproximadamente 5 cm (Figura 1A), sendo distribuídas em

colorações de malhas fotoseletivas de sombreamento (preto e azul), todas em nível de luminosidade de 70% (Figura 1B). Nesse mesmo ambiente estavam sendo cultivadas as plantas adultas por um período de oito anos. Ambos os tratamentos foram cultivados em solo arenoso e manteve-se a irrigação em capacidade de campo (Figura 1C e D).

Figura 1: Produção de mudas de *Carapichea ipecacuanha* a partir de estacas de raízes.



Fonte: Autoria própria, 2022.

As avaliações do diâmetro do colo foram analisadas em intervalos de 14 em 14 dias com o uso de um paquímetro digital (Stainless Hardened), a análise teve início no dia 22 de dezembro de 2021 e finalização no dia 16 de fevereiro de 2022, tanto para as plantas adultas quanto as mudas obtidas das brotações das raízes, contemplando ao total 5 análises.

Para comparar os diferentes ambientes de cultivo (malhas preta e azul) foi também verificado a temperatura máxima em graus Celsius e a umidade relativa do ar em porcentagem, nos ambientes cultivados durante diferentes horários de um dia inteiro, dentro das casas de vegetação.

Os dados do diâmetro do colo foram submetidos à análise de variância (ANOVA, $p \leq 0,05$) e quando demonstradas diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), $n = 4$, com auxílio do programa estatístico SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os dados da análise química e física do solo, os dados demonstraram que os valores de pH se encontravam levemente ácidos, o que é ideal para o cultivo da ipecacuanha, pois é recomendado pH próximo a 5,5 (LAMEIRA, 2002). O solo foi caracterizado como distrófico, com saturação de alumínio de 37% (Quadro 1).

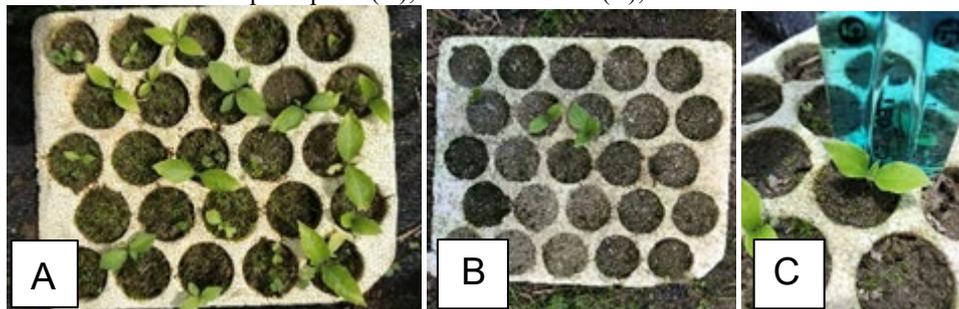
Quadro: Análise química do substrato utilizado no experimento.

pH(1:2,5)		cmol/Kg								v(%)	Al (%)	P assimilável
Água	KCL IN	CA ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	N ^{a+}	Valor S (soma)	Al ³⁺	H ⁺	Valor T			mg/kg
5,3	4,0	0,9		0,12	0,03	1,0	0,6	2,4	4,0	25	37	26
c g/kg	N g/kg	C/N	Ataque sulfúrico g/kg						Relações Moleculares			
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₂	Mn O	SiO ₂ / Al ₂ O ₃ (Ki)	SiO ₂ / R ₂ O ₃ (Kr)	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃	
3,7	0,5	7	96	94	47	7,0	-	-	1,74	1,32	3,14	

Fonte: Autoria própria, 2022.

Em relação aos dados das brotações, essas demoraram mais de 60 dias para começar a ocorrer (Figura 2). Na malha preta ocorrem 37 brotações do total de 75 (Figura 2A) e na azul somente 3 de 75 raízes (Figura 2B e C) contando com 50,66 % de brotação na preta, perfazendo um pouco mais da metade das raízes com brotação.

Figura 2: Brotação de raízes de *C. ipecacuanha* cultivadas em diferentes ambientes das casas de vegetação com 70% de sombreamento. Malha preta (A); malha azul 70% (B); análise de crescimento das mudas (C).



Fonte: Autoria própria, 2022.

Para o diâmetro do colo das ipeças oriundas das brotações, quando cultivadas nos diferentes ambientes, analisando-se os dados, têm-se os resultados de que as brotações das raízes mantidas em malha azul, obtiveram um crescimento de 5% superior em relação às brotações das raízes nas malhas pretas, ambas com sombreamento de 70%. Da mesma forma de análise, para as adultas, esse resultado chegou a uma proporção de 30% superior de crescimento, das mantidas em malhas azul, em relação às plantas mantidas em ambiente com malha preta e as médias foram obtidas realizando a média do total de dias para cada sombrite (Tabela 1).

Tabela 1: Médias geral dos diâmetros do colo de plantas de *Carapichea ipecacuanha* em brotações e plantas adultas.

Malha	Brotações	Adultas
Preta	1,32*	2,54
Azul	1,38	3,66

*Média total das 5 análises dos diâmetros do colo das ipecas (mm)

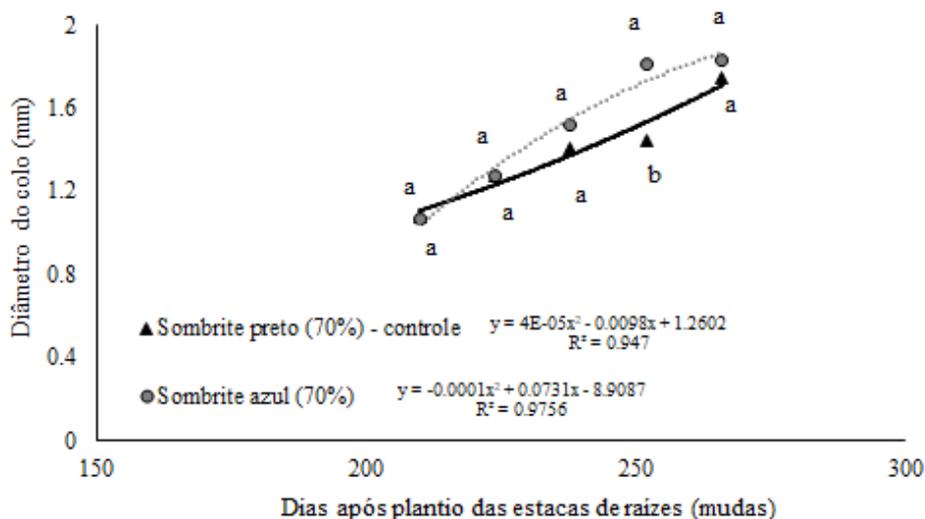
Fonte: Autoria própria, 2022.

As porcentagens supracitadas revelam um aumento da biomassa do caule para as plantas do ambiente com malha azul, independentemente de serem plantas novas ou adultas, mas esse incremento sendo mais rápido para plantas adultas em relação ao total de dias analisados.

Relacionando os 70 dias de análise para as plantas brotadas, os resultados obtidos em sombrite de malha preta são de 38% de acréscimo de biomassa no diâmetro do colo, comparando o período do primeiro dia com o último dia. Enquanto o diâmetro do colo das brotações mantidas em malha azul, apresentaram um resultado de 42% de acréscimo de biomassa, para esse mesmo período de análise (Figura 3).

Diante dos resultados obtidos, as brotações mantidas em malha azul tiveram um maior incremento no colo, em relação às analisadas em malha preta. Ribeiro et al., (2017) também encontraram resultados diferentes quando ocorreu a propagação da ipeca por estacas de raiz em diferentes condições ambientais e substratos.

Figura 3: Diâmetro do colo de mudas obtidas de brotações de raízes de *Carapichea ipecacuanha*.

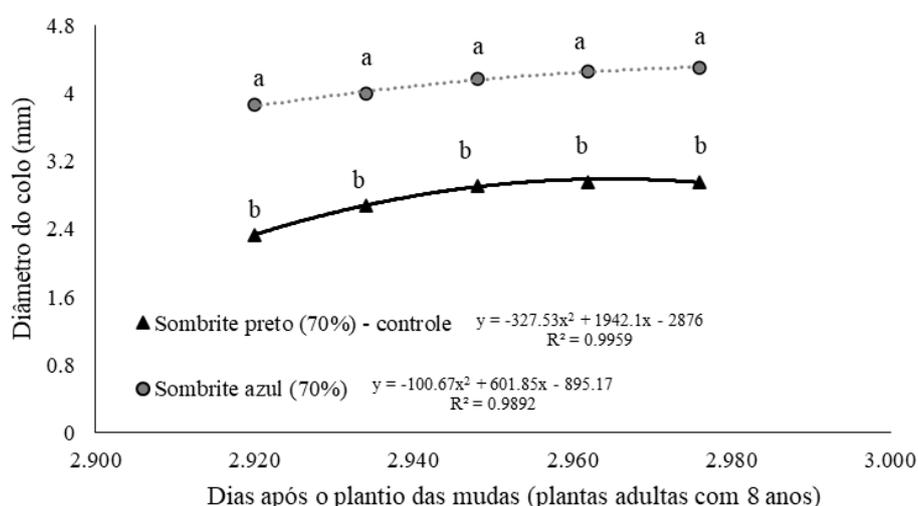


Fonte: Autoria própria, 2022.

Em análise do diâmetro do colo das plantas adultas, comparando-se o primeiro ao último dia, durante os 70 dias analisados, os resultados obtidos para o incremento de biomassa são de

20% para as plantas cultivadas em sombrite preto, de forma a ter maior ganho de biomassa entre o primeiro e último dia de análise, em contrapartida, o sombrite azul teve um acréscimo somente de 10% (Figura 4) entre a primeira e última análise, porém, a média das plantas do ambiente azul estavam desde o início com maior biomassa, só o que foi diferente acabou sendo o que ganhou nesse período de análise.

Figura 4: Diâmetro do colo de plantas adultas (8 anos) de *Carapichea ipecacuanha*.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Assim, as plantas adultas apresentando um resultado diferente em relação às brotações. É possível observar as ipecas, em fase adulta, já em estágio final do experimento (Figura 5) com um crescimento maior, como as mantidas em malha preta 70% (Figura 5A) e as cultivadas em malha azul (Figura 5B). Alterações na área foliar e altura de ipeca também foram identificadas quando estas foram cultivadas em diferentes sombreamentos (RIBEIRO et al., 2019a), bem como alterações no crescimento quando em diferentes substratos e níveis de radiação (RIBEIRO et al., 2019b).

Figura 5: *Carapichea ipecacuanha* em estágio adulto, cultivadas em diferentes ambientes das casas de vegetação com 70% de sombreamento. Malha preta (A); malha azul 70% (B).

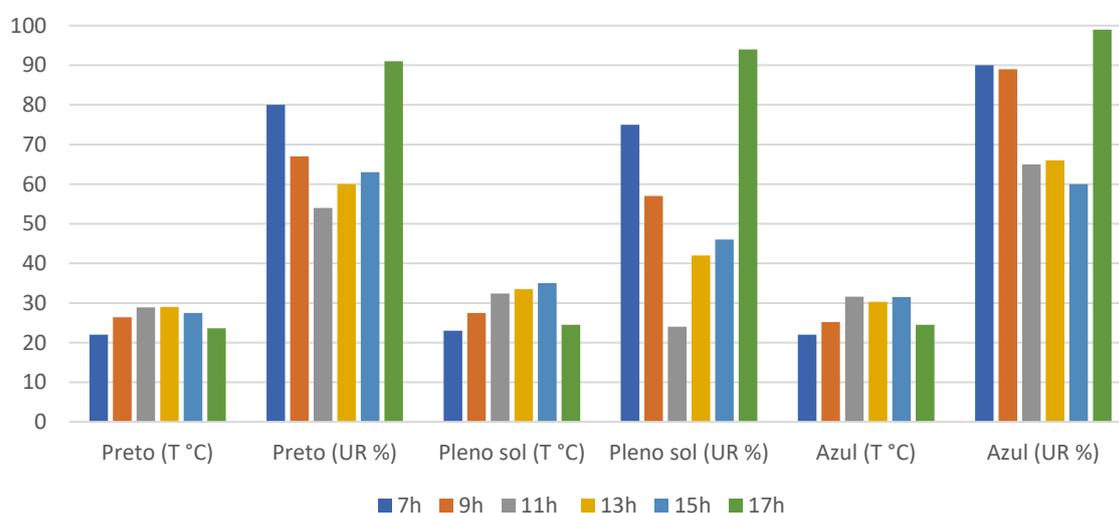


Fonte: Autoria própria, 2022.

Os resultados obtidos durante todo o período de experimento, considerando os fatores climáticos e umidade relativa do ar de cada ambiente também são fatores importantes a serem analisados. Para esses parâmetros foi necessária a análise dos dados climáticos de ambos os ambientes com sombrites, comparando entre si, bem como também se comparou ao ambiente externo (pleno sol).

Os dados meteorológicos para as 13 e 15 horas, demonstraram que, para o horário de 13 horas, o ambiente com sombrite preto apresentou a média de temperatura de 29°C; azul 30°C e fora do sombrite uma temperatura de 33,5°C. Para as 15 horas no ambiente com malha preta teve 27,5°C; azul 31,5°C e fora do sombrite (ambiente externo) 35°C (Figura 6).

Figura 6: Dados climáticos em diferentes horários do dia em cada casa de vegetação (malhas preta e azul) e em pleno sol (ambiente externo das casas de vegetação), umidade relativa do ar (%) e temperatura máxima (°C).



Fonte: Autoria própria, 2022.

A diferença do ambiente com sombrite preto para o azul, além da qualidade da radiação é também em relação a temperatura, pois é de 1°C para as 13 horas e 4°C às 15 horas. No que se refere a diferença entre o ambiente com sombrite preto e externo, é de 4,5°C às 13 horas e 7,5°C às 15 horas. Contudo, o sombrite azul apresentou resultados de 3,5°C de diferença, às 13 horas e 3,5°C às 15 horas, em relação ao ambiente externo. Assim, embora a casa de vegetação de malha preta apresente temperatura mais agradável, os resultados obtidos expressam que, mesmo no ambiente com sombrite azul sendo o mais quente que o sombrite preto, as brotações tiveram maior incremento em casa de vegetação com essa malha, demonstrando que a ipeca suporta a temperatura, mesmo que mais elevada, do sombrite azul e ainda apresenta maior produção de biomassa, média total, quando comparado com ambiente de sombrite com malha preta 70%, que é indicado como um ambiente adequado para cultivo dessa espécie em condições de ambiente artificial (LAMEIRA, 2002).

CONCLUSÃO

Existe diferença na germinação e crescimento do diâmetro do colo da ipeca quando cultivada em ambientes com diferentes qualidades de luminosidade.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ.

REFERÊNCIAS

ASSIS, M.; GIULIETTI, A. Diferenciação morfológica e anatômica em populações de "ipecacuanha" - *Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes (Rubiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.22, n.2, p.205-216, ago. 1999.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.2 p. 109-112, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.

LAMEIRA, A.L.; LEMOS, O.F. DE; RODRIGUES, I.A.; ALVES, S. de M.; ROCHA NETO, O.G. da; OLIVEIRA, M. do S.P. DE; COSTA, M.R. **Ipecacuanha (*Psychotria ipecacuanha* Stokes)**. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (Belém, PA). Programa de melhoramento genético e adaptação de espécies vegetais para a Amazônia Oriental. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 137p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 16).

LAMEIRA, A.O. **Cultivo da ipecacuanha** [*Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stokes]. EMBRAPA, Circular Técnica, 28: 1-4, 2002.

LAMEIRA, O. A.; COSTA, M. P.; PINTO, J. E. B. P.; FRANÇA, S. de C.; CONCEIÇÃO, H. O. da; SANTIAGO, E. J. A. de. Crescimento e teor da emetina em plantas de Ipeca (*Cephaelis ipecacuanha* A. Richard.) obtidas in vitro e submetidas às condições de soluções nutritivas em casa-de-vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.24, n.1, p.46-53, jan./mar., 2000.

OLIVEIRA, L.O.; MARTINS, E.R. **O desafio das plantas medicinais brasileiras: I - o caso da poaia (*Cephaelis ipecacuanha*)**. Campos dos Goytacazes: UENF-FENORTE, 1998. 73p.

RIBEIRO, F.N.S. HÜTHER, C.M.; MACHADO, T.B.; LAMERA, O.A.; PEREIRA, C.R. Propagação de ipecacuanha por estacas de raiz em diferentes condições ambientais e substratos. **Enciclopédia Biosfera**, v.14, p.1072-1083, 2017. https://doi.org/10.18677/EnciBio_2017A86

RIBEIRO, F.N.S. HÜTHER, C.M.; OLIVEIRA, E.; MORAES, J.B.; MACHADO, T.B.; LAMERA, O.A.; PEREIRA, C.R. Influência de diferentes substratos e níveis de radiação no crescimento de *Carapichea ipecacuanha* (ipecacuanha). **Revista Cubana Plantas Medicinales**, v.24, e764, 2019b.

RIBEIRO, F.N.S.; HÜTHER, C.M.; CORREIA, D.M.; MACHADO, T.B.; PEREIRA, C.R. Área foliar e altura de ipeca são alteradas pelo sombreamento. **Enciclopédia Biosfera**, v.16, p.254–263, 2019a. http://doi: 10.18677/EnciBio_2019A18

SANTOS, C.M.P.P. DOS; HUTHER, C.M.; BORELLA, J.; RIBEIRO, F.N.S.; DUARTE, G.C.A.; CARVALHO, L.F.; OLIVEIRA, E.; LAMEIRA, A.O.; PINHO, C.F.; MACHADO, T.B.; PEREIRA, C.R. Season and shading affect emetine and cephalin production in *Carapichea ipecacuanha* plants. **Plant Biosystems** 1–14, 2020. <https://doi.org/10.1080/11263504.2020.1832602>

ZAPPI, D; JARDIM, J; SOUZA, EB; DI MAIO, FR; BARBOSA, MR; VALENTE, ASM; SANTOS, LAF; FILHO, N.P.M. **Rubiaceae**. In: Jakobsson A (ed) Livro vermelho da flora do Brasil, 1st edn. CIP-Brasil, Rio de Janeiro, 922- 941, p 1100, 2013.

CAPÍTULO 13

BANCADA DIDÁTICA PARA O MONITORAMENTO DE GRÃOS

Lucas Tavares Da Silva
Niédja Marizze Cezar Alves
Carlos Alberto Viliotti
Elivânia Maria Sousa Nascimento

RESUMO

O grão armazenado está sujeito às intempéries do meio como qualquer outro material biológico. Fatores climáticos como a temperatura e umidade relativa do ar interferem na qualidade de armazenamento de grãos. Com o objetivo de demonstrar e avaliar uma visão prática sobre os processos inseridos em unidades de armazenamento desenvolveu-se uma bancada didática para o monitoramento contínuo dos parâmetros termodinâmicos. A bancada didática foi projetada e desenvolvida na Universidade Federal de Mato Grosso, campus universitário de Rondonópolis/MT. A metodologia proposta é fundamentada no desenvolvimento e construção de um sistema para a análise e controle de temperatura e umidade em silo de base plana. O desenvolvimento foi dividido em etapas estrutural e eletrônica visando observar, configurar e descrever os processos de automação aplicados às práticas de grãos armazenados e, por último a confecção do sistema supervisor (Csharp) e sistema de controle em linguagem C. A bancada projetada informa a partir dos dados captados pelos sensores, a temperatura e umidade presentes na massa de grãos, sendo um dos parâmetros mais importantes a ser verificado quando grãos estão armazenados. O sistema proposto foi submetido a diversos testes onde foi possível verificar o controle do Arduino nos sensores, bem como a leitura dos sensores quando submetidos a diversas medições. Em todos os testes submetidos o sistema funcionou corretamente, atendendo assim o propósito inicial.

PALAVRAS-CHAVE: Unidade de armazenamento, programação, arduino.

INTRODUÇÃO

O armazenamento na propriedade agrícola representa de 30 a 40% da safra em países bem desenvolvidos como França, Argentina e Estados Unidos. Todavia no Brasil está em torno de 14% ao longo de 10 anos, segundo o Boletim Logístico publicado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2021). Conforme o estudo, a maioria dos grãos, cerca de 60% estão depositados em armazéns localizados no meio rural.

Grande parte da produção de grãos é armazenada por um determinado período, o Brasil tem enfrentado grandes problemas nesta área em decorrência da capacidade estática limitada (MAIA et al., 2013; LIMA JÚNIOR et al., 2012). No armazenamento convencional, são utilizadas, na quase totalidade, estruturas como armazéns e/ou depósitos de construção simples, de alvenaria, com o acondicionamento dos grãos em sacaria (RUPOLLO et al., 2004).



Estima-se que no Brasil 20% da produção anual de grãos seja perdida entre a colheita e o armazenamento (CAMPOS, 2008). Como exemplo, cita-se os grãos de milho, produzidos em duas safras carecem de armazenamento durante o restante do período do ano para atender à demanda; entretanto, muitas vezes por déficit de armazenamento ou mesmo falta de informações, os grãos acabam sendo armazenados em condições inadequadas, comprometendo assim a qualidade do produto (LIMA JÚNIOR et al., 2012; PARAGINSKI et al., 2015).

O grão ao ser armazenado como qualquer outro material biológico está sujeito às intempéries do meio onde estão inseridos. Vários fatores podem reduzir a qualidade dos grãos durante o armazenamento (RUPOLLO et al., 2004). Para Villa e Roa (1979), os parâmetros temperatura, teor de água, tempo de armazenamento e percentagem de grãos quebrados, são fatores que podem acelerar ou retardar o processo de deterioração do produto.

A temperatura é um dos principais fatores que interferem na qualidade de armazenamento de grãos (REHMAN et al., 2002; REED et al., 2007; PARK et al., 2012), sendo que nos últimos anos vem crescendo a utilização da tecnologia de resfriamento artificial em grãos, com o objetivo de preservar a qualidade do produto por períodos mais elevados e reduzir a deterioração dos grãos.

O monitoramento da temperatura em silos ao longo de um período de armazenagem é fundamental na detecção de aquecimento em grãos armazenados, auxiliando na detecção de zonas de aquecimento em grãos armazenados, além de determinar pontos ideais de medição de temperatura, bem como sistemas de instrumentação para o monitoramento confiável e a avaliação de perfis de gradientes térmicos.

Com a finalidade de demonstrar e avaliar uma visão prática sobre os processos inseridos em unidades de armazenamento, propuseram o desenvolvimento de uma bancada didática para o monitoramento contínuo dos parâmetros termodinâmicos, onde entra os processos de automação e controle, visando a melhor manipulação dessas variáveis, com a implantação de sensores junto ao sistema de condução de ar (aeração).

Assim, objetivou-se com este trabalho projetar e desenvolver um sistema constituído de uma mesa didática de forma reduzida para o monitoramento da temperatura e umidade do grão armazenado. Atendendo o desenvolvimento de uma solução dentro da instituição de ensino, com sistema personalizado a atender o ensino de engenharia e áreas afins.

METODOLOGIA

A bancada didática foi projetada e desenvolvida na Universidade Federal de Mato Grosso, campus universitário de Rondonópolis/MT. A metodologia do proposto estudo é fundamentada no desenvolvimento e construção de um sistema para a análise e controle de temperatura e umidade em silo de base plana.

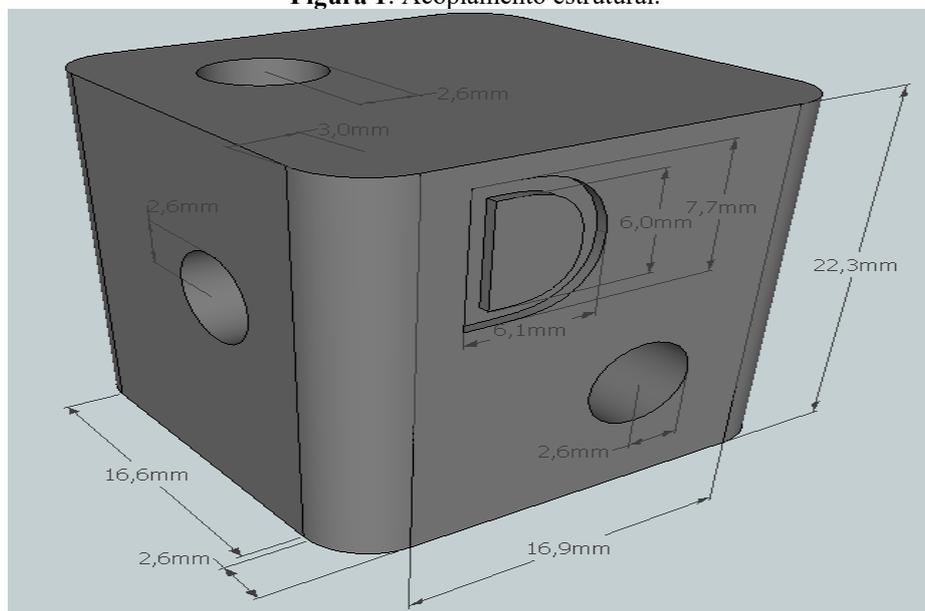
O desenvolvimento foi dividido em etapas estrutural e eletrônica visando observar, configurar e descrever os processos de automação aplicados às práticas de grãos armazenados e, por último a confecção do sistema supervisorio (Csharp) e sistema de controle em linguagem C, visando a melhor manipulação dessas variáveis, com a implantação de sensores junto ao sistema de condução de ar (aeração).

ANÁLISE DOS RESULTADOS

ETAPA ESTRUTURAL

A construção começou com desenho por meio do programa de imagem chamado de Sketchup (software CAD - Desenho auxiliado por computador), onde os componentes fabricados em impressora 3D tiveram por objetivos compor a parte estrutural a ser acomodado o painel de comando, com especificação de detalhes e dimensões (Figura 1).

Figura 1: Acoplamento estrutural.



Fonte: Autoria própria (2022).

Para a constituição do corpo do silo foi adotado um material diferente do encontrado na prática, o aço ao carbono 1045, assim, utilizou-se uma mangueira de poliuretano de 20 in de diâmetro reforçada com aço espiral cobreado, possuindo propriedades mecânicas semelhantes

às condições reais, além de obter ótima flexibilidade (Figura 2). Esse tipo de polímero tem alta resistência a materiais abrasivos, como é o caso dos grãos armazenados.

Figura 2: Mangueira de poliuretano utilizada no corpo do silo.



Fonte: Autoria própria (2022).

O sistema de aeração tem por finalidade insuflar ar através de um rotor centrífugo para dentro do sistema, onde foi desenvolvido um aerador para o silo proposto neste projeto (Figura 3). Utilizou-se corte e furo em chapa de aço com posterior montagem junto ao sistema de mancal, para apoiar o eixo guia do rotor.

Figura 3: Sistema de acoplamento (aerador-motor).



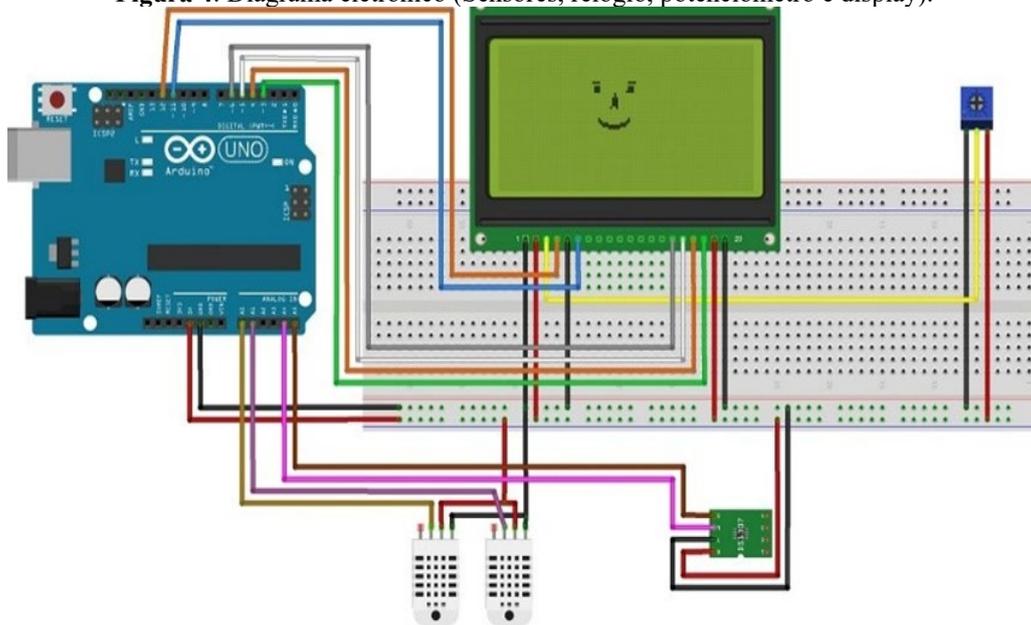
Fonte: Autoria própria (2022).

ESTRUTURA ELETRÔNICA

O diagrama eletrônico foi desenvolvido através do software Fritzing, além disto, foi possível simular o diagrama proposto via protoboard e certificar o seu funcionamento, assim sendo o mesmo transferido e soldado em placa de fibra de vidro (Figura 4). Para isso, utilizou-

se um sensor digital de temperatura e umidade (DHT 11), para posterior tratamento dos dados e impressão em LCD - display de cristal líquido ou via sistema supervisorio, onde os sensores adentram a massa de grãos a fim de observar o incremento na mudança de temperatura e umidade em grãos armazenados, para posterior método de controle via sistema de aeração, visando uniformidade destes estados, também como layout disposto no protótipo, à aplicação de diferentes tipos de partidas a fim de observar eficiência energética aplicada a motores elétricos, podendo ser realizado uma rampa de aceleração e, tempo de permanência em fechamentos diferentes (Partida estrela-triângulo), tendo por objetivo diminuir o conjugado de partida, visando uma menor corrente. Como consequência, tem-se a redução na distorção da rede de alimentação, associado a eficiência do processo. No desenvolvimento do projeto, utilizou-se a ferramenta Csharp 2017 Express, com o objetivo de elaborar a interface para a visualização dos estados da planta.

Figura 4: Diagrama eletrônico (Sensores, relógio, potenciômetro e display).



Fonte: Autoria própria (2022).

Já no desenvolvimento do comando, utilizaram-se dois botões de seleção e um LCD. O comando tem como objetivo manipular as variáveis presentes na planta, além de sustentar todos os dispositivos de manobra. Os componentes foram instalados de forma estratégica visando o melhor entendimento do processo, assim com fios clipados e arranjados em eletrocalhas ventiladas, com as devidas identificações de componentes e formas de acionamento formando o painel de comando (Figura 5). Para um melhor arranjo dos componentes, foram organizados de forma sistêmica visando o melhor aproveitamento e distribuição racional dos condutores na parte de trás do painel de comando.

Figura 5: Painel de comando.



Fonte: Autoria própria (2022).

Dentro do espaço do silo, temos diversas Tags endereçadas para demonstrar à função e, como devemos analisar um processo instalado em grandes dimensões. De forma geral, podemos entender o processo bem simplificado e o verdadeiro funcionamento na prática (Figura 6). Após a confecção da tela, podem-se observar as devidas identificações, onde foi pré-estabelecido à porta serial e taxa para a transferência de dados na comunicação com o supervisor. Posteriormente, clicando-se no botão “conectar” será obtida a leitura dos sensores e obtendo-se a leitura nos campos da tela, gerando os gráficos de temperatura e umidade, tanto na leitura de forma instantânea e visualização da temperatura ao longo do período de armazenagem via barra gráfica, também pode ser visualizado o dia da semana e horário na tela desenvolvida.

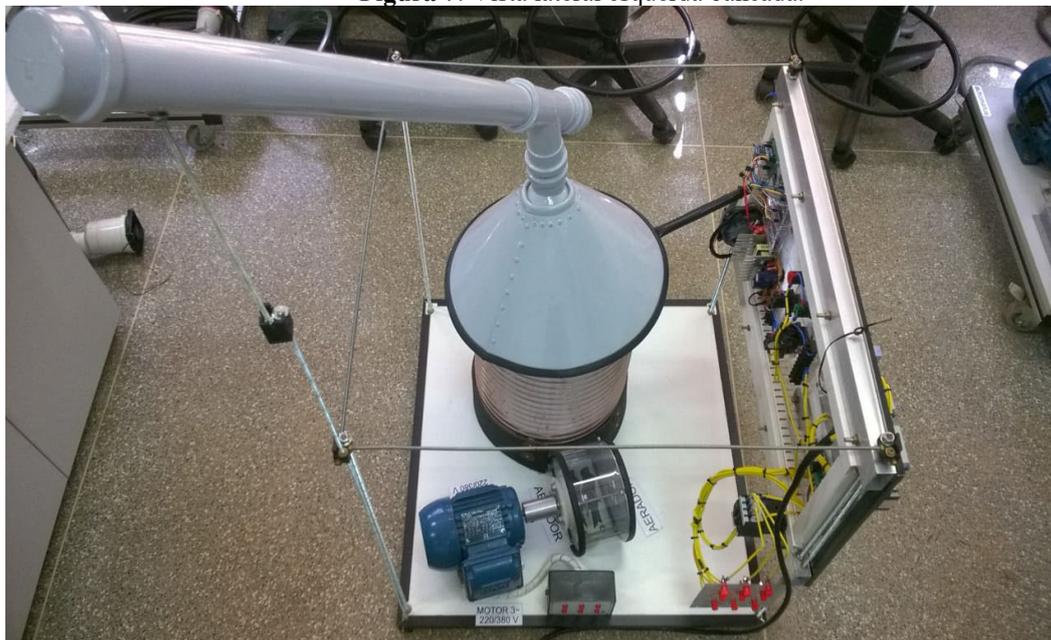
Figura 6: Interface de supervisor para armazenagem.



Fonte: Autoria própria (2022).

A bancada projetada informa a partir dos dados captados pelos sensores, a temperatura e umidade presentes na massa de grãos, sendo um dos parâmetros mais importantes a ser verificado quando grãos estão armazenados. Essas informações são de grande importância a prevenir perdas de produtos, pois nessa etapa requer muito cuidado por conta dos prejuízos gerados (Figura 7).

Figura 7: Vista lateral esquerda bancada.



Fonte: Autoria própria (2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema proposto foi submetido a diversos testes onde foi possível verificar o controle do Arduino nos sensores, bem como a leitura dos sensores quando submetidos a diversas medições. Em todos os testes submetidos o sistema funcionou corretamente, atendendo assim o propósito inicial. A bancada poderá ser utilizada nas disciplinas que relacionam armazenamento de grãos, instalações elétricas e automação de processos agrícolas, como alternativa a diversificação das disciplinas relacionadas, associando conteúdos bibliográficos com a prática.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, T. B. A importância do instituto biológico no desenvolvimento dos estudos sobre pragas de grãos e produtos armazenados. Instituto Biológico, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal. São Paulo, p.85-86, 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Perdas em transporte e armazenagem de grãos: panorama atual e perspectivas/Orgs. Paulo Cláudio Machado Júnior e Stelito Assis dos Reis Neto. – Brasília, DF: Conab, 2021.

LIMA JÚNIOR, A. F.; OLIVEIRA, I. P.; ROSA, S. R. A.; SILVA, A. J. S.; MORAIS, M. M. Controle de pragas de grãos armazenados: Uso e aplicação de fosfetos. Revista Faculdade Montes Belos, v. 5, n. 4, p.180-184, 2012.

MAIA, G. B. S.; PINTO, A. R.; MARQUES, C. Y. T.; LYRA, D. D.; ROITMAN, F. B. Panorama da armazenagem de produtos agrícolas no Brasil. Revista do BNDES, n.40, v.1, p.161-194, 2013.

PARAGINSKI, R. T.; ROCKENBACH, B. A.; SANTOS, R. F. dos.; ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M. de. Qualidade de grãos de milho armazenados em diferentes temperaturas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 19, n.4, p. 358-363, 2015.

PARK, C. E.; KIM, Y. S.; PARK, K. J.; KIM, B. K. Changes in physicochemical characteristics of rice during storage at different temperatures. Journal of Stored Products Research, v.48, p.25-29, 2012.

REED, C.; DOYUNGAN, S.; IOERGER, B.; GETCHELL, A. Response of storage molds to different initial moisture contents of maize (corn) stored at 25°C, and effect on respiration rate and nutrient composition. Journal of Stored Products Research, n.1, v.43, p. 443-458, 2007.

REHMAN, Z. U.; HABIB, F.; ZAFAR, S. I. Nutritional changes in maize (Zea mays) during storage at three temperatures. Food Chemistry, v.77, n.1, p.197-201, 2002.

RUPOLLO, G.; GUTKOSKI, L. C.; MARINI, L. J.; ELIAS, M. C. Sistemas de armazenamentos hermético e convencional na conservabilidade de grãos de aveia Ciência Rural, v.34, n.6, p. 1715-1722, 2004.

VILLA, L. G.; ROA, G. Secagem e armazenamento da soja industrial e sementes a granel. Campinas: Fundação Cargill, 1979. 64p.

CAPÍTULO 14

REFLEXO DO USO E COBERTURA DO SOLO POR DIFERENTES MUNICÍPIOS DO ESTADO DO PIAUÍ

Francisco de Assis Gomes Junior
Luciana Lucena Gaudêncio
Bruno Laecio da Silva Pereira
José da Silva Cerqueira Neto
Marlei Rosa dos Santos
Clarice Sousa Moura
Fabrcio Custódio de Moura Gonçalves

RESUMO

A utilização das geotecnologias representa uma ferramenta essencial na obtenção e fornecimento de informações que possibilitem classificar o uso e ocupação do solo, bem como estimar a capacidade e aptidão agrícola de uma determinada região. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o mapeamento de áreas recém utilizadas pela agricultura no cerrado piauiense no período compreendido de 2000 à 2019 (20 anos de observações). Para tanto, realizou-se Mapeamento Anual de uso e cobertura do Solo no Brasil – MapBiomas, utilizando o *Google Earth Engine* com elaboração de mapas. Os dados de precipitação utilizados na pesquisa foram obtidos na plataforma digital BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa, a qual contém dados históricos de precipitação de estações convencionais em todo território brasileiro. Foram utilizados dados de estações localizadas nos municípios de Bom Jesus, caracol, Esperantina, Floriano, Luzilândia, Parnaíba, paulistana, Picos, Piripiri, São João, Teresina e Cristiano Castro. Após a coleta dos dados realizou-se uma filtragem, onde o critério de utilização foi à quantidade de observações para cada localidade entre o período de 2000 - 2019. Os resultados demonstram que no cerrado do Piauí ocorre uma dinâmica de uso e ocupação do solo dependente da aceleração da agricultura. Conclui-se que, em virtude da magnitude dos impactos ambientais gerados pelo uso inadequado da terra pelos municípios, não é possível restringi-los apenas por localidade.

PALAVRAS-CHAVE: Geotecnologias, estudos climatológicos, MapBiomas.

INTRODUÇÃO

A utilização de imagens orbitais representa uma ferramenta que permite a obtenção de dados sobre características da superfície terrestre, tais como: área irrigada, tipo de culturas, desenvolvimento de biomassa, necessidade da presença de água em cultivos, salinidade, escassez de água, balanço de energia, identificação de áreas em processos de degradação e desmatamento (MAXWELL; SYLVESTER, 2012).

A análise temporal de uso e cobertura do solo é um recurso para compreensão da ação dos fatores antropogênicos e naturais em um território, sendo considerado um forte instrumento de planejamento juntamente com o mapeamento e estudos dos dados. A utilização de



geotecnologias se apresenta como uma ferramenta capaz de fornecer dados que possibilitem identificar o uso e ocupação do solo. O que permite mensurar a capacidade agrícola de uma região, uma vez que, os dados provenientes se convertem em respostas ágeis e fiáveis, quando associadas a outras técnicas e sendo instrumentadas com o arcabouço científico adequado, para o monitoramento e mapeamento eficiente de diversas áreas (ZHANG et al., 2013; PAULA, 2018).

Compreender a dinâmica da distribuição espacial é essencial no estudo do uso e cobertura dos solos, para o mapeamento do mesmo se faz necessário utilizar ferramentas e técnicas que tornem possível a caracterização e análise da área de forma rápida e integrada. O sistema de informação geográfica (SIG) tem como objetivo produzir, armazenar, processar, analisar e representar informações sobre o espaço geográfico, enquanto o sensoriamento remoto possibilita obter imagens e dados da superfície terrestre, identificando aspectos de interesse, permitindo a observação do problema, tornando ambos claramente úteis para o estudo do uso e cobertura dos solos (GOMES et al., 2013).

O MAPBIOMAS é um projeto de Mapeamento Anual de Cobertura e Uso do Solo do Brasil, que reúne uma rede colaborativa nas áreas de sensoriamento remoto, biomas, usos da terra, SIG e ciência da computação. Utiliza processamento em nuvem e classificadores automatizados, desenvolvidos e operados, a partir da plataforma *Google Earth Engine* que permite gerar uma série histórica de mapas anuais de cobertura e uso da terra do Brasil (MAPBIOMAS, 2018). Segundo Horowitz (2015), o *Google Earth Engine* é uma plataforma de armazenamento on-line para o processamento de imagens de Sensoriamento Remoto, atualmente sem custos e com uma série de dados das mais diversas partes do mundo, resulta no mapeamento com qualidade nos mapas produzidos e informações de acesso livre. Giri et al. (2014), relata que a utilização do *Google Earth Engine* reduz custos substanciais em recursos e tempo, em que não é necessário fazer download para fazer várias análises em uma imagem, o próprio programa disponibiliza recursos para o processamento da imagem online, sendo assim, não se gasta com pré-processamento e licenciamento. Gomes et al. (2017) e Lima et al. (2017) apresentam aplicações dessa ferramenta para analisar o uso e cobertura dos solos.

Considerando que, o uso das geotecnologias tem grande papel no que tange o estudo das mudanças na superfície terrestre, e a partir do sensoriamento remoto com a utilização das imagens de satélites, torna-se possível mapear e compreender a dinâmica dessas áreas com detalhe e precisão, sendo essencial para entendimento das alterações do uso e cobertura da terra (SANTOS et al., 2015).

Nas últimas décadas as áreas nativas do cerrado piauiense vêm diminuindo devido ao desmatamento, queimadas e aumento das áreas destinadas à agricultura e pecuária e ao crescimento das cidades. Dessa forma, estudos de uso e ocupação da terra são de fundamental importância para planos de manejo dessa nova fronteira agrícola. Nesse sentido o objetivo dessa pesquisa foi avaliar a dinâmica de uso e ocupação da terra de diferentes municípios do estado do Piauí entre 2000-2019.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

A região de estudo configura o estado do Piauí (07°13'46" S, 44°33'22" W, 167m). Os dados de precipitação utilizados na pesquisa foram obtidos na plataforma digital BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa, a qual contém dados históricos de precipitação de estações convencionais em todo território brasileiro.

Os dados de uso e cobertura do solo utilizados na presente pesquisa foram obtidos através da plataforma Mapeamento Anual da Cobertura do Solo no Brasil – MapBiomas, utilizando o *Google Earth Engine* de estações localizadas nos municípios de Bom Jesus, caracol, Esperantina, Floriano, Luzilândia, Parnaíba, paulistana, Picos, Piripiri, São João, Teresina e Cristiano Castro. Após a coleta dos dados realizou-se uma filtragem, utilizando como critério a quantidade de observações para cada localidade. Com base nesse critério, foram processados os dados de 20 anos de observações, ou seja, de 2000 a 2019.

AQUISIÇÃO DE IMAGEM DE SATÉLITE

Foram utilizadas imagens do acervo do projeto Mapbiomas referente ao período de 2000 a 2019, derivadas dos satélites LANDSAT 5, 7 e 8, cuja resolução espacial é de 30m (30mx30m). O Mapbiomas utiliza processamento em nuvem e classificadores automatizados desenvolvidos e operados a partir da plataforma *Google Earth Engine*, tendo melhor aplicação em escalas de até 1:100.000. A acurácia geral dos mapas utilizados é de 83,4%, a discordância de alocação é de 4,4% e a discordância de área 12,2% (MAPABIOMAS, 2020). As classes de uso e ocupação definidas foram: Água, Formação Florestal, Pastagem, Mosaico de Agricultura e Pastagem, Infraestrutura Urbana e Outra área não vegetada. Os mapas temáticos foram analisados e delimitados por área do município.

OPERACIONALIZAÇÃO NA PLATAFORMA MAPBIOMAS VERSÃO COLEÇÃO 4.1

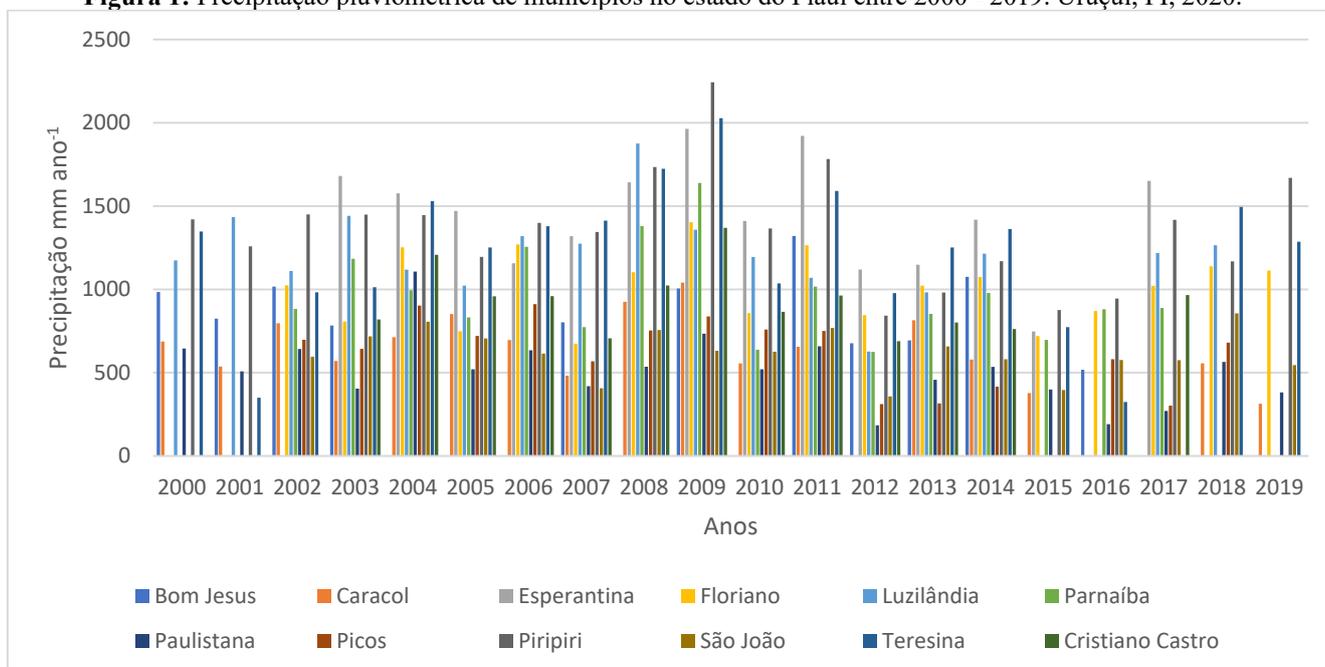
No ambiente da plataforma MAPBIOMAS, por meio da ferramenta de pesquisa, foram selecionados os municípios do trabalho. Posteriormente foi realizado a exportação dos dados de cobertura do solo referente ao período trabalhado, a fim de analisar o comportamento da classificação automatizada pelo MAPBIOMAS e comparar com os resultados dos mapas. Os dados foram processados no Software QGIS 3.12.2, gerando os mapas de uso e cobertura do solo para o período 2000-2019, gráficos referentes às áreas de pastagens e culturas anuais e perenes, tabela com as áreas de pastagem em hectares de vegetação nativa, concomitante a elaboração dos dados.

Em seguida ao mapeamento realizado para cada município foi obtido dados estatísticos em forma de gráficos e valores das áreas para cada classe existente na área de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Percebeu-se que as áreas de vegetação de Caatinga não apresentaram grandes variações (Figura 2), no entanto, as áreas atrativas tem sido as de Cerrado, que apresentou maior variação (Tabela 1). Segundo Aguiar & Monteiro (2005), o estado do Piauí tem vivenciado uma ocupação acelerada do Cerrado, e este processo se intensificou a partir da década de 90, onde essa região era considerada uma das últimas fronteiras agrícolas do Brasil.

Figura 1: Precipitação pluviométrica de municípios no estado do Piauí entre 2000 - 2019. Uruçuí, PI, 2020.



Fonte: Autores (2020).

Barros et al. (2013), em seu estudo, afirmam uma constante tendência de aumento da classe de solo exposto com o decorrer dos anos, considerando que esse aumento está associado

ao aparecimento de novas áreas na bacia em estudo e também ao uso inadequado do solo, levando à degradação da bacia hidrográfica estudada.

Tabela 1: Ocupação do solo de municípios no estado do Piauí entre 2000 - 2019. Uruçuí, PI, 2020.

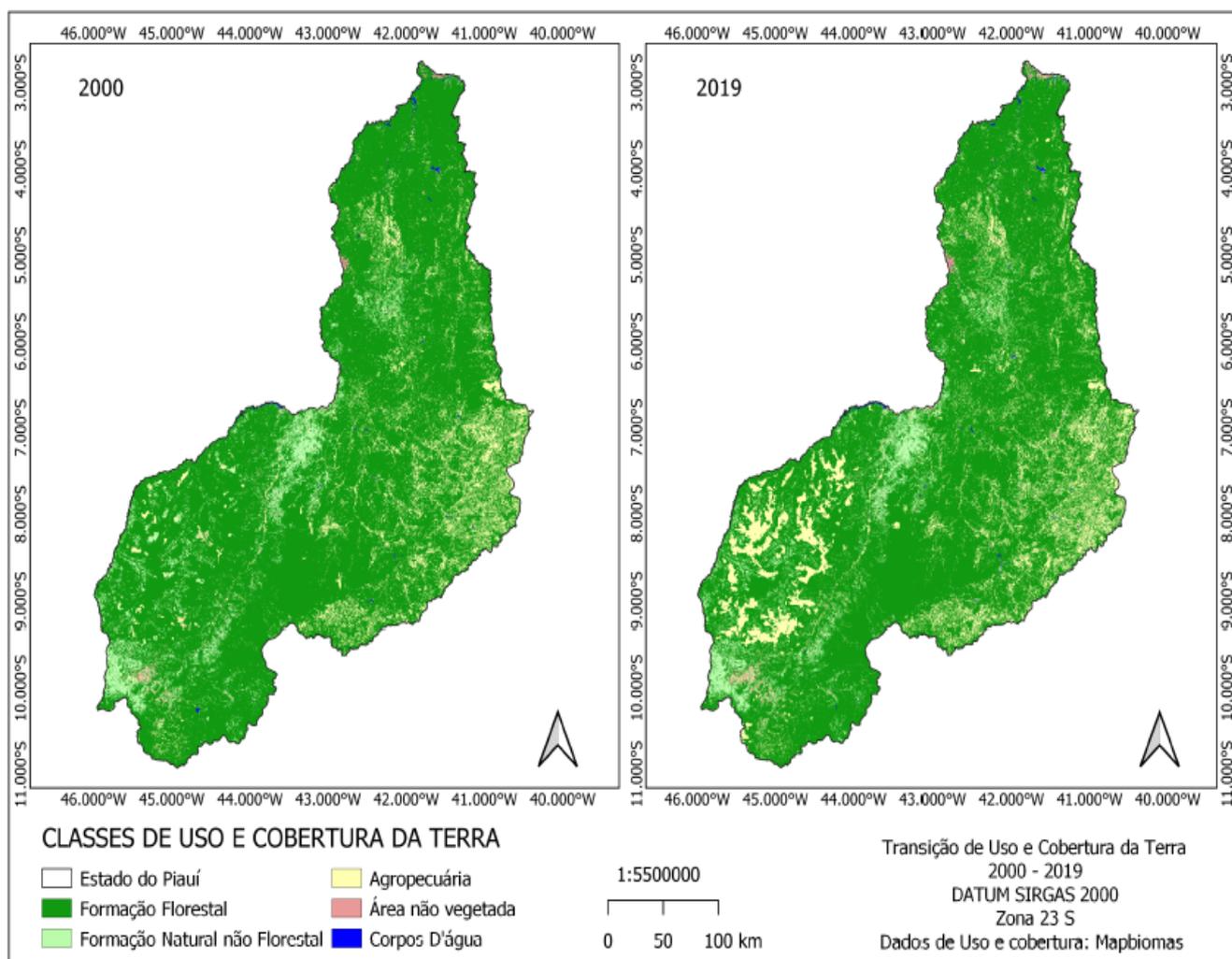
Classes	Período 2000-2019						Total
	Floresta	Formação Natural não Florestal	Agropecuária	Área não Vegetada	Corpos D'água	Não Observado	
1. Floresta	2831372,175	11849,996	248798,947	3220,659	3651,418	0,177	3098893,374
2. Formação Natural não Florestal	554,409	33652,611	2953,108	669,243	32,034	—	37861,408
3. Agropecuária	187562,033	114339,275	2093304,797	34684,962	2797,713	3,904	2432692,687
4. Área não Vegetada	118,415	996,993	2188,482	43214,618	58,143	13,395	46590,049
5. Corpos D'água	3029,244	62,090	3016,859	116,721	24232,066	3,549	30460,531
6. Não Observado	0,088	0,266	2,217	7,364	1,419	8,518	19,875
Total	3022636,367	160901,233	2350264,413	81913,570	30772,796	29,546	5646517,926

Fonte: Autores (2020).

O aumento da área cultivada (Figura 2) e também da produtividade acarretam alguns problemas ambientais, como maior uso de agroquímicos que, segundo Gunningham e Sinclair (2005), fazem-se necessários à produção das plantas cultivadas, para que estas expressem seu potencial produtivo, entretanto, o manejo inadequado nas culturas pode ter como consequência a contaminação dos mananciais hídricos.

Em seu estudo sobre a evolução temporal do desmatamento e expansão agrícola em parte da bacia do rio Uruçuí-Preto no Estado do Piauí, Silva et al. (2014), ao comparar à evolução das áreas de Cerrado com Solo Exposto/Talhão Agrícola, entre os anos de 1984 e 2010, observaram que, concomitante a diminuição das áreas de cerrado, houve aumento destas áreas destinadas à agricultura, aproximadamente de 1.000 km², ou seja, em torno de 20% da área da bacia. Segundo Aguiar (2005) relata que o avanço da fronteira agrícola acarretou ocupação das áreas de chapadas nos topos de morros por monoculturas intensivas, principalmente de soja, baseada no desmatamento natural para dar lugar às atividades antrópicas, sobretudo à pecuária, demonstrando que as consequências ambientais, como processos erosivos, em diversos estágios, são visíveis ao longo da bacia.

Figura 2: Classes de uso e cobertura do solo de municípios no estado do Piauí entre 2000 - 2019. Uruçuí, PI, 2020.



Fonte: Autores (2020).

Silva Sobrinho et al. (2013), em seu estudo sobre a evolução temporal do desmatamento em outra bacia no Sul do Estado do Piauí (bacia do riacho Corrente dos Matões), relata que o maior avanço das áreas de cultivo ocorreu entre os anos de 2001 e 2010, fato também ocorrido no presente trabalho, o que concorda também com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2021).

Em geral, percebe-se que ao trabalhar em uma perspectiva regional, pode-se afirmar que os impactos ambientais gerados pelo uso inadequado da terra não são só locais, sobretudo, em virtude da proporção desses impactos. Evidencia-se, a necessidade da análise integrada desse complexo paisagístico que encontra-se expressivamente degradado pelo manejo inadequado. Ratifica-se a necessidade de políticas "sustentáveis", as quais entendam as fragilidades do sistema físico ambiental regional, bem como os interesses e qualidade de vida da população dos municípios estudados na presente pesquisa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se a partir dos mapeamentos as alterações que ocorreram nos municípios desde 2000 até 2019 apresenta uma dinâmica de uso e ocupação do solo dependente da aceleração da agricultura. Apesar da expressiva atividade da pecuária ainda na década de 2000, a cobertura vegetal ainda se fazia presente de forma considerável, enquanto em 2019 é evidente o declínio da quantidade de cobertura nativa. Característica essa, que persiste e se eleva mais ainda na atualidade, e assim, a agricultura configura-se como maior forma de uso nesses municípios, sendo perceptível, sobretudo a partir da expansão agrícola no estado do Piauí.

Em virtude da magnitude dos impactos ambientais gerados pelo uso inadequado da terra pelos municípios do estado do Piauí, não é possível restringi-los apenas por localidade.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, T.J.A. **Ocupação do Cerrado Piauiense: Modelo Agrícola e Desenvolvimento Sustentável em Uruçuí**. 2005. 111p. Dissertação (Mestrado em desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/ UFPI/TROPEN), Teresina, 2005.

AGUIAR, T. J. A.; MONTEIRO, M. S. L. Modelo agrícola e desenvolvimento sustentável: a ocupação do cerrado piauiense. **Ambiente & Sociedade**, v. 8, n. 2, p. 1-19, 2005.

BARROS, K.O.; MARCATTI, G.E.; COSTA, F.R.; OLIVEIRA, J.C.; RIBEIRO, C.A.A.S.; SOARES, V. P.; SILVA, E. Análise temporal das classes de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Rio Vieira, Montes Claros, Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, v.5, n.2, p.43- 54, 2013.

GIRI, C.L.J.; ABBAS, S.; MURALI, R.M.; QAMER, F.M. Distribution and dynamics of mangrove forests of South Asia. **Journal of Environmental Management**, v. 148, p. 101-111, 2014.

GOMES, L.C.F.; SANTOS, C.A.C.; ALMEIDA, H.A. Balanço de energia à superfície para a cidade de Patos-PB usando técnicas de sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 1, p. 15-28, 2013.

GOMES, S. O.; LIMA, V. N.; CANDEIAS, A. L. B.; SILVA, R. R. Uso e cobertura dos solos de Petrolândia utilizando MAPBIOMAS. In: XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia, SBC, Rio de Janeiro - RJ, p. 805-808, 2017.

GUNNINGHAM, N.; SINCLAIR, D. 'Policy Instrument Choice and Diffuse Source Pollution'. **Journal of Environmental Law**, v. 17, p. 51-81, 2005.

HOROWITZ, F.G. MODIS Daily Land Surface Temperature Estimates in Google Earth Engine as an Aid in Geothermal Energy Siting.”. **Melbourne – Australia: Proceedings World Geothermal Congress**, 2015.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal: cereais, leguminosas e oleaginosas - 2007**. Rio de Janeiro, 2021.

LIMA, V. N.; GOMES, S. O.; CANDEIAS, A. L. B.; SILVA, R. R. MAPBIOMAS e uso e cobertura dos solos do município de Brejinho, Pernambuco. **Anais In: XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia, SBC, Rio de Janeiro - RJ, p. 947-951, 2017.**

MAPBIOMAS. Disponível em < <http://mapbiomas.org>>. Acesso em: Março, 2019.

MAPBIOMAS. “Projeto Mapbiomas – Coleção 3 da série anual de mapas de cobertura e uso de solo do Brasil”. Disponível em: <<http://mapbiomas.org>>. Acesso em: 15 de nov. 2020.

MAXWELL, S. K.; SYLVESTER, K. M. Identification of “ever-cropped” land (1984-2010) using Landsat annual maximum NDVI image composites: Southwestern Kansas case study. **Remote sensing of environment**, v. 121, p. 186–195, 2012.

PAULA, P. V. D. M. **Caracterização espaço-temporal de áreas da cultura cafeeira infectada por nematoides a partir de imagens multiespectrais**, 38F. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, da Universidade Federal de Uberlândia, 2018.

SANTOS, E. P.; PIROLO, E. L. Detecção de mudanças no uso e cobertura da terra utilizando land change modeler: O caso da bacia hidrográfica do Ribeirão do Rebojo, Pontal do Paranapanema, SP, Brasil. **In: SBSR. SIMP. BRAS. SENS. REMOTO. João Pessoa, 2015. Anais...João Pessoa: SBSR, 2015.**

SILVA SOBRINHO, L.; AGUIAR JÚNIOR, A.L.; LIMA, T.P.; GOMES, G.S.L.; ABREU, Y.K.L.; SILVA, J.B.L.; FERNANDES, M.M. Evolução temporal do desmatamento na bacia do riacho Corrente dos Matões, sul do estado do Piauí. **In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16, Foz do Iguaçu-PR, Brasil, 2013. Anais. São José dos Campos-SP: INPE, 2013.**

SILVA, J.B.L.; FERREIRA, W.L.; ALMEIDA, K.N.S.; SOUZA, K.B.; NOBREGA, J.C.A. Evolução temporal do desmatamento e expansão agrícola entre 1984 a 2010 na sub-bacia do rio Uruçuí-Preto, Piauí. **Engenharia na Agricultura**, v.22, n.3. P.254-261, 2014.

ZHANG, HAO.; QI, ZHI-FANG.; YE, XIN-YUE.; CAI, YUAN-BIN.; MA, WEI-CHUN.; CHEN, MING-NAN. Analysis of land use/land cover change, population shift, and their effects on spatiotemporal patterns of urban heat islands in metropolitan Shanghai, China. **Applied Geography**, v. 44, p. 121–133, 2013.

CAPÍTULO 15

DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS E IMPLANTAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO EM UMA AGROINDÚSTRIA FAMILIAR DE EMBUTIDOS CÁRNEOS EM PELOTAS/RS

Jonis Elias Penning
Roberta Manica-Berto
Maristela Cortez Sawitzki
Ângela Maria Fiorentini

RESUMO

Os objetivos deste estudo foram verificar as condições higiênico-sanitárias no processo produtivo, de acordo com a lista de verificação da RDC nº 275/02 e, implantar Boas Práticas de Fabricação (BPF) em uma agroindústria familiar de embutidos cárneos no município de Pelotas/RS. O estudo foi realizado em uma agroindústria de pequeno porte, no período de abril de 2019 a março de 2021. O instrumento para a coleta de dados sobre as condições higiênico-sanitárias da agroindústria foi a lista de verificação (RDC nº 275/02), aplicada em três momentos deste estudo. Posteriormente, a agroindústria foi classificada em Grupo 1 (76 a 100%); Grupo 2 (51 a 75%); ou, Grupo 3 (0 a 50% de atendimento dos itens). Foram analisados os resultados das determinações microbiológicas no embutido cárneo, considerando a produção antes, durante e após a implantação das BPF. Para a água foram analisados os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, antes e após a implantação das BPF. Para adequar a agroindústria às normas regulamentadoras foi elaborado o Manual de BPF contendo os Procedimentos Operacionais Padronizados (POP), e realizado treinamento com os manipuladores. Na primeira avaliação, a agroindústria se classificava como Grupo 3, em que apenas 40,85% dos itens de BPF estavam conforme. Com o processo de implementação das BPF e POP, houve aumento na classificação já na segunda avaliação, e a agroindústria passou para o Grupo 1, com 76,22% dos itens atendidos. Na terceira avaliação, em agosto de 2020, verificou-se que 92,68% dos itens estavam em conformidade, constatando-se maior adesão ao programa de BPF e a agroindústria manteve-se classificada como pertencente ao Grupo 1. A qualidade sanitária dos produtos e da água, estava de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação vigente. O uso da lista de verificação mostrou-se eficaz para avaliação das condições higiênico-sanitárias no processo produtivo da agroindústria. Mesmo sendo uma agroindústria de pequeno porte, o avanço da qualidade dos produtos foi possível devido à implantação do Manual de BPF, e em paralelo com a adequação dos POP, que contribuíram para garantir o monitoramento dos procedimentos e atender aos limites impostos pela legislação.

PALAVRAS-CHAVE: Procedimentos Operacionais Padronizados; Qualidade; Agroindustrialização; Derivados Cárneos; Alimento Seguro.

INTRODUÇÃO

Os sistemas agroalimentares, passaram por grandes transformações em todo o mundo, nas últimas décadas (LI; WESTLUND; LIU, 2019). Diversos fenômenos estimularam as transformações ao longo do tempo, como o desenvolvimento econômico e de mercado, avanços tecnológicos, impactos ambientais, crescimento populacional, mudanças no padrão de dieta



alimentar e demandas sociais (GRIN, 2010; DARNHOFER, 2015; FAO, 2019). Neste contexto, a agricultura familiar passou a ganhar importância dentro das cadeias agrícolas mundiais, em que são 608 milhões de unidades de agricultura familiar ocupando até 80% das terras aráveis e produtoras mundiais (FAO, 2022).

No Brasil, segundo o Censo Agropecuário de 2017, cerca de 3,9 milhões de estabelecimentos foram classificados como agricultura familiar, o que representa 77% dos estabelecimentos agropecuários, ocupando uma área de 81 milhões de hectares, ou seja, 23% da área total dos estabelecimentos agropecuários brasileiros. Quanto ao número de estabelecimentos com agroindústria rural, são 852.639 unidades, sendo 720.644 unidades de origem de agricultura familiar e destas, 39.980 unidades são responsáveis pela produção de embutidos no Brasil. Em relação à distribuição por Estados, o Rio Grande do Sul (RS) é o principal produtor de embutidos, concentrando a produção em 31.216 estabelecimentos de origem familiar. No Estado, houve crescimento de mais de 132% no número de agroindústrias de embutidos de origem familiar, conforme verificado entre os Censos Agropecuários de 2006 e 2017 (IBGE, 2022).

Este crescimento das agroindústrias de embutidos, está relacionado ao fato de que a agroindústria familiar passou a ser uma alternativa de diversificação de renda e, principalmente, de manutenção de jovens no campo através da agregação de valor da matéria-prima (GUILLEN; COTI-ZELATI; ARAÚJO, 2020). Além disso, o consumo de produtos cárneos no Brasil é relevante, pois segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2022), o consumo médio *per capita* de carnes processadas é de aproximadamente 6,5kg, o que representa um consumo diário de 17,8g. Entre os produtos cárneos, o mais consumido é a linguiça, representando 33,2% do consumo total de carnes processadas pelos brasileiros.

Um fator importante na decisão de compra de alimentos pelos consumidores é a conveniência, que corresponde a alimentos que requerem pouca ou nenhuma preparação antes do consumo (SALDAÑA et al., 2020). Os produtos cárneos são exemplos de alimentos sensorial-atrativos e convenientes, considerando o pouco tempo utilizado para o preparo de qualquer prato. Outro ponto, que merece destaque são as características químicas, físico-químicas e a qualidade microbiológica e sensorial que os embutidos apresentam, o que os tornam atrativos aos consumidores (FONT-I-FURNOLS; GUERRERO, 2014; SIPP; TONIAL, 2017; TEIXEIRA; RODRIGUES, 2021).

Como os embutidos cárneos devem ser processados sob determinadas condições

higiênico-sanitárias para evitar a contaminação física, química e, principalmente microbiológica, as agroindústrias têm disponível diferentes sistemas para controlar riscos e perigos no processamento de alimentos, como Boas Práticas de Fabricação (BPF), Boas Práticas de Higiene (BPH) e o sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) (HUNG et al., 2015; PARK; KIM; BAHK, 2017). No mesmo sentido, com o propósito de assegurar a qualidade do alimento, de proteger a saúde da população e pela necessidade de constante aperfeiçoamento das ações de controle sanitário na área de alimentos foi instituída pelo Ministério da Saúde a Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997 (BRASIL, 1997a), que juntamente com a Portaria nº 368/1997 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1997b), estabelecem o Regulamento Técnico sobre as “Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos”. Sobretudo, as agroindústrias que buscam a implantação das BPF contam com o suporte da Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002 (BRASIL, 2002), que contempla o Regulamento Técnico de procedimentos operacionais padronizados (POP) aplicados aos estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos.

A fabricação dos embutidos requer uma série de etapas de manipulação, e assim, elevam-se as possibilidades de contaminação por microrganismos patogênicos ou deterioradores, o que compromete a qualidade e a inocuidade do produto (MARQUES et al., 2006) e justifica a implementação de BPF nas agroindústrias de embutidos cárneos. Destacando que a qualidade microbiológica dos embutidos está diretamente associada à qualidade da higiene do ambiente e da matéria-prima, aos manipuladores, à superfície da linha de produção, à proteção contra roedores e pragas, à programas de treinamento, e o uso de técnicas de padronização na produção (LOSITO et al., 2017).

Neste contexto, os objetivos deste estudo foram verificar as condições higiênico-sanitárias no processo produtivo, de acordo com a lista de verificação da RDC nº 275/02 e, implantar BPF em uma agroindústria familiar de embutidos cárneos no município de Pelotas/RS, visando um produto elaborado em condições higiênico-sanitárias adequadas, seguro e de qualidade.

MATERIAL E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DA AGROINDÚSTRIA

O estudo foi realizado em uma agroindústria familiar de processamento de produtos



cárneos, de pequeno porte, situada no município de Pelotas/RS, no período de abril de 2019 a março de 2021. O estabelecimento é cadastrado no Serviço de Inspeção Municipal (SIM), possui alvará para comercialização de produtos dentro dos limites do município.

A empresa foi fundada em 03 de setembro de 2015, com a finalidade de processar produtos de origem animal de suíno e frango. O empreendimento conta com quatro funcionários, todos trabalham na área de produção e dois deles também trabalham na área administrativa. As matérias-primas são adquiridas através do setor de compras da empresa somente de fornecedores credenciados. Os critérios utilizados no credenciamento são: inscrição junto aos órgãos de fiscalização sanitária, fornecedores idôneos e, quando o fornecedor se localizar no mesmo município, é realizada uma visita técnica para avaliar as condições das instalações e processos de fabricação.

Os embutidos cárneos fabricados são: Linguiça Colonial, Salsichão Colonial, Linguiça Fina, Salsichão Cortado, Linguiça Cortada, Linguiça com Queijo, Linguiça com Pimenta, Salsichão de Frango Misto, Linguiça Mista de Frango, Linguiça com Queijo e Azeitona, Linguiça com Salsa. Todas as linguiças produzidas são do tipo frescal, e o principal embutido em produção é a Linguiça Colonial. A produção efetiva da agroindústria é de cinco toneladas de produtos cárneos ao mês.

MÉTODO DE ESTUDO

Este estudo teve uma abordagem qualitativa, com base em um estudo de caso exploratório, para verificar e avaliar a infraestrutura, o sistema organizacional e as condições higiênico-sanitárias do processo produtivo de uma agroindústria de embutidos cárneos. A escolha do método, está em proporcionar a obtenção de elementos que retratam a realidade, valendo-se de diversas fontes de informações, oferecendo um contexto para responder a perguntas de “como” e “por quê”. A partir disto, realizar intervenções na forma de treinamentos, capacitando os colaboradores e, elaborando materiais e guias de procedimentos (YIN, 2016; LAKATOS; MARCONI, 2017).

VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES HIGIÊNICO-SANITÁRIAS DA AGROINDÚSTRIA

O instrumento para a coleta de dados sobre as condições higiênico-sanitárias da agroindústria foi a lista de verificação da RDC nº 275/02 (BRASIL, 2002), que consta de 164 itens, distribuídos em cinco blocos de avaliações: 1. Edificação e instalações; 2. Equipamentos, móveis e utensílios; 3. Manipuladores; 4. Produção e transporte do alimento; e, 5. Documentação. As opções de avaliação para o preenchimento da lista são: “Sim” - quando o

item a ser observado estiver conforme, “Não” - quando o item apresentar inadequações e “Não se Aplica” - quando a questão não se adequar ao estabelecimento. Após avaliação dos resultados obtidos a agroindústria foi classificada em um desses grupos: 1) Grupo 1 - 76 a 100% de atendimento dos itens; 2) Grupo 2 - 51 a 75% de atendimento dos itens; e, 3) Grupo 3 - 0 a 50% de atendimento dos itens. A aplicação da lista de verificação foi realizada em três momentos deste estudo, no diagnóstico (12/2019), após o plano de ação (04/2020) e na etapa final (08/2020). Os resultados foram expressos em números de itens com seus respectivos percentuais (%), de forma geral para o conjunto dos 164 itens; e, depois dentro dos blocos de avaliações, considerando sempre os itens atendidos e não atendidos.

COLETA DE DADOS *in loco*

Informações foram obtidas com os funcionários e o proprietário da agroindústria, como também através de registros em documentos da empresa (laudos de análise de produtos, fichas técnicas de ingredientes, contratos com fornecedores e alvará).

TREINAMENTO

Ao longo da implementação das BPF foram realizados treinamentos com todos os funcionários e o proprietário. O responsável em planejar e organizar os treinamentos necessários para a capacitação dos manipuladores é o administrador da agroindústria.

Os treinamentos foram ministrados de forma voluntária por engenheiros agrônomos e médico veterinário que fazem parte do SIM-Pelotas/RS, totalizando carga horária de 12 horas e 30 minutos, distribuídas em cinco encontros de 2 horas e 30 minutos cada. O conteúdo programático contemplou: Controle de pragas (lixo, monitoramento do controle de pragas, produtos químicos e agentes tóxicos) em 07/03/2020; Pessoal (higiene pessoal, prevenção da contaminação cruzada, prevenção contra contaminantes, saúde do manipulador) em 02/05/2020; Ambiente do processo (potabilidade da água, higienização das superfícies, do ambiente, equipamentos e das instalações) em 04/07/2020; Processos (operações de processo na conservação de alimentos e controles realizados durante as operações) em 05/09/2020; e, Estocagem, transporte, distribuição e matérias-primas (controle de fornecedores, recebimento e embalagens) em 07/11/2020.

ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS NOS EMBUTIDOS CÁRNEOS

As análises microbiológicas nas amostras de linguiça frescal destinadas à comercialização, foram realizadas antes (07/2019 e 10/2019), durante (02/2020 e 03/2020) e após (11/2020) a implantação das BPF. Para isto, as amostras foram coletadas sem aviso prévio,

armazenadas em caixas isotérmicas com gelo pelos fiscais do SIM (município de Pelotas/RS) e encaminhadas ao Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas/RS.

Às determinações microbiológicas foram *Salmonella* sp., *Staphylococcus* coagulase positiva, *Clostridium* sulfito-redutor e Coliformes a 45°C, realizadas conforme o Manual de Métodos Oficiais para Análise de Alimentos de Origem Animal / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento / Secretaria de Defesa Agropecuária (MAPA, 2019).

Os resultados das análises de *Salmonella* sp. foram quantificados quanto a presença ou ausência; *Staphylococcus* coagulase positiva e *Clostridium* sulfito-redutor foram expressos em Unidades Formadoras de Colônias por grama (UFC g⁻¹); e, coliformes a 45°C em Número Mais Provável por grama (NMP g⁻¹). Os resultados dos laudos emitidos foram comparados com os padrões da Instrução Normativa (IN) n° 60 de 23 de dezembro de 2019 (BRASIL, 2019), que determina os padrões microbiológicos para alimentos prontos para oferta ao consumidor.

ANÁLISE DE POTABILIDADE DA ÁGUA

Os períodos de coleta das amostras de água foram antes (05/2019) e após (12/2020) a implantação das BPF. As amostras foram coletadas pelo fiscal do SIM/Pelotas/RS, diretamente da torneira da sala de produção, em um frasco esterilizado, sendo encaminhada ao Laboratório Lago Azul Ltda., localizado no município de Pelotas/RS.

Os parâmetros físico-químicos analisados foram: pH, através de método potenciométrico com pHmetro portátil (pH 1700) (APHA, 2017); turbidez (N.T.U.), pelo método nefelométrico com turbidímetro (Policontrol AP 2000) (APHA, 2017) e cor (U.P.C.) por análise fotométrica com o equipamento Hanna HI 83099.

Para os parâmetros bacteriológicos da água, a análise realizada foi por tubos múltiplos, utilizada para estimar a população de coliformes totais e termotolerantes, empregando-se a técnica conhecida como “Número Mais Provável” (NMP) (APHA, 2017). Os resultados foram expressos em Unidades Formadoras de Colônias por mL (UFC mL⁻¹). Os resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas da água foram comparados com os padrões da Portaria GM/MS n° 888, de 4 de maio de 2021 (BRASIL, 2021).

BPF e POP

O Manual de BPF foi elaborado contendo os itens: recursos humanos, condições ambientais, instalações, edificações, saneamento, equipamentos, higienização do ambiente,

controle integrado de pragas, produção, fluxograma do processo e descrição do processo, controle de qualidade e registros da agroindústria, conforme as Portarias nº 1428, de 26 de novembro de 1993 (BRASIL, 1993) e nº 368/97 (BRASIL, 1997b); PAS-Indústria (PAS, 2002); Neves et al. (2009); e, Santos et al. (2009).

A agroindústria já tinha os POP descritos, assim foi realizada a revisão dos mesmos de acordo com as diretrizes da Resolução RDC nº 275/02 (BRASIL, 2002) e da Portaria 368/97 (BRASIL, 1997b) e foram denominados da seguinte maneira: POP 01 - Procedimento de Industrialização de Embutidos; POP 02 - Aspectos Gerais da Qualificação de Fornecedores de Matéria-prima e Embalagens; POP 03 - Limpeza / Higienização das Instalações, Equipamentos e Utensílios; POP 04 - Higiene e Saúde dos Trabalhadores; POP 05 - Higienização de Reservatórios e Verificação da Potabilidade da Água; POP 06 - Preservação da Contaminação Cruzada; POP 07 - Aspectos Gerais da Manutenção e Calibração de Equipamentos e Instrumentos; POP 08 - Controle Integrado de Pragas; POP 09 - Rastreamento e Recolhimento; POP 10 - Controle de Documentos; POP 11 - Tratamento de Não Conformidades. Para cada POP descrito foram criados documentos de controle e registro na forma de planilhas, as Instruções de Trabalho (IT) e os Registros de Qualidade (RQ).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

DIAGNÓSTICO

A aplicação da primeira lista de verificação sobre as condições higiênico-sanitárias da agroindústria, ocorreu em dezembro de 2019, constatando-se que, apenas 40,85% dos itens de BPF estavam conformes (Tabela 1). Observou-se que os problemas se concentraram nos itens relacionados aos equipamentos, móveis e utensílios; manipuladores; e, produção e transporte de alimentos (Tabela 2). Após estes resultados iniciais, foi realizada uma reunião com os gestores do estabelecimento, onde foram demonstrados procedimentos higiênico-sanitários adequados e discutidos os resultados, conforme RDC nº 275/02 (BRASIL, 2002).

A segunda avaliação ocorreu em abril de 2020 e, verificou-se que 76,22% dos itens foram atendidos (Tabela 1), mas ainda havia itens de avaliação, como em equipamentos, móveis e utensílios; e, manipuladores, os quais apresentavam percentuais elevados de não conformidade (Tabela 2). Após esta segunda verificação foi realizado um treinamento com todos os integrantes da equipe, abordando questões relativas aos procedimentos de higiene e limpeza de materiais e equipamentos, instalações e de conduta dos colaboradores dentre outros aspectos, e sobretudo, foi ressaltada a importância do comprometimento de todos os



colaboradores com o programa de BPF para o efetivo alcance de seus objetivos. Este treinamento promoveu resultado efetivo na adequação as BPF, o que foi comprovado com o resultado da terceira avaliação.

Classificação semelhante foi obtida em uma agroindústria de produtos cárneos embutidos de São Jerônimo/RS, que apresentou 62% de itens conformes (SILVA, 2011). Outra semelhança foi verificada na pesquisa de diagnóstico de situação da produção de linguiça frescal suína no município de Rio Verde/GO, em que as inadequações mais relevantes encontradas estavam relacionadas à higiene de equipamentos, e a situação e condições de edificações dos estabelecimentos (SANTOS, 2016).

Adjacente a esta melhora no percentual de adequação às conformidades está a presença do treinamento realizado com os colaboradores, conforme também observado em estudo sobre a qualidade e BPF em agroindústrias rurais em Santa Catarina (CRUZ, 2007), em que os cursos oferecidos aos agricultores e a implantação de BPF demonstraram a necessidade de elaboração de projetos de capacitação voltados à realidade da agricultura familiar. Complementar a esta pesquisa, é necessário destacar a importância de continuar realizando treinamento com os colaboradores sobre BPF, pois além de auxiliar que os alimentos sejam produzidos com qualidade, pode contribuir em todos os níveis operacionais do empreendimento (VERONEZI; CAVEIÃO, 2015; BUZINARO; GASPAROTTO, 2019; OLIVEIRA et al., 2021).

Na etapa final foi realizada a terceira avaliação, em agosto de 2020 e, verificou-se 92,68% de atendimento dos itens, constatando-se maior aplicação dos conceitos previstos no Manual de BPF. A agroindústria foi classificada como pertencente ao Grupo 1, conforme a RDC n° 275/02 (BRASIL, 2002), em que o atendimento dos itens está situado na faixa entre 76 a 100%. Assim, a agroindústria pode ser considerada como produtor/fornecedor de alimentos que não oferecem riscos à saúde do consumidor (BRASIL, 2002). Neste contexto, a aplicação da mesma lista de verificação em frigorífico e fábrica de embutidos de suínos localizado no município de Osório/RS, resultou em 93,46% de adequação em uma análise geral dos itens, classificando também o frigorífico, como pertence ao Grupo 1 (RODRIGUES, 2017).

Tabela 1: Diagnóstico realizado segundo a lista de verificação das BPF, conforme formulário recomendado pela RDC nº 275/02 (BRASIL, 2002), em três momentos de avaliação (12/2019; 04 e 08/2020), na agroindústria de embutidos cárneos em Pelotas/RS.

Lista de verificação das BPF	Momentos de avaliação		
	Diagnóstico (12/2019)	Após o plano de ação (04/2020)	Etapa final (08/2020)
Itens atendidos (Sim)	67 (40,85%)	125 (76,22%)	152 (92,68%)
Itens não atendidos (Não)	90 (54,88%)	32 (19,51%)	05 (3,05%)
Itens que não se aplicam (NA*)	07 (4,27%)	07 (4,27%)	07 (4,27%)
Total de itens verificados	164		

*NA: não se aplica.

Fonte: Autores, 2022.

Tabela 2: Blocos de avaliações segundo a lista de verificação das BPF do formulário recomendado pela RDC nº 275/02 (BRASIL, 2002), em três momentos de avaliação (12/2019; 04 e 08/2020), na agroindústria de embutidos cárneos em Pelotas/RS.

Blocos de avaliações	Momentos de avaliação								
	Diagnóstico (12/2019)			Após o plano de ação (04/2020)			Etapa final (08/2020)		
	Sim	Não	NA*	Sim	Não	NA*	Sim	Não	NA*
Edificações e instalações	30 (37,98%)	42 (53,16%)	07 (8,86%)	57 (72,15%)	15 (18,99%)	07 (8,86%)	70 (88,61%)	02 (2,53%)	07 (8,86%)
Equipamentos, móveis e utensílios	6 (28,57%)	15 (71,43%)	- (0,00%)	15 (71,43%)	06 (28,57%)	- (0,00%)	21 (100%)	- (0,00%)	- (0,00%)
Manipuladores	4 (28,57%)	10 (71,43%)	- (0,00%)	09 (64,29%)	05 (35,71%)	- (0,00%)	14 (100%)	- (0,00%)	- (0,00%)
Produção e transporte de alimentos	13 (39,39%)	20 (60,61%)	- (0,00%)	29 (87,88%)	04 (12,12%)	- (0,00%)	32 (96,97%)	01 (3,03%)	- (0,00%)
Documentação	14 (82,35%)	03 (17,65%)	- (0,00%)	15 (88,24%)	02 (11,76%)	- (0,00%)	15 (88,24%)	02 (11,76%)	- (0,00%)

*NA: não se aplica.

Fonte: Autores, 2022.

ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS NOS EMBUTIDOS CÁRNEOS

Não foi detectada a presença de *Salmonella* sp. em nenhuma das amostras analisadas, configurando conformidade com a legislação. Em relação a *Staphylococcus* coagulase positiva, para as amostras coletadas antes da implantação das BPF a contagem média foi de 2×10^1 UFC g^{-1} , enquanto que, durante e após a implantação das BPF, os valores foram inferiores a 10 UFC g^{-1} , estando de acordo com a IN nº 60/2019, que estabelece contagem máxima de 10^3 UFC g^{-1} (BRASIL, 2019).

Quanto a contagem de *Clostridium* sulfito redutores, para todas as amostras, os valores estimados foram inferiores a 10 UFC g^{-1} , correspondendo aos limites estabelecidos pela legislação vigente (BRASIL, 2019). Em relação à contagem de Coliformes a 45°C, verificou-se resultados médios de 16 NMP g^{-1} para as amostras coletadas antes da implantação das BPF; 9 NMP g^{-1} para as amostras coletadas durante a implantação; e, inferior a $1,0 \times 10^1$ NMP g^{-1} ,

para a amostragem realizada após implantação das BPF, estando todas as amostras dentro dos limites estabelecidos pelos padrões da legislação que é de 10^3 NMP g^{-1} (BRASIL, 2019).

A implementação das BPF foi eficiente, especialmente no controle da higiene dos manipuladores, estando o produto acabado em condições higiênico-sanitárias satisfatórias para o consumo, o que pode ser comprovado pelas análises citadas acima. Mesmo assim, é necessário a realização frequente dessas análises para monitorar o processo de produção e garantir a qualidade dos produtos comercializados.

ANÁLISE DE POTABILIDADE DA ÁGUA

Quanto aos parâmetros físico-químicos analisados, as amostras apresentaram em média: pH de 7,00; turbidez de 0,80 N.T.U.; e, cor de 3,60 U.P.C. Para as avaliações bacteriológicas, as contagens para coliformes totais e termotolerantes (a 45°C); e, contagem de bactérias heterotróficas, em todas as amostras, foram zero. Portanto, as amostras estão de acordo com os padrões que determina as condições de potabilidade da água, segundo a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 (BRASIL, 2021). Perante os resultados obtidos nas análises, pode-se afirmar que a água utilizada pela empresa é potável, e pode ser empregada em seus processos de fabricação, não acarretando danos ao produto nem a saúde de seu cliente. Porém, há necessidade do acompanhamento contínuo da qualidade da água, a partir da realização frequente dessas análises, para que todas as ações subseqüentes sejam eficazes.

MANUAL DE BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO

Um dos principais destaques deste estudo para a agroindústria foi a elaboração do Manual de BPF. O Manual consiste na descrição dos procedimentos adotados pela agroindústria, buscando implementar as BPF, as quais abrangem um conjunto de princípios e normas para o correto manuseio dos produtos de origem animal, considerando desde as matérias-primas até o produto final, com vistas a produção de alimentos seguros, a saúde e integridade do consumidor. Neste contexto, a elaboração do Manual de BPF abrangeu os principais aspectos descritos abaixo:

Condições Ambientais: O estabelecimento está situado no pavimento térreo, nos fundos da residência da família e a entrada na agroindústria ocorre por um portão situado ao lado esquerdo da residência. A construção é de alvenaria, em ótimo estado de conservação. As áreas externas da agroindústria são pavimentadas adequadamente, livre de objetos em desuso ou estranhos ao ambiente, de vetores e outros animais no pátio e vizinhança; de focos de poeira; de acúmulo de lixo nas imediações, de água estagnada, dentre outros. As vias de acesso interno



têm superfície com piso frio, adequada ao trânsito sobre rodas, escoamento adequado e limpas. Todo terreno tem muro e a pintura, tanto da residência quanto do estabelecimento, está em ótimo estado.

A agroindústria está instalada em área própria e possui aproximadamente 70,08 m² de área construída. Todos os setores são separados, fisicamente, por parede em alvenaria revestida por cerâmica de cor clara, até a altura do teto.

Instalações e Edificações: O prédio é construído em alvenaria. As portas são de alumínio branco e acrílico transparente, material liso, lavável, higienizável, em adequado estado de conservação, com vedação eficiente. As paredes estão em ótimo estado de conservação, com cantos quadrados, revestidas de azulejos até o teto, de cor branco. O teto não apresenta rachaduras e nem infiltrações. O piso é de granitina, nele há ralos, que desembocam em uma fossa séptica.

Lavatórios na Área de Produção: A agroindústria tem uma pia para assepsia de mãos na barreira sanitária, que faz parte do acesso principal no setor de entrada e recepção de matéria-prima; outra no setor de produção; uma na triparia; e, mais uma no setor de expedição. Em todas as pias, os sabonetes líquidos utilizados são bactericidas, há torneira dotada de acionamento sem contato manual, lixeira com pedal para colocação de papel, toalha de papel e dispenser com sanitizante (álcool em gel 70%).

Sistemas Elétricos e de Iluminação: As instalações elétricas são internas, embutidas ou quando exteriores, revestidas por tubulações isolantes e presas a paredes e tetos, de forma a permitir fácil higienização do ambiente. A iluminação é adequada à atividade desenvolvida, sem ofuscamento, reflexos fortes, sombras e contrastes excessivos. O estado de conservação das luminárias é satisfatório, todas as lâmpadas são fluorescentes e possuem proteção contra estilhaços, provenientes de quebra ou explosão.

Sistemas de Ventilação e Climatização: Ventilação e circulação de ar capazes de garantir o conforto térmico e o ambiente livre de fungos, gases, fumaça, pós, partículas em suspensão e condensação de vapores sem causar danos à produção. O sistema de ventilação é artificial por meio de climatizadores higienizados. As áreas de manipulação são climatizadas a fim de obter uma temperatura adequada para manter a correta conservação do produto.

Sistema de Gerenciamento de Resíduos e Esgotos: Os resíduos que a agroindústria produz no decorrer de suas atividades de transformação são compostos por água proveniente do degelo e pequena quantidade de sangue, ambos provenientes da matéria-prima (carnes), estes

são direcionados para a rede de esgoto da unidade. O sistema de esgoto é composto por ralos, cobertos com protetores impedindo a entrada de vetores, estes encaminham o efluente resultante do processamento e higienização para a parte externa da fábrica. O efluente é destinado a caixa de gordura, fossa séptica, sumidouro e posteriormente são lançados para a rede de captação pública junto ao esgoto doméstico. A caixa de gordura é limpa duas vezes por semana.

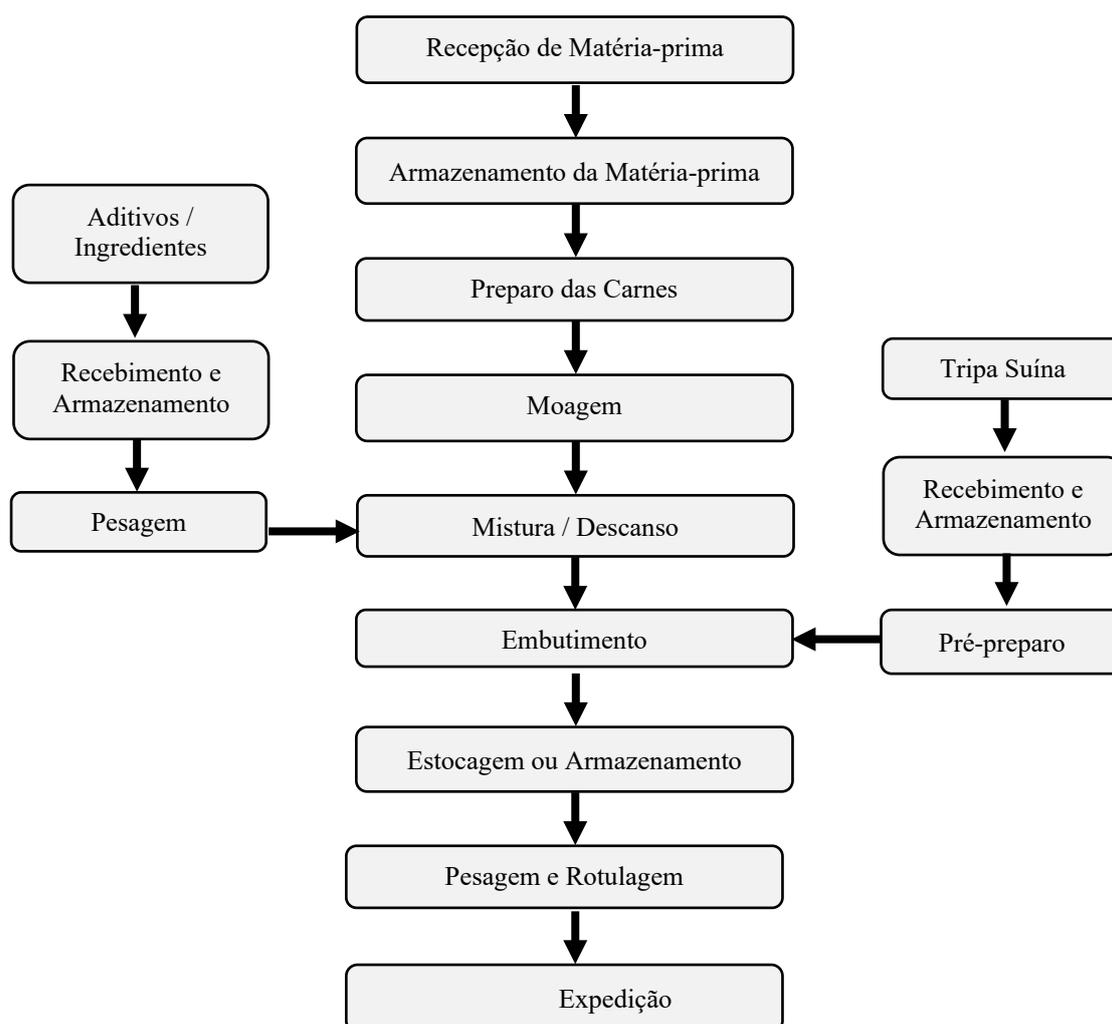
Os resíduos secos como caixas de papelão, embalagens plásticas de matérias-primas e ingredientes e outros sólidos são colocados em bombonas e direcionados para a coleta pública, que ocorre nas terças-feiras, quintas-feiras e sábados. Os recipientes para coleta de resíduos no interior do estabelecimento são de fácil higienização e transporte, devidamente identificados e higienizados constantemente; e, há uso de sacos de lixo apropriados. Quando necessário, os recipientes tampados tem acionamento não manual.

Equipamentos e Utensílios existentes, suas Especificações e Higienização: Os seguintes equipamentos integram a unidade agroindustrial: uma câmara frigorífica, três mesas grandes com tampo de material aço-inoxidável, três balanças eletrônicas, um balcão para armazenamento de ingredientes, um balcão para armazenamento de produtos de higiene e limpeza, um moedor de carnes, um misturador; duas máquinas de enchimento; um grampeador; 11 carrinhos tanque de inox; mesa e cadeira para escritório, termômetro digital, utensílios como caixas plásticas, baldes, facas e chaira, dentre outros. A agroindústria também dispõe de um veículo com carroceria tipo furgão isotérmico. As mesas, balcões, pia e outros utensílios da área de produção são de material aço-inoxidável, outros utensílios pertinentes à rotina do setor são de material atóxico (caixas plásticas, baldes, etc.).

Quanto a higiene e sanitização de equipamentos e utensílios, existe informações sobre os procedimentos adequados a serem adotados, princípio ativos e diluições de detergentes e sanitizantes a serem utilizados. A frequência da limpeza de equipamentos e utensílios está bem estabelecida, os produtos são adquiridos no comércio local e são armazenados em local apropriado fora da área de produção. Existe o registro dos procedimentos de limpeza e sanitização e bem como a identificação do local de armazenagem dos produtos para esta finalidade.

Fluxograma e Descrição do Processo: A Figura 1, demonstra o fluxograma do processo de produção de embutidos na agroindústria e na sequência está descrita cada etapa.

Figura 1: Fluxograma do processo de produção de embutidos.



Fonte: Adaptado de PAS-Indústria (PAS, 2000).

Recepção de Matéria-prima: a matéria-prima chega na unidade e é descarregada no setor de recepção. Os demais ingredientes e tripas chegam à agroindústria adquiridos pelo proprietário e transportados no veículo da empresa, respeitando os requisitos básicos de higiene.

Armazenamento da Matéria-prima: a matéria-prima, após ser descarregada, é colocada imediatamente no refrigerador com temperatura inferior a 7°C. Este processo ocorre no setor de produção. Os demais ingredientes e tripas são armazenados em temperatura ambiente nos setores tempero e triparia, respectivamente.

Preparo das Carnes: realiza-se a toaleta da carne, onde são retirados os nervos, cartilagens, gânglios, gorduras excessivas e ossos. Na sequência, a carne é cortada em pedaços menores e pesada conforme o tipo de linguiça a ser produzido. Todo esse processo ocorre no setor de produção.



Moagem: a carne é levada até o triturador, onde é realizada a operação de trituração da matéria-prima, caso sejam usadas carnes mais macias e sem nervos, utiliza-se disco com furos de maior diâmetro (12 ou 20 mm) e para carnes mais duras discos com furos de menor diâmetro (8 ou 5 mm). O processo de moagem ocorre dentro do setor de produção, onde há uma área específica para a moagem das carnes.

Pesagem de Aditivos / Ingredientes: nesta etapa, realiza-se a pesagem dos aditivos, condimentos e demais ingredientes que são utilizados no processo. A pesagem incorreta dos aditivos representa um perigo de contaminação química, principalmente no caso de conservadores (nitrato e nitrito) que requer controle rígido, devido à sua toxicidade, quando adicionados em excesso. As dosagens de aditivos utilizadas estão claramente especificadas na formulação e sua quantidade dentro do permitido pela legislação. A pesagem é realizada por pessoas treinadas, estando os equipamentos de pesagem calibrados periodicamente, sendo realizada no setor designado como tempero.

Mistura / Descanso: no misturador, adiciona-se a carne moída e todos os ingredientes, sendo feita a mistura por tempo adequado (aproximadamente três minutos), até a massa ter consistência e liga suficientes, formando uma massa homogênea. Em seguida, a mistura (massa) é colocada em carrinhos de inox e transportada até a câmara fria, com temperatura inferior a 7°C, onde permanece em descanso por 24 horas. Este processo é realizado no setor de produção.

Pré-preparo da Tripa Suína: antes do embutimento, as tripas salgadas passam pela dessalinização, retirando todo o sal. Este processo ocorre no setor denominado de triparia.

Embutimento: após o período de descanso, a mistura (massa) segue para o embutimento, que é feito com tripa natural suína, confeccionando assim, as linguiças. Deve-se embutir sem permitir a formação de bolhas de ar, podendo a tripa ser furada com agulhas, para a eliminação do ar aprisionado pela massa. Após o embutimento, deve-se amarrar em tamanho adequado e padronizado, grampeando se necessário, conforme o tipo de linguiça. Este processo ocorre no setor de produção.

Estocagem ou Armazenamento: após serem embutidas, as linguiças são transportadas em caixas plásticas brancas até a câmara de resfriamento, com temperatura inferior a 7°C. A câmara frigorífica é utilizada para armazenamento apenas de produtos acabados, seguindo as condições de higiene adequadas. Possui um sistema de alarme, caso a temperatura da mesma se modifique por algum defeito mecânico do equipamento de refrigeração. Este processo ocorre no setor de produção.

Pesagem e Rotulagem: na sequência, as linguiças são pesadas e rotuladas no setor denominado de etiqueta e rótulo. As linguiças prontas são embaladas em sacos plásticos e pesadas para garantir uniformidade da quantidade na embalagem que são específicas para este produto. Na sequência as embalagens são devidamente rotuladas com as informações: o nome e o endereço da empresa com o número de inscrição no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ), a inscrição no Serviço de Inspeção Municipal (SIM), o nome do produto, os ingredientes, a data de fabricação, o prazo de validade e a informação nutricional.

Expedição: inspeção final de controle de qualidade e liberação do lote para comercialização. Este processo ocorre no setor de Expedição.

Controle de Qualidade: As matérias-primas são adquiridas através do setor de compras da empresa somente de fornecedores credenciados. Os critérios utilizados no credenciamento são: inscrição junto aos órgãos de fiscalização sanitária, fornecedores idôneos e, quando o fornecedor se localizar no mesmo município, é realizada uma visita técnica para avaliar as condições das instalações e processos de fabricação. O controle de qualidade dos condimentos e embalagens é realizado observando o registro dos mesmos nos órgãos competentes, prazo de validade e outros quesitos. Também, são realizadas como forma de controle de qualidade, análises microbiológicas na água e no produto acabado, sempre que solicitado pelo SIM.

PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PADRONIZADOS - POP

Os Procedimentos Operacionais Padronizados apresentam procedimentos escritos de forma objetiva que estabelecem instruções sequenciais para a realização de operações rotineiras e específicas na produção, armazenamento e transporte de alimentos (BRASIL, 2002). Esses Procedimentos têm instruções que complementam o Manual de BPF, por esse motivo são apresentados como anexo ao MBPF, bem como devem estar acessíveis aos colaboradores responsáveis pela execução das operações.

Ao todo foram descritos 11 POP e cada POP contém no cabeçalho, a logomarca da empresa, o código de identificação do documento e o número de páginas. Em relação a estrutura, foram abordados os objetivos, documentos relacionados, definições, procedimentos, inspeções/verificações, registros, ações corretivas e responsabilidades (BRASIL, 2002; NEVES et al., 2009; SANTOS et al., 2009).

MELHORIAS IMPLEMENTADAS NA AGROINDÚSTRIA

Algumas inadequações na estrutura da agroindústria e ações/conduita não adequadas cometidas pelos colaboradores foram observadas antes da implantação das BPF. Essas não



conformidades foram corrigidas aos poucos, durante todo o período avaliado, com reuniões, treinamentos e visitas periódicas, orientando os funcionários e responsáveis. Houve excelente colaboração e aceitação de todos, sempre dispostos a resolver o problema, bastava pontuar, que na próxima visita o procedimento ou estrutura já estavam adequados.

Durante a implantação das BPF foram adequados vários itens que estavam não conformes, como a falta de controle da matéria-prima e de pragas, ordem inadequada das operações e ausência de exames periódicos de saúde dos funcionários, estas inadequações foram resolvidas com os treinamentos, reuniões e visitas. Outro ponto marcante, foram uniformes incompletos ou ausência de alguns, quesito este que foi resolvido com a aquisição de novos uniformes.

Quanto as edificações e instalações, observou-se a ausência de alguns exaustores, de telas de proteção nas janelas e portas, de ralos e/ou vedação dos mesmos, e de estrados plásticos nas câmeras frias, todos estes pontos levantados foram corrigidos com a aquisição destas estruturas. Quanto aos equipamentos e utensílios, ocorreu a colocação de um esterilizador de facas, a troca de mesas de madeira por mesas de inox, e a aquisição de um veículo para transportar o produto final. Sobretudo, foi registrado melhora nos hábitos de higiene pessoal; nos registros sobre os procedimentos, e também, adequação no uso correto da barreira sanitária; das câmeras frias (não misturar matéria-prima ou produtos) e, de embalagens para armazenar os condimentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da lista de verificação de BPF, conforme recomendada pela RDC nº 275/02, mostrou-se eficaz como instrumento de coleta de dados, tanto para a realização da sondagem como para avaliação e diagnóstico das condições higiênico-sanitárias no processo produtivo da agroindústria. Embora tenha demonstrado acentuada melhoria no atendimento dos itens avaliados, há necessidade de continuidade da implementação do programa de BPF para assegurar a adoção de adequados procedimentos higiênico-sanitários e o fornecimento de alimentos seguros aos consumidores.

Mesmo sendo uma agroindústria de pequeno porte, o avanço da qualidade dos produtos foi possível devido à implantação do Manual de Boas Práticas de Fabricação, e em paralelo com a adequação dos POP, que contribuíram para garantir o monitoramento dos procedimentos e atender aos limites impostos pela legislação.

REFERÊNCIAS

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 23rd edition. Washington, DC: American Public Health Association, 2017. 1504p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 1.428, de 26 de novembro de 1993. **Aprova o "Regulamento Técnico para Inspeção Sanitária de Alimentos" - COD - 100 a 001.0001, as "Diretrizes para o Estabelecimento de Boas Práticas de Produção e de Prestação de Serviços na Área de Alimentos" - COD - 100 a 002.0001, e o "Regulamento Técnico para o Estabelecimento de Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ's) para Serviços e Produtos na Área de Alimentos"- COD - 100 a 003.0001 e COD - 100 a 004.0001 e determina que os estabelecimentos relacionados à área de alimentos adotem, sob responsabilidade técnica, as suas próprias Boas Práticas de Produção e/ou Prestação de Serviços, seus Programas de Qualidade, e atendam aos PIQ's para Produtos e Serviços na Área de Alimentos, em consonância com o estabelecido na presente Portaria.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 nov. 1993. s/n, p. 1. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1993/prt1428_26_11_1993.html. Acesso em: 17 dez. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997a. **Regulamento técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 01 ago. 1997. Seção 1. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs1/1997/prt0326_30_07_1997.html. Acesso em: 08 jan. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 368, de 04 de setembro de 1997b. **Aprova o regulamento técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos elaboradores/industrializadores de alimentos.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 set. 1997. Seção 1, p. 19697. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/empresario/Portaria_368.1997.pdf/view. Acesso em: 08 jan. 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. **Dispõe sobre o regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos e a lista de verificação das boas práticas de fabricação em estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 06 nov. 2002. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2002/275_02rdc.htm. Acesso: em 08 jan. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. **Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 dez. 2019, Edição 249, Seção I, Página 133. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356>. Acesso: em 25 out. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. **Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 07 de maio de 2021, Edição 85, Seção 1, p. 127. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-18461562>. Acesso em: 08 abr. 2022.

BUZINARO, D. V. C.; GASPAROTTO, A. M. S. Como a implementação das boas práticas de fabricação (BPF) auxiliam a competitividade e a qualidade em uma indústria. **Interface Tecnológica**, v. 16, n. 2, p. 371-382, 2019.

CRUZ, F. T. **Qualidade e Boas Práticas de Fabricação em um contexto de agroindústrias rurais de pequeno porte.** 2007. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

DARNHOFER, I. Socio-technical transitions in farming: key concepts. In: L-SUTHERLAND, A., DARNHOFER, I., WILSON, G. A., ZAGATA, L. (Eds.). **Transition Pathways towards Sustainability in Agriculture: Case Studies from Europe.** Oxford: CABI, 2015. p. 17-31.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Agrifood marketing and export promotion policies: case studies of Austria, Brazil, Chile, Estonia, Poland and Serbia.** 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/3/CA2883EN/ca2883en.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2022.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Base de dados estatísticos - Faostat Agriculture.** 2022. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acesso em: 26 jan. 2022.

FONT-I-FURNOLS, M.; GUERRERO, L. Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. **Meat Science**, v. 98, p. 361-371, 2014.

GRIN, J. Modernisation processes in Dutch agriculture, 1886 to the present. In: GRIN, J.; ROTMANS, J.; SCHOT, J. (Eds.). **Transitions to Sustainable Development. New Directions in the Study of Long Term Transformative Change.** New York: Routledge, 2010. p. 249-264.

GUILLEN, J. F.; COTI-ZELATI, P. E.; ARAÚJO, D. L. A. Family farming and sustainable development of agribusiness in the metropolitan region of Campinas. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, v. 10, n. 1, p. 123-145, 2020.

HUNG, Y.; LIU, C.; PENG, I.; HSU, C.; YU, R.; CHENG, K. The implementation of a Hazard Analysis and Critical Control Point management system in a peanut butter ice cream. **Journal of Food and Drug Analysis**, v.23, p. 509-515, 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário.** 2022. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br>. Acesso em: 26 jan. 2022.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia científica.** 7ed. São Paulo: Atlas. 2017. 392p.

LI, Y.; WESTLUND, H.; LIU, Y. Why some rural areas decline while some others not: an overview of rural evolution in the world. **Journal of Rural Studies**, v. 68, p. 135-143, 2019.

LOSITO, P.; VISCIANO, P.; GENUALDO, M.; SATALINO, R.; MIGAILO, M.; OSTUNI, A.; LUISI, A.; CARDONE, G. Evaluation of hygienic conditions of food contact surfaces in retail outlets: Six years of monitoring. **Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie**, v. 77, p. 67-71, 2017.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de métodos oficiais para análise de alimentos de origem animal**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. 2ed. Brasília: MAPA. 2019. 158p.

MARQUES, S. C.; BOARI, C. A.; BRCKO, C. C.; NASCIMENTO, A. R.; PICCOL, R. H. Avaliação Higiénico-sanitária de Linguiças Tipo Frescal Comercializadas nos Municípios de Três Corações e Lavras-MG. **Ciência Agrotécnica**, v. 30, n. 6, p. 1120-1123, 2006.

NEVES, M. C. P.; NEVES, J. F.; SANTOS, F. M.; ROBBS, G. K.; ROBBS, P. G. **Boas Práticas de Fabricação: Procedimentos Padrão de Higiene Operacional e Procedimentos Operacionais Padronizados**. Niterói, RJ: Dzetta-Projetos, Consultorias e Treinamentos. 2009. 97p.

OLIVEIRA, P. O.; SILVEIRA, R.; ALVES, E. S.; SAQUETI, B. H. F.; CASTRO, M. C.; SOUZA, P. M.; PONHOZI, I. B.; COSTA, J. C. M.; SCHUELER, J.; SANTOS, O. O.; VISENTAINER, J. V.; DUAILIBI, S. R. Revisão: Implantação das boas práticas de fabricação na indústria Brasileira de alimentos. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, p. 1-14, 2021.

PARK, M. S.; KIM, H. N.; BAHK, G. J. The analysis of food safety incidents in South Korea, 1998 - 2016. **Food Control**, v. 81, p. 196-199, 2017.

PAS. Programa Alimentos Seguros (PAS) - Indústria. Série Qualidade e Segurança Alimentar. Projeto APPCC Indústria. **Guia para elaboração do Plano APPCC; geral**. 2ed. Brasília: SENAI/DN. Convênio CNI/SENAI/SEBRAE. 2000. 301p.

PAS. Programa Alimentos Seguros (PAS) - Indústria. Série Qualidade e Segurança Alimentar. **Elaboração do Manual de Boas Práticas de Fabricação**. Rio de Janeiro: SENAI/DN. Convênio CNI/SENAI/SEBRAE/ANVISA. 2002. 34p.

RODRIGUES, S. K. C. **Avaliação da eficiência do programa de Boas Práticas de Fabricação em um frigorífico de suínos e proposta de implantação de sistema de Análises de Perigos e Pontos Críticos de Controle na produção de linguiça de carne suína (salsichão)**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agroindustrial - Indústrias Alimentícias) - Universidade Federal do Rio Grande, Santo Antônio da Patrulha, 2017.

SALDAÑA, E.; MARTINS, M. M.; BEHRENS, J. H.; VALENTIN, D.; SELANI, M. M.; CONTRERAS- CASTILLO, C. J. Looking at non-sensory factors underlying consumers' perception of smoked bacon. **Meat Science**, v. 163, p. 1-9, 2020.

SANTOS, C. Y. **Diagnóstico de situação da produção de linguiça frescal suína no município de Rio Verde/GO**. 2016. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2016.

SANTOS, F. M.; NEVES, J. F.; NEVES, M. C. P.; ROBBS, G. K.; ROBBS, P. G. **Implantando e Implementando Sistemas de Segurança de Alimentos: Boas Práticas de Fabricação, Procedimentos Padrão de Higiene Operacional (PPHO) / Procedimentos Operacionais Padronizados (POP) e Sistema APPCC**. Niterói, RJ: Dzetta-Projetos, Consultorias e Treinamentos. 2009. 92p.

SILVA, E. M. **Implantação das Boas Práticas de Fabricação em uma agroindústria de produtos cárneos embutidos no município de São Jerônimo - RS**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnólogo em Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Arroio dos Ratos, 2011.

SIPP, M. D.; TONIAL, I. B. Chemical, physical-chemical characteristics and microbiological quality of colonial sausage produced and marketed in the micro region of the municipality of Itapejara d'Oeste / PR. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 8, n. 1, p. 142-155, 2017.

TEIXEIRA, A.; RODRIGUES, S. Consumer perceptions towards healthier meat products. **Current Opinion in Food Science**, v. 38, p. 147-154, 2021.

VERONEZI, C.; CAVEIÃO, C. A importância da implantação das Boas Práticas de Fabricação na indústria de alimentos. **Revista Saúde e Desenvolvimento**, v. 8, n. 4, p. 90-103, 2015.

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. 1ed. Porto Alegre: Penso. 2016. 336p.

CAPÍTULO 16

ÓLEO ESSENCIAL DE *EUCALYPTUS* COMO CONTROLE ALTERNATIVO DE PRAGAS DE GRÃOS ARMAZENADOS

José Oliveira Dantas
Sara Amanda Silva Barros
Rodrigo de Oliveira Santana
Agripino Emanuel de Oliveira Alves
Talita de Araújo Guimarães Piovezan
Almí Alves da Costa
Debora Santos de Jesus

RESUMO

A produção de grãos no Brasil é realizada pelos grandes e pequenos produtores, sendo necessário seu armazenamento para esperar melhores preço ou para consumi-los durante a entressafra. Assegurar a qualidade dos grãos é uma tarefa difícil, seja pela ocorrência de fungos ou pelo ataque de pragas. Para manter milho e feijão com a devida frequência na mesa dos brasileiros sem a presença de insetos pragas, vem utilizando-se produtos químicos sintéticos que traz diversas consequências como a contaminação ambiental, comprometimento da saúde do trabalhador do campo e do consumidor, além de acelerar o processo de resistência das pragas aos agrotóxicos. Desta forma, novas pesquisas vem sendo desenvolvida para descobertas de produtos alternativos no controle de pragas. Os óleos essenciais são produtos do metabolismo secundário, produzidos com a finalidade de diminuir a herbivoria sofrida pelas plantas. Os óleos essenciais possuem uma constituição complexa de componentes químicos (terpenos e outras substâncias) e vêm sendo testados como inseticidas naturais. Neste trabalho, óleos essenciais de genótipos de *Eucalyptus* foram testados no controle e repelência de pragas de grãos de milho e feijão. Foi observado que o *Zabrotes subfasciatus*, insetos especializados no consumo de em feijão são mais suscetíveis a ação inseticida dos óleos essenciais do que o *Sitophilus zeamais*, inseto praga do milho e o *Tribolium castaneum* especialista em consumo de grãos e farináceos. Os insetos pragas *Z. subfasciatus* tiveram mortalidade com concentração de óleo essencial relativamente baixa, atingindo a DL50 a partir de 1% de concentração. A espécie *S. zeamais* apresentou-se mais resistente, atingindo a DL50 com a concentração de 8%, assim como o *T. castaneum* também resistente com a DL50 a partir de 13,43% de óleo. Todos os óleos testados foram funcionais na repelência das pragas de milho e feijão. Mesmo com uma concentração mais alta de óleo para controlar estas pragas é importante salientar que os óleos essenciais têm menores preço no mercado, sendo portanto mais econômico para o produtor e, provavelmente o mais importante, não agride o meio ambiente, a saúde dos trabalhadores e dos consumidores deste produtos. Sendo assim, os óleos essenciais se constituem numa boa alternativa no controle de pragas de grãos armazenados.

PALAVRAS-CHAVE: *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum*, *Zabrotes subfasciatus*, milho, feijão.

INTRODUÇÃO

A produção e estocagem de alimentos são práticas comuns desde os pequenos produtores agrícolas às grandes empresas do agronegócio e de distribuição de alimentos afim



de garantir a segurança alimentar da humanidade, lembrando-se que a produção de alimentos agrícola se dá por períodos anuais de acordo com as variações das estações climáticas de cada região.

O Brasil tem aumentado sua produção de grãos se destacando como um dos maiores produtores mundiais (CONAB, 2017). Com o aumento da produção faz-se necessário a adoção de medidas na demanda de armazenamento desses produtos para que sejam preservadas, por longos períodos, as características de qualidade e livres do ataque de pragas (BARONI et al., 2017).

Dentre os principais alimentos que são estocados por longos períodos, principalmente na região Nordeste, estão os grãos de feijão e milho. Alimentos estes que fazem parte da base nutricional humana e animal, seja ela consumida *in natura* ou em seus mais variados subprodutos.

Dentro desta perspectiva, se faz necessário à adoção de medidas que preservem a qualidade nutricional e comercial dos grãos no período pós-colheita, sendo o controle de pragas de grão armazenados um dos maiores desafios no armazenamento. Algumas ordens de insetos como Lepidóptera e Coleoptera se alimentam de grãos armazenados, comprometendo sua qualidade pela consumo, excrementos e contaminação por patógenos (SILVA et al., 2012).

Na Ordem Coleoptera diversos besouros se destacam como pragas agrícolas de campo, atacando a planta em diversas partes, além dos insetos que se adequaram ao consumo de grãos e sementes. Desta forma, as espécies aqui abordadas são desta ordem, destacando como pragas de grãos de milho e feijão, duas culturas muito frequentes no Nordeste o Brasil.

As técnicas mais utilizadas no Brasil e no mundo para controle de pragas de grãos armazenados são os métodos físicos e químicos. Para controlar estes insetos pragas se faz necessário à utilização de insumos que neutralizem seu ataque aos produtos estocados, seja pela mortalidade ou repelência. No mercado existem produtos à base de fosfeto de alumínio e magnésio, que têm efeito sobre as praga, no entanto, o uso destas substâncias químicas sintéticas podem causar contaminação ambiental, acelera a resistência dos insetos e deixa resíduos nos grãos prejudicando à saúde humana.

Estas questões vêm contribuindo para que produtores e consumidores se preocupem com a saúde, a qualidade dos produtos e com a segurança alimentar. Desta forma, é crescente os estudos na perspectiva de descoberta de novo produtos alternativos para controle de pragas, como o uso de inseticidas de origem vegetal (OOTANI et al., 2011).



Dentre os produtos vegetais, os óleos essenciais são os mais utilizados no controle de pragas. A ação de toxicidade dos óleos essenciais depende da composição química, que pode variar a depender da espécie vegetal, da estação do ano, das condições ecológicas, do métodos de extração, do tempo de extração e parte da planta utilizada (OOTANI et al., 2011).

A partir dessas considerações, no presente trabalho, buscou-se avaliar o potencial inseticida dos óleos essenciais de genótipos de *Eucalyptus* no controle de pragas do armazenamento de grãos em condições de laboratório, determinando a concentração letal e ação repelentes sobre os insetos pragas.

REFERENCIAL TEÓRICO

Os óleos essenciais são utilizados há cerca de 3.500 anos na perfumaria, cosméticos, medicamentos e na indústria alimentícia (SCOTT, 2005; BIZZO et al., 2009; RAVINDRA; KULKARNI, 2015). Esses óleos podem ser encontrados em pelos, tricomas secretores, células epidérmicas, bolsas secretoras, assim evitam injúrias nas plantas (BIZZO et al., 2009; DHIFI et al., 2016). São substâncias lipídicas líquidas, com odor característico, formados por combinações complexas de compostos químicos de baixo peso molecular (até 300 daltons), que conferem volatilidade em exposição ao ambiente (FRANZ; NOVAK, 2010; DHIFI et al., 2016; REHMAN et al., 2016; ZAHRAN et al., 2017).

Os óleos essenciais são constituídos majoritariamente por terpenos e seus derivados. Os terpenos são definidos como alcenos naturais, um hidrocarboneto insaturado, por apresentarem uma dupla ligação (carbono-carbono). Caso o terpeno tenha oxigênio é chamado de terpenoide, podendo apresentar diferentes funções químicas, como: ácidos, álcoois, aldeídos, cetonas, éteres, fenóis ou epóxidos terpênicos (CORREIA et al., 2008; Mc MURRY, 2011).

Terpenos e terpenoides são formados por unidades de isopreno (C_5H_8), ligadas pela ordem “cabeça-a-cauda” ou ligação 1-4. Assim, os terpenos são classificados pela quantidade de resíduos de isopreno na sua molécula. Os monoterpenos (C_{10}), sesquiterpenos (C_{15}) e diterpenos (C_{20}) são resultantes da adição de uma molécula C_5 de cada vez, os triterpenos (C_{30}) são o resultado da junção de duas moléculas C_{15} e os tetraterpenos de duas moléculas C_{20} (TUREK; STINTZIN, 2013; EVERT; EICHHORN, 2014).

Os monoterpenos e sesquiterpenos possuem menor massa molecular e são voláteis, uma característica importante para aromatização de produtos naturais (frutas cítricas, as ervas aromáticas, as especiarias e os condimentos). Os diterpenos, triterpenos e teraterpenos apresentam baixa volatilidade (FARKAS; MOHÁCSI-FARKAS, 2014; HANSON et al.,



2017). Os diterpenos e triterpenos estão presentes na constituição de oleorresinas em diversos tipos de plantas, utilizadas na fixação de perfumes, solvente ou matéria-prima para produção de graxas e ceras. Os tetraterpenos ou carotenoides são pigmentos presentes em diferentes plantas, divididos em carotenos (terpenos) e xantofilas (terpenoides), que vai do amarelo ao vermelho (TAIZ; ZEIGER, 2013; TUREK; STINTZIN, 2013; YUAN et al., 2015; FELIPE; BICAS, 2017).

Porém, alguns óleos voláteis são compostos fenólicos (fenilpropanoides). Os fenólicos são responsáveis por diversos sabores, odores e colorações de diversos tipos de plantas. Os compostos fenólicos atraem os animais para polinização e dispersão de sementes e são importantes para proteção das plantas contra os raios ultravioleta, insetos, fungos, vírus e bactérias, além de ter ação alelopática (ácido caféico e ácido ferúlico) (TAIZ; ZEIGER, 2013; EVERT; EICHHORN, 2014).

Os taninos são compostos fenólicos solúveis em água com massa molecular entre 500 a 3.000 Daltons e são responsáveis pela adstringência de muitos frutos, agindo na defesas contra pragas, uma vez que se ligam a proteínas digestivas dos insetos (BASER; BUCHBAUER, 2010). Óleos essenciais são utilizados no combate a pragas de grãos armazenados.

Alguns insetos podem ser considerados pragas de grão armazenados, como a traça (*Plodia interpunctella*), e os besouros (*Callosobruchus maculatus*, *Araecerus fasciculatus*, *Acanthoscelides obtectus*, *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum* e *Zabrotes subfasciatus*) (QUINTELA, 2001; GALLO et al., 2002; SARTORATO et al., 2003).

O gorgulho *S. zeamais* é um besouro pequeno de cor castanho-escuro que mede entre 3 e 5 mm de comprimento. Aparelho bucal com fortes mandíbulas que conseguem quebrar a dureza dos grãos e penetrar no seu interior. É uma das principais pragas de cereais armazenados do Brasil. Afeta culturas como o arroz, a aveia, o café, a cevada, o farelo de soja, a farinha de trigo e o feijão, mas seu principal alvo é o milho (ANTUNES; DIONELO, 2010).

Desta forma, *S. zeamais* é popularmente conhecido como gorgulho do milho e é um inseto de praga primária, pois ataca os grãos não-danificados, inserindo ovos no interior dos grãos (do qual as larvas se alimentam) (ANTUNES; DIONELO, 2010).

O *Zabrotes subfasciatus* é uma praga de grãos armazenados, comum nas regiões tropicais. As fêmeas colocam os ovos aderidos aos grãos e as larvas penetram nas sementes fazendo galeria, câmara pupal e orifício de saída do adulto. Todo o seu estágio imaturo (larval e pupa) é desenvolvido dentro do grão, o ciclo dura em média 26 dias (GALLO et al., 2002;

TEIXEIRA; ZUCOLOTO, 2003).

Já o *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae), são caracterizados por apresentarem coloração castanho avermelhado uniforme, medindo de 3 a 3,8 mm de comprimento, os três últimos segmentos antenais são nitidamente largos e a borda lateral da cabeça estende-se a 1/3 da distância do olho quando observada lateralmente (PIRES et al., 2017; GALLO et al., 2002). Os adultos se alimentam dos embriões de grãos partidos e farinhas. Onde se movimentam rapidamente por toda massa de grãos. Assim, são encontrados principalmente onde houver concentração de impurezas, pontos aquecidos, pó, produtos em decomposição, nas instalações de túneis, poços, passarelas e lugares de difícil acesso (GALLO et al., 2002; LORINI, 2015).

METODOLOGIA

A extração de óleo essencial e o bioensaio foram realizados no Laboratório de Biologia Animal do Instituto Federal de Sergipe (IFS), Campus São Cristóvão, a análise da composição química dos óleos essenciais foi realizada no Laboratório de Química da Universidade Federal de Sergipe.

ORIGEM DOS ÓLEOS ESSENCIAIS

Os óleos foram extraídos de folhas secas dos genótipos de *Eucalyptus* híbridos (Tabela 1), por hidrodestilação usando um aparelho Clevenger modificado e foram armazenados em frascos âmbar a -20°C até a análise.

Tabela 1: Genótipos de *Eucalyptus* e seus parentais, utilizados para extração de óleos essenciais.

Genótipos	Filiação		Procedência
	Espécie mãe	Espécie pai	
1249	<i>E. grandis</i>	<i>E. urophylla</i>	Inhambupe / Copener
1250	<i>E. grandis</i>	<i>E. urophylla</i>	Inhambupe / Copener
1277	<i>E. grandis</i>	<i>E.</i>	Sátiro Dias/Copener
1262	<i>E. grandis</i>	<i>E. urophylla</i>	Inhambupe / Copener
1275	<i>E. camaldulensis</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	Sátiro Dias/Copener
0292	<i>E. grandis</i>	<i>E. urophylla</i>	Entre Rios/Copener

Fonte: Dantas, 2019.

As análises foram realizadas através de uma cromatografia gasosa acoplada a espectrofotometria de massas. Os constituintes dos óleos essenciais são pouco variáveis entre os genótipos analisados (DANTAS, 2019) (Tabela 2).

Tabela 2: Teores (%) dos constituintes dos óleos essenciais dos genótipos de *Eucalyptus* utilizados no controle dos insetos pragas *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum* e *Zabrotes subfasciatus*.

Composto	IR	1249	1250	0321	1277	1262	1275	0292
α-pineno	932	22,26	42,37	37,74	39,42	32,59	15,31	1,60
Canfeno	946	0,62	1,06	1,31	0,75	0,43	0,34	-
□-pineno	974	0,12	0,23	0,21	2,60	0,23	-	-
α-felandreno	1002	0,18	0,17	0,26	-	-	-	-
Isoamil isobutirato	1007	0,30	0,12	0,16	-	0,08	-	-
p-cimeno	1020	-	0,33	0,40	0,37	2,18	6,51	32,17
1,8 cineol	1026	56,37	31,14	34,49	47,12	53,75	66,64	14,18
(Z)-b-ocimeno	1032	0,47	1,57	0,90	-	-	-	0,43
γ-terpineno	1054	0,30	-	-	0,27	1,86	3,55	42,22
(Z)-óxido de linalol	1067	0,24	-	0,16	-	-	-	-
Terpinoleno	1086	0,66	0,49	0,39	0,33	0,23	-	0,26
Linalol	1095	0,37	0,17	0,35	-	-	-	-
Endo-fencol	1114	0,43	0,89	0,89	0,66	0,37	0,33	-
□-canfolenal	1122	0,28	0,35	0,46	0,13	0,20	-	-
Allo-ocimeno	1128	-	0,39	0,14	-	-	-	-
Trans-pinocarveol	1135	1,55	2,68	2,72	1,98	1,81	1,44	-
Pinocarvona	1160	0,55	0,81	1,10	0,61	0,58	0,44	-
Borneol	1165	0,92	2,03	1,97	0,98	0,82	0,75	-
Terpinen-4-ol	1174	0,90	2,07	0,26	0,53	0,39	0,96	3,07
□-terpineol	1186	2,29	4,02	4,85	2,40	3,62	2,19	0,94
Mirtenol	1194	-	-	0,16	0,17	-	-	-
γ-terpineol	1199	-	-	-	-	-	-	-
(Z)-carveol	1226	0,59	0,24	0,29	-	-	-	-
Menta-1(7),8-dien-2-ol	1227	1,60	0,26	0,29	0,26	-	0,55	-
(E)-óxido acetato de linalol	1287	0,17	0,13	0,35	-	-	-	-
□-terpinil acetato	1346	2,23	5,57	4,74	-	-	-	-
(E)-cariofileno	1417	0,37	0,54	0,58	-	0,08	-	0,16
Biciclogermacreno	1500	-	0,23	0,39	-	-	-	-
(Z)-calameneno	1528	-	-	0,17	-	-	-	-
Espatuleno	1577	0,38	0,15	0,23	-	0,06	-	0,24
Globulol	1590	0,49	0,69	0,79	-	0,15	-	0,16
Viridiflorol	1592	0,28	0,53	0,74	-	-	-	-
Iso-leptospermona + (?)	1621	1,41	1,43	0,58	-	0,27	-	1,49
Leptospermona	1629	0,38	0,32	0,37	-	0,27	-	0,43
Sesquiterpeno oxigenado	1637	0,27	0,39	0,32	-	-	-	-
Teor de óleo (%)	-	1,73b	1,80b	1,66b	1,73b	2,60a	2,26a	1,73b

Fonte: Dantas, 2019.

INSETOS PRAGAS

Os insetos praga, *S. zeamais* e *Z. subfasciatus* foram obtidos de grãos de Milho e Feijão, armazenados por produtores locais naturalmente infestados, o *T. castaneum* foram obtidos a partir da infestação natural do farelo de trigo na criação de *Tenebrio molitor*. As populações foram mantidas no Laboratório de Biologia Animal do Instituto Federal de Sergipe, para

maioria da população, semelhante adaptação da metodologia descrita por Moraes et al. (2011), sendo mantida em sala climatizada à temperatura de 27 ± 1 °C e $70 \pm 5\%$ de umidade relativa.

ENSAIO INSETICIDA

Foi realizado um experimentos com óleo essencial de dois genótipos de *Eucalyptus* (1250 e 0321) para o controle de *Z. subfasciatus* nas concentrações de 0,05%, 0,5%, 1%, 2,5%, 5%, 10% (OLIVEIRA, 2019). Num segundo experimento, foram utilizados óleos essenciais de quatro genótipos de *Eucalyptus* (1249, 1250, 1277 e 0292) no controle do *Z. subfasciatus*, nas concentrações 1%, 2%, 2,5%, e no controle de *S. zeamais* (5%, 10%, 20%) (ALVES, 2021). E por último Jesus (2022) testou óleo essencial dos genótipos 1250, 12 62, 1275, para o controle de *T. castaneum* nas concentrações de 5%, 7,5% e 10%.

Os óleos essenciais foram diluídos em água e tenso ativo. Tenso ativo é uma mistura de Twin 80[®] e álcool etílico (1:1), utilizado para homogeneizar o óleo a água. Para o controle positivo foi utilizado o inseticida Gastoxin B 57[®], nas concentrações recomendadas pelo fabricante e para o controle negativo utilizou-se o diluente (água e tenso ativo). Para todos os tratamentos foram utilizados 10 repetições, cada repetição era constituída de um pote plástico com 10 insetos adultos não sexados.

Em cada pote plástico (200 ml) foi colocado em pipetador um disco de papel de filtro e sobre ele 0,25 ml de óleo essencial nas concentrações supracitadas. Em seguida, os insetos foram transferidos para cada recipiente. As avaliações de mortalidade foram feitas em intervalos de 24, 48 e 72 horas, sendo considerados mortos os insetos sem movimento dentro dos potes. Foi feito a média de mortalidade dos insetos em relação às concentrações dos óleos essenciais aplicados sobre os mesmos.

DETERMINAÇÃO DA CL50 e CL90

Testes preliminares, foram realizados, para determinar os limites superior e inferior de mortalidade de cada espécie de inseto praga (BLISS, 1934). Para o cálculo da CL50 e CL90 estimadas, os dados de mortalidade de concentração resposta foram submetidos à análise de Probit (FINNEY, 1971; OOTANI et al., 2011; RODRIGUES, 2015; VALIATTI et al., 2018; MALLMANN et al., 2020), utilizou-se o programa estatístico SAS (SAS Institute, 2001).

TESTE DE REPELÊNCIA

No teste de repelência foram utilizados óleos essenciais de quatro genótipos de *Eucalyptus* (1249, 1250, 1277 e 0292) sobre *S. zeamais* e *Z. subfasciatus*. Foi utilizada uma

arena composta por um pote central e 4 potes menores conectados por mangueiras transparentes. Foram utilizados 0,10 ml de óleo essencial de genótipos de *Eucalyptus*, misturados com 10g de grãos de milho para os testes com *S. zeamais* e 10g de grãos de feijão para os testes com *Z. subfasciatus*, após a aplicação dos óleos sobre os grãos, estes foram dinamizados manualmente em recipiente plástico por dois minutos para homogeneização do óleo na superfície dos grãos. Na arena, dois potes receberam grãos sem óleo (10g) e os outros dois receberam grãos com óleo (10g), alternadamente. Logo após, 20 insetos adultos não sexados foram liberados no centro da arena para que tivessem chance de escolha.

Foram utilizadas 5 repetições para cada espécie de inseto praga, sendo cada pote uma unidade amostral, inteiramente casualizada. A avaliação foi realizada depois de 24 horas, contabilizando o número de insetos que estavam em contato com os grãos impregnados com os óleos essenciais e os grãos sem aplicação do óleo.

Os dados foram submetidos à análise de frequência de escolha, adotando o Proc Freq do SAS (SAS Institute 1999-2001) e submetidos ao χ^2 a 5% de significância. As médias foram submetidas ao teste de Tukay. O percentual médio de repelência foi calculado, segundo a fórmula:

$$PR = [(NC-NT)/(NC+NT) \times 100]$$

Sendo, PR= Percentual médio de repelência, NC= média de insetos na testemunha e NT= média de insetos no tratamento (OBENG-OFORI, 1995).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira etapa do experimento foi observado que os óleos essenciais dos genótipos 1250 e 0321, nas concentrações 00,5%, 0,5%, 1%, 2,5%, 5%, 10%, foram eficientes no controle de *Z. subfasciatus*, uma vez que ambos atingiram a DL50, sem diferença significativa entre os óleos dos dois genótipos. Possivelmente esta ausência na diferença seja devido ao fato de que ambos genótipos tem majoritariamente e em sua composição os constituintes alfa-pineno (42,37% e 37,74%) e 1,8 cineol (31,14% e 34,49%) que tem sido apontados como principais componentes inseticidas e acaricidas em óleos de eucalipto (CHAGAS et al. 2002).

Tabela 3: Mortalidade média de *Z. Subfasciatus* em exposição ao óleo essencial de eucalipto. C+ controle positivo com Gastoxi B 57® em pastilha; C-: controle negativo com Twin 80® e álcool etílico (1:1).

Óleo	Concentrações																							
	0,05%				0,50%				1%				2,50%				5%				10%			
1250	1	1	2	0	0	0	0	0	4	6	6	3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
0321	0	0	0	0	0	0	2	4	3	4	9	6	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Contr(-)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Contr(+)	9	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Fonte: Oliveira, 2019.

Na segunda etapa, foi observado que para os *Z. subfasciatus*, as diluições de 2,5% em todos os genótipos tiveram melhores taxas de mortalidade, chegando a 100% dos indivíduos após 24 horas. Na dosagem 2% os genótipos 1250 e 1249 tiveram resultado semelhantes, contudo o genótipo 1277 foi eficiente em todas as dosagens, não diferindo estatisticamente ($P < 0,05$). No controle positivo obteve-se 100% de mortalidade em 24 horas e o controle negativo com tenso ativo a mortalidade foi de 0,1% (Tabelas 4). Desta forma, recomenda-se ao produtor o uso óleo essencial do genótipo 1277 em menor concentração por ser mais econômica e ter boa eficiência na mortalidade dos insetos.

Tabela 4: Mortalidade média de *Z. Subfasciatus* em exposição ao óleo essencial de eucalipto em três momentos de avaliação. C+ controle positivo com Gastoxi B 57® em pastilha; C-: controle negativo com Twin 80® e álcool etílico (1:1).

Genótipos	1250			1277			0292			1249				
	Conc. %			Conc. %			Conc. %			Conc. %				
Tempo	C+	C-	1	2	2,5	1	2	2,5	1	2	2,5	1	2	2,5
24 h	10	0	2,7	9,9	10,0	7,5	7,1	7,3	2,8	3,5	10,0	2,4	9,0	9,2
48 h	10	0	3,7	9,9	10,0	8,3	7,8	8,3	3,7	4,2	10,0	3,0	9,4	9,6
72 h	10	0	4,1	9,9	10,0	8,5	8,3	8,5	4,7	4,6	10,0	3,5	9,5	9,7

Fonte: Alves, 2021.

Mudança no comportamento dos *Z. subfasciatus* quando em contato com a superfície impregnada por óleo essencial de *Eucalyptus*, foi observado logo após a exposição dos insetos. Assim, tornaram-se bastante agitados e em minutos após ocorreu perda de equilíbrio dos mesmos, isso provavelmente porque o sistema respiratório dos insetos favorece a absorção dos componentes voláteis dos óleos essenciais, principalmente em ambiente fechado, como neste experimento, criando uma atmosfera de compostos e consequentemente asfixiando os insetos.

Além de que os compostos presentes nos óleos essenciais de *Eucalyptus* possuem interfere nos receptores de octopamina, interrompendo as funções do sistema nervoso dos insetos, alterando os movimentos, comportamento e metabolismo dos mesmos (ENNAN et al., 1998). Já as concentrações letais para os insetos pragas do feijão, foram 1,18% (CL50) e 2,15% (CL90), sem diferença significativa ($p < 0,05$), entre os óleos essenciais dos genótipos estudados. As concentrações letais (CL50 e CL90) calculadas por Probit, médias não diferem estatisticamente entre si a 5% pelo teste de Tukey (Tabela 5).

Tabela 5: Doses letais (CL₅₀) e (CL₉₀) dos óleos essenciais de genótipos de *Eucalyptus* sobre *Z. Subfasciatus*.

Genótipos	1250	1277	0292	1249
CL ₅₀	1,10 %	1,10 %	1,31 %	1,22 %
CL ₉₀	2,09 %	2,10 %	2,32 %	2,09 %

Fonte: Alves, 2021.

Para Oliveira et. al.(2019), os testes realizados com óleos essenciais de *Eucalyptus* no controle de *Z. subfasciatus*, atingiram a CL₅₀ nas concentrações de 1%, e a CL₉₅ a partir da dosagem de 2,5%, contudo houve a morte de 100% dos insetos.

O experimento de mortalidade por contato dos óleos essenciais de *Eucalyptus* apresentou atividade inseticida sobre *Sitophilus zeamais*. Observou-se que os tratamentos com concentrações 5 e 10% tiveram as menores taxas de mortalidade entre os genótipos testados com as mesmas concentrações, sendo que o genótipo 0292 na concentração a 10% apresentou diferença estatística entre os demais genótipos para o mesmo tratamento, com melhor taxa de mortalidade entre os tratamentos. Os tratamentos com diluição a 20% apresentaram as melhores taxas de mortalidade entre os genótipos testados chegando a matar 100% dos insetos adultos de *Sitophilus zeamais*, comprovando assim sua eficiência no controle da praga de grãos armazenados (Tabelas 6). O tratamento de controle positivo Gastoxi B 57®, matou 100% dos indivíduos, já o tratamento controle negativo, não mostrou atividade inseticida.

Tabela 6: Mortalidade média de *Sitophilus zeamais* em exposição ao óleo essencial de eucalipto em três momentos de avaliação. C+ controle positivo com Gastoxi B 57® na dose recomendada; C-: controle negativo com Twin 80® e álcool etílico (1:1).

Genótipos	1250			1277			0292			1249				
	Conc. %			Conc. %			Conc. %			Conc. %				
Tempo	C+	C-	5	10	20	5	10	20	5	10	20	5	10	20
24 h	10	0	0,1	1,6	8,4	0,3	2,2	8,8	1,3	4,7	10,0	0,1	0,6	8,8
48 h	10	0	0,1	2,3	8,8	0,7	3,3	9,1	1,9	5,9	10,0	0,1	1,0	9,4
72 h	10	0	4,0	2,8	9,0	0,9	3,5	9,3	2,0	6,7	10,0	0,1	2,1	9,4

Fonte: Alves, 2021.

Oliveira et al. (2005) aponta que o uso intensivo dos inseticidas convencionais, a exemplo dos piretróides, conferiram resistência aos *S. zeamais*. Além de possivelmente ter provocado modificações nos genes responsáveis pela expressão do fenômeno da resistência reduzindo seus custos fisiológicos associados. De acordo com Fragoso et al. (2003, 2005), a resistência a inseticidas em, *S. zeamais*, tem sido apontada como um dos principais fatores responsáveis pelo aparecimento de falhas no controle dessa praga. Justificando assim os resultados obtidos nos experimentos de mortalidade do presente estudo, com relação às concentrações utilizadas para as pragas *Z. Subfasciatus* e *S. zeamais*.

No entanto, diversos estudos comprovam que óleos essenciais de *Eucalyptus* possuem potencial inseticida contra diversas pragas de grãos armazenados como *Sitophilus zeamais*

(MOSSI et al., 2011, p. 119), *Ephestia kuehniella*, *Ephestia cautella*, *Ectomyelois ceratoniae* (JEMAA et al., 2012), *Rhyzopertha dominica*, *Callosobruchus maculatus*, *Tribolium castaneum* (HAMDI et al., 2015), *Oryzaephilus surinamensis* (AREF et al., 2015), *Sitophilus oryzae* (LEE et al., 2001).

A concentração letal que mata 50% dos *S. zeamais* (CL50) foi em média 11,22%, enquanto que a CL90 teve como média 19,42%, houve diferença significativa para o genótipo 0292 tanto na CL50 quanto CL90, não houve diferença significativa para os demais óleos essenciais dos genótipos estudados ($P < 0,05$) (Tabela 7).

Tabela 7: Concentrações letais dos óleos essenciais de genótipos de *Eucalyptus* sobre *Sitophilus zeamais*.

Genótipos	1250	1277	0292	1249
CL ₅₀	12,78 %	11,23 %	8,00 %	12,88%
CL ₉₀	22,33 %	20,77 %	13,75 %	20,83 %

Fonte: Alves, 2021.

Araújo (2014) aplicou óleo essencial de *Eucalyptus globulus* por contato sobre *S. zeamais*, atingindo a CL50 na concentração de 2,08 μ L cm², resultado que corrobora com o presente estudo. Diversos trabalhos mostram que α -pineno e 1,8-cineol, são os principais componentes inseticidas e acaricidas dos óleos essenciais de eucaliptos comercializados (CHAGAS et al., 2002; LEE et al., 2004), sendo que quanto maior a concentração de 1,8-cineol, maior a mortalidade dos gorgulhos *S. oryzae* e *Rhyzopertha dominica*.

Já o *Tribolium castaneum* é relativamente resistente, sendo que nas dosagens de 5% e 7,5% de óleo essencial, a mortalidade foi relativamente baixa, o genótipo 1250 na concentração de 7,5% atingiu 22% de mortalidade. Já as concentrações de 10% em todos os genótipos tiveram melhores taxas de mortalidade (42%, 24% e 54%), no entanto, apenas o óleo essencial do genótipo 1262 atingiu a mortalidade acima de 50%, com 72 h de contato (JESUS, 2022) (Tabela 8).

Tabela 8: Número de *Tribolium castaneum* mortos por tempo de exposição ao óleo essencial de genótipos de *Eucalyptus* em quatro momentos de avaliação. (C+) controle positivo com Gastoxin B 57[®] na dose recomendada; (C-) controle negativo com Twin 80[®] e álcool etílico (1:1), (n) número de mortos cumulativo, % percentagem de mortalidade.

Genótipos		1275			1250			1262			
		Conc. %			Conc. %			Conc. %			
Tempo	C+	C-	5	7,5	10	5	7,5	10	5	7,5	10
12 h	45	0	0	0	8	0	2	3	1	0	11
24 h	5(50)	0(0)	1(1)	0(0)	8(16)	1(1)	4(6)	7(10)	1(2)	0(0)	11(22)
48 h	0(50)	0(0)	0(1)	0(0)	1(17)	3(4)	4(10)	1(11)	3(5)	0(0)	4(26)
72 h	0(50)	0(0)	3(4)	0(0)	4(21)	1(5)	1(11)	1(12)	2(7)	1(1)	1(27)
%	100	0	8	0	42	10	22	24	14	2	54

Fonte: Jesus, 2022.

Como foi relatado anteriormente, Oliveira (2019) aplicando óleo essencial dos genótipos de *Eucalyptus* sobre *Zabrotes subfasciatus*, observou que a DL50 foi atingida na concentração de 1%, e a DL95 a partir de 2,5%, mostrando que os óleos possuem potencial inseticida no controle desta praga e Alves (2021), utilizando óleo essencial de 4 genótipos de *Eucalyptus* sobre os insetos *Z. subfasciatus* obteve resultado a partir da concentração de 2%. Já para o *S. zeamais* o resultado satisfatório foi observado a partir de 20% de concentração do óleo, sendo considerado um inseto resistente, assim como o *T. castaneum* onde a DL50 foi atingida a partir de 13,43% de óleo essencial (Tabela 9).

Tabela 9: CL50 e CL90 calculada para os óleos essenciais de genótipos de *Eucalyptus*.

Genótipos	1275	1250	1262
CL ₅₀	17,02 ^a	32,0 ^b	13,43 ^a
CL ₉₀	22,62 ^a	67,28 ^b	19,48 ^a

Fonte: Jesus, 2022.

Corroborando com o presente trabalho, Brito (2015) constatou que o óleo de *E. citrodora* mostrou-se satisfatório no tratamento sobre o *Tribolium castaneum*. Diante do que fora apresentado na citação acima, pode-se inferir que o *T. castaneum* é um inseto resistente assim como o *S. zeamais*. Provavelmente, uma das causas para resistência é o uso excessivo de defensivos químicos, segundo Lorini (2015), a resistência a inseticidas está aumentando mundialmente e se constitui num dos maiores problemas de controle de pragas na atualidade, sendo que estes insetos possuem a detoxicação como mecanismos de resistência aos inseticidas.

Nos testes de repelência aos óleos essenciais dos genótipos de *Eucalyptus*, todos tiveram ação sobre o *S. zeamais*, não diferindo estatisticamente ($p < 0,05$), apesar de que o genótipo 1250 ter efeito menor sobre os insetos, no entanto o genótipo 0292 apresentou 94% de eficiência na repelência. Com relação aos *Z. subfasciatus*, o menor efeito foi com o genótipo 1277, no entanto não houve diferença estatística ($p < 0,05$) da ação repelente dos óleos essenciais, comprovando que todos eles apresentaram resultados positivos relacionados a repelência das pragas, sendo que o genótipo 0292 apresentou 96% de eficiência na repelência (Tabela 10).

Tabela 10: Teste de repelência aplicando óleo essencial de *Eucalyptus* sobre *Sitophilus zeamais* e *Z. Subfasciatus*. SCO: grãos com aplicação de óleo essencial, SSO: grãos sem óleo essencial; n: número de insetos, %: porcentagem correspondente, m: média.

Genótipos de <i>Eucalyptus</i> sp.	<i>Sitophilus zeamais</i>						<i>Zabrotes subfasciatus</i>					
	SSO			SCO			SSO			SCO		
	n	%	m	n	%	M	n	%	m	n	%	m
1250	33	16,5	3,3	167	83,5	16,7	10	5,0	1,0	190	95,0	19,0
0292	12	6,0	12,2	188	94,0	18,8	8	4,0	0,8	192	96,0	19,2
1249	15	7,5	1,5	185	92,5	18,5	12	6,0	1,2	188	94,0	18,8
1277	14	7,0	1,4	186	93,0	18,6	17	8,5	1,7	183	91,5	18,3
Total	74	9,25	-	726	90,75	-	47	5,87	-	753	94,12	-

Fonte: Alves, 2021.

Resultados estes que foram corroborados por França et al. 2012, utilizando *Eucalyptus citriodora* sobre *Z. Subfasciatus*, e Alves 2012, que após testar diversos óleos, constatou que o óleo de *Eucalyptus* foi mais eficiente na repelência destes insetos. Coitinho et al 2006, constatou que óleo de *E. citriodora* teve eficácia de 87% nos testes de livre chance de escolha em *S. Zeamais*. Esses óleos tinha composição relativamente semelhante, sendo que os compostos majoritários eram 1,8-cineol e α -pineno. Diferentemente deste trabalho onde o monoterpeneo 1,8 cineol é majoritário nos genótipos 1249, 1250 e 1277 e o genótipo 0292 tem como compostos majoritários p-cimeno e γ -terpineno. Possivelmente a falta de diferença significativas da ação repelente seja devido ao fato da proximidade da composição química dos óleos, uma vez que os compostos majoritários supracitados são utilizados como inseticidas (CHAGAS et al. 2002). Além da ação conhecida dos compostos majoritários, faz-se necessário ressaltar que os compostos agem sinergicamente potencializando seus efeitos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os maiores constituintes dos óleos essenciais das folhas dos genótipos de *Eucalyptus* 1250 e 0321 foram o α -pineno (37,74 - 42,37%) e o 1,8 cineol (31,14 - 34,49%) e causaram mortalidade nos *Zabrotes subfasciatus* na concentração de 1%, sem diferença significativa entre eles. Portanto, recomenda-se a utilização destes óleos por serem ricos em 1,8 cineol que provavelmente é um dos principais compostos responsáveis pelo efeito inseticida, são economicamente viáveis, menos tóxicos aos humanos e outros vertebrados.

Com relação aos óleos essenciais dos genótipos 1250, 0292, 1249, 1277 utilizados no controle de *Z. subfasciatus* e *S. zeamais*, foi observado que houve eficiência na repelência e mortalidade dos insetos praga. Sendo que os *Z. subfasciatus* são mais sensíveis a ação dos óleos essenciais atingindo a CL50 com concentração a partir de 1,10% enquanto que na concentração de 2,09% matou 90% dos insetos (CL90), no entanto, os *S. zeamais* são mais resistentes a ação do óleo visto que a CL50 ocorreu a partir de 8% de concentração do óleo e a CL90 a partir de

13,75% de concentração do óleo. Como recomendação ao produtor para controle do *Z. subfasciatus* sugere-se a utilização do óleo do genótipo 1277 em menor concentração uma vez que a mesma foi eficiente e de menor custo no controle dos insetos. Para controle dos *S. zeamais* recomenda-se uma dosagem maior uma vez que os insetos são mais resistentes.

Resistência comprovada também para inseto-praga *Tribolium castaneum* uma vez que nas menores concentrações (5% e 7,5%) a mortalidade foi baixa, aumentando-se a mortalidade na concentração de 10% de óleo essencial (42%, 24% e 54%). Atingindo as concentrações letais a partir de 13,43% e 19,48%, respectivamente. No entanto, para o produtor rural recomenda-se a concentração de 13,43% de óleo essencial do genótipo 1262, por ser mais baixa e consequentemente mais econômico.

Desta forma, óleo essencial de *Eucalyptus* se constitui num produto alternativo para o controle de pragas de grãos armazenados, mais barato e menos agressivo do que os inseticidas químicos sintéticos.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. E. O. Atividade inseticida e repelência de óleos essenciais de *Eucalyptus* sobre *Zabrotes subfasciatus* (bohemian, 1833) e *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1855). Monografia (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – IFAL, Marechal Deodoro, Alagoas, 2021.

ANTUNES, L.E.G.; DIONELLO, R.G. Bioecologia de *Sitophilus zeamais* Motschulsky 1885 (Coleoptera: Curculionidae). 2010. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2010_2/Sitophilus/index.htm>. Acesso em 07 de maio de 2020.

ARAÚJO, A. M. N. Toxicidade, efeitos comportamentais e sinergismo de óleos essenciais em *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). 2014. 72 p. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.

AREF, S.P.; VALIZADEGAN, O.; FRASHIANI, M. E. *Eucalyptus dundasii* Maiden essential oil, chemical composition and insecticidal values against *Rhyzopertha dominica* (F.) and *Oryzaephilus surinamensis* (L.). J. Pl. Prot. Res. n. 55, p. 35-41, 2015.

BARONI, G. D.; BENEDETI, P. H.; SEIDEL, D. J. Cenários prospectivos da produção e armazenagem de grãos no Brasil. Ciências Exatas e da Terra, v. 14, n. 4, p. 55 - 64, 2017.

BASER, K. H. C.; BUCHBAUER, G. Handbook of essential oils: Science, Technology, and Applications. New York: Taylor & Francis Group, 2010. 994p.

BIZZO, H. R.; HOVEL, A. M.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. Revista Química Nova, v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009.

BRITO, S. M. Manejo de *Sitophilus zeamais* em milho doce através da resistência hospedeira por antixenose e antibiose. Orientação: Cristina Schetino Bastos, Brasília 2015. 37 p.

CHAGAS, A. C. S.; PASSOS, W. M.; PRATES, H. I.; LEITE, R. C.; FURLONG, J.; FORTES, J. C. P. Efeito acaricida de óleos essenciais e concentrados emulsionáveis de *Eucalyptus* spp em *Boophilus microplus*. Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci., São Paulo, v. 39, n. 5, p. 247-253, 2002.

COITINHO, L. B. C.; OLIVEIRA, J. V.; GONDIM JUNIOR, M. G. C.; CAMARA, C. A. G. Persistência de óleos essenciais em milho armazenado, submetido à infestação de gorgulho do milho. Revista Online Ciência Rural, Santa Maria, 2010.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Estimativa do escoamento da produção de soja e milho pelos portos internacionais na safra 2016/17. Brasília. 2017.

CORREIA, S. J.; DAVID, J. M.; DA SILVA, E. P.; DAVID, J. P.; LOPES, L. M. X.; GUEDES, L. M. S. Flavonóides, noriso-prenóides e outros terpenos das Folhas de Tapirira guianensis. Química Nova, v. 31, n.8, p. 2056-2059, 2008.

DANTAS, J. O. Resposta de genótipos de *Eucalyptus* à vespa-da-galha *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle, 2004 (Hymenoptera: Eulophidae). Tese (Doutorado em Agricultura e Biodiversidade) – Universidade Federal de Sergipe, 2019.

DHIFI, W.; BELLILI, S.; JAZI, S.; BAHLOUL, N.; MNIF, W. Essential Oils' Chemical Characterization and Investigation of Some Biological Activities: A Critical Review. Medicines, v.3, n.25, p. 1-16, 2016.

ENNAN, E.; BEIGLER, M.; KENDE, A. Insecticidal action of terpenes and phenols to cockroaches: effects on octopamine receptors. In: International Symposium on Plant Protection. European and Mediterranean Plant Protection Organization. Gent, Belgium, 1998.

EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. Raven Biologia vegetal, 8. ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014. 1637 p.

FARKAS, J.; MOHÁCSI-FARKAS, C. In: MOTAJERMI, Y. (ed). 1º ed. Safety of foods and beverages: spices and seasonings. Encyclopedia of Food Safety. Volume 3: Foods, Materials, Technologies and Risks. Elsevier, p.324 - 330, 2014.

FELIPE, L. O.; BICAS, J. L. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. Química Nova na Escola, v. 39, n. 2, p. 120 - 130, 2017.

FRAGOSO, D.B.; GUEDES, R.N.C.; PETERNELLI, L.A. Developmental rates and population growth of insecticide-resistant and susceptible populations of *Sitophilus zeamais* J. Stored Prod. Res. 41, p. 271-281, 2005.

FRAGOSO, D.B.; GUEDES, R.N.C.; REZENDE, S.T. Biochemical mechanisms of insecticides resistance in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). Entomol. Exp. Appl. 109, p. 21-29, 2003.

FRANÇA, S. M.; OLIVEIRA, J. V.; ESTEVES FILHOS, A. B.; OLIVEIRA, C. M. Toxicity and Repellency of Essential Oils to *Z. Subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) in *Phaseolus Vulgaris* L. Acta Amazonica, vol. 42, no. 3, p. 381–386, 2012.

FRANZ, C.; NOVAK, J. Sources of Essential Oils. In: BASER, K.H.C.; BUCHBAUER, G. Handbook of Essential Oils, Science, Technology and Applications. CRC Press, p. 39-82, 2010.

GALLO, D.; NAKATO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. Entomologia Agrícola. Piracicaba, FEALQ, 2002. 920 p

HAMDI, S.H.; HEDJAL-CHEBHEB, M.; KELLOUCHE, A.; KHOUJA, M.L.; BOUDABOUS, A.; JEMAA, J.M.B. Management of three pests' population strains from Tunisia and Algeria using Eucalyptus essential oils. Ind. Crops Prod. 74, p. 551-556, 2015.

HANSON, J.R.; NICHOLS, T.; MUKHRISH, Y.; BAGLEY, M. C. Diterpenoids of terrestrial origin. Natural Products Reports. v. 11, n 34, p. 1233-1243, 2017.

JEMAA, J.M.B.; HAOUEL, S.; BOUAZIZ, M.; KHOUJA, M.L. Seasonal variations in chemical composition and fumigant activity of five Eucalyptus EOs against three moth pests of stored dates in Tunisia. J. Stored Prod. Res. 48, p. 61-67, 2012.

JESUS, D. S. Efeito de óleos essenciais de genótipos de Eucalyptus sobre *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). Monografia (Tecnólogo em Agroecologia) – Instituto Federal de Sergipe, 2022.

LEE, B.; CHOI, W.; LEE, S.; PARK, B. Fumigant toxicity of EOs and their constituent compounds towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). Crop Prot. 20, 317-320, 2001.

LEE, B. H.; ANNIS, P.C.; TUMAALLI, F.; CHOI, W.S. Fumigant toxicity of essential oils from the Myrtaceae family and 1, 8-cineole against 3 major stored-grain insects. Journal of Stored Products Research, v.40, n.5, p.553-564, 2004.

LORINI, I.; KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; HENNING, F. A. Manejo integrado de pragas de grãos e grãos armazenadas. Brasília-DF: EMBRAPA, 2015, 86 p.

MALLMANN, V.; ARAGÃO, L. W. R.; FERNANDES, S. L. S.; BARTIERES, E. M. M.; SILVA, R. C. L. Avaliação Química e Biológica de Óleo Essencial de *Ocotea Corymbosa* (Meisn.) Mez. Brazilian Journal of Development, vol. 6, no. 4, p. 19621–19636, 2020.

MCMURRY, J. Química Orgânica - Combo. São Paulo: Cengage Learning, 7ª ed., 2011. 1344 p.

MOSSI, A.J.; ASTOLFI, V.; KUBIAK, G.; LERIN, L.; ZANELLA, C.; TONIAZZO, G.; OLIVEIRA, D.; TREICHEL, H.; DEVILLA, I.A.; CANSIANA, R.; RESTELLO, R. Insecticidal and repellency activity of essential oil of Eucalyptus ssp. against *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera, Curculionidae). J. Sci. Food Agr. 91, 273-277, 2011.

OBENG-OFORI, D. Plant Oils as Grain Protectants against Infestations of *Cryptolestes Pusillus* and *Rhyzopertha Dominica* in Stored Grain. Entomologia Experimentalis Et Applicata, vol. 77, no. 2, p. 133–139, 1995.

OLIVEIRA, M. R. S. Óleo Essencial de Eucalipto No Controle de Zabrotes Subfasciatus (Boheman) (Coleoptera: Bruchidae). Monografia (Tecnólogo e Agroecologia) – Instituto Federal de Sergipe, 2019.

OLIVEIRA, E. E.; GUEDES, R. N. C.; CORRÊA, A. S.; DAMASCENO, B. L.; SANTOS, C. T. Resistência vs Susceptibilidade a Piretróides Em *Sitophilus Zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae): Há Vencedor? *Neotropical Entomology*, v. 34, n. 6, p. 981–990, 2005.

OOTANI, M. A.; AGUIAR, R. W. S.; MELLO, A. V.; DIDONET, J.; PORTELLA, A. C. F.; NASCIMENTO, I. R. Toxicidade de óleos essenciais de Eucalyptus e Citronela sobre *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 27, n. 4, p. 609-618, July/Aug. 2011.

PIRES, E. M.; SOUZA, E. Q.; NOGUEIRA, R. M.; SOARES, M. A.; DIAS, T. K. R.; OLIVEIRA, M. A. Damage caused by *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) in Stored Brazil nut. *Scientific Electronic Archives*, vol. 10, n 1, pp. 1–5, 2017.

QUINTELA, E.D. Manejo integrado de pragas do feijoeiro no plantio de inverno. Santo Antônio de Goiás. Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 2p.

RAVINDRA, N.S.; KULKARNI, R.N. Essential oil yield and quality in rose-scented geranium: Variation among clones and plant parts. *Scientia Horticulturae*, v. 184, p. 31–35, 2015.

REHMAN, R.; HANIF, M. A.; MUSHTAQ, Z.; AL-SADI, A. M. Biosynthesis of essential oils in aromatic plants: A review. *Food Reviews International*, v. 32, p. 117-160, 2016.

RODRIGUES, C.A.S. Análise morfológica do cérebro de abelhas sem ferrão *Melipona scutellaris* expostas ao tiametoxam. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Campus Rio Claro, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

SARTORETTO, L. M.; SALDANHA, C. W.; CORDER, M. P. M. Transformação genética: estratégias e aplicações para o melhoramento genético de espécies florestais. *Ciência Rural*, v.38, n.3, p.861-871, 2008.

SCOTT, R.P.W. Essencial oils. In: WORSFOLD, P.; TOWNSHEND, A.; POOLE, C. (Ed.) *Encyclopedia of Analytical Science*. 2ª ed. Elsevier, 2005. p. 554-561

SILVA, A. L.; MACHADO, B. S.; SANTOS, F. V.; MARQUES, L. M.; RODRIGUES, P.; PRETO, R. A. Um estudo acerca da capacidade de armazenagem de grãos no município de Palmital-SP, Palmital, 2012. Disponível em: <http://www.etecpalmital.com.br/_biblioteca/_tcc/_logistica/_2012/_arquivos. Acesso em 5 de fev. 2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 5.ed. Porto Alegre:Artemed, 2013. 954p.

TEIXEIRA, I. R. V.; ZUCOLOTO, F. S. Seed suitability and oviposition behaviour of wild and selected populations of *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera, Bruchidae) on different hosts. *Journal of Stored Products Research*, v. 39, p. 131-140, 2003.



TUREK, C.; STINTZIN; F. C. Stability of Essential Oils: A Review Comprehensive Review sin. Food Science and Food Safety, v.12, p. 40-53, 2013.

VALIATTI, T. B.; BARCELOS, I. B.; CALAZANS, R. S. P.; DEGEN, A. N.; BULIAN, A. L. S.; SOBRAL. F. O. S.; SALVI, J. O. Estudo Fitoquímico e Análise das Atividades Citotóxica e Antibacteriana das Flores Masculinas de *Carica* Sp. Revista Da Universidade Vale Do Rio Verde, vol. 16, no. 2, 2018.

ZAHRAN, H.; El-D. M.; ABOU-TALEB, H. K.; ABDELGALEIL, S. A. M. Adulticidal, larvicidal and biochemical properties of essential oils against *Culex pipiens* L. Journal of Asia-Pacific Entomology, v. 20, p. 133–139, 2017.

YUAN, H.; ZHANG, J.; NAGESWARAN, D.; LI, L. Carotenoid metabolism and regulation in horticultural crops. Nature Review: Horticulture Research, v. 2, p. 1-11, 2015.

CAPÍTULO 17

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DOS EXTRATOS METANÓLICOS DOS FRUTOS, FLORES, FOLHAS E CAULE DA AMLA (*PHYLLANTHUS EMBLICA*)

Jéssica Mendes
Karolayne dos Santos Borges Silva
Maria Fernanda de Castro Burbarelli
Daise Aparecida Rossi
José Ruguê Ribeiro Junior
Mirian Ribeiro Moreira Carrijo

RESUMO

A *Phyllanthus emblica*, conhecida como Amla, é uma planta encontrada na Índia e apresenta muitos benefícios à saúde por exibir a presença de minerais e vitamina C. Na medicina Ayurvédica a Amla é utilizada como antimicrobiana e anti-inflamatória. O objetivo do trabalho foi avaliar a atividade antimicrobiana dos extratos metanólicos da Amla, utilizando caule, folhas, frutos e flores sobre inóculo bacteriano padronizado de *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. A planta foi coletada em Araguari-MG. A secagem das partes botânicas em estufa a 40° C e o processo de trituração foi usado para obter o extrato metanólico. As cepas utilizadas foram fornecidas pelo Laboratório de Biotecnologia Animal Aplicada (LABIO) da Faculdade de Medicina Veterinária/UFU. Para avaliar a ação antimicrobiana, realizou-se o método de difusão em meio sólido (Ágar TSA), e o volume de 50 µL dos extratos. Como controle foram utilizados antibióticos e DMSO. Os extratos metanólicos do caule, folhas, flores e frutos (10mg/mL a 50mg/mL) mostraram-se efetivos frente a *E. coli*; o halo de inibição variou de 11,5 mm a 5 mm, mostrando que o extrato das folhas apresentou uma melhor atividade, seguido do caule, flores e fruto. Com relação a *S. aureus*; constatou-se a eficácia de todos os extratos, os halos de inibição variaram de 17 mm a 6 mm. Ao comparar os extratos metanólicos percebeu-se que a atividade maior foi para a *S. aureus*. O estudo permitiu concluir que as partes botânicas da Amla possuem atividades antimicrobianas relevantes, podendo ser úteis no tratamento de infecções com bactérias gram-positiva e gram-negativa.

PALAVRAS-CHAVE: Ação Antimicrobiana, Amla (*Phyllanthus emblica* e *Emblica officinalis*), extratos metanólicos brutos, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*.

INTRODUÇÃO

Phyllanthus emblica, conhecida popularmente como Amla, Groselha da Índia e *Emblica officinalis* (EO), é uma planta encontrada nativamente na Índia e outros países asiáticos e no Oriente Médio. É uma planta que a quem tem se atribuído benefícios à saúde, devido ao seu valor nutritivo, já que é rica em minerais e vitaminas.

A Amla é considerada importante da medicina Ayurveda, sendo os frutos a parte mais utilizada para o combate de resfriado e febre. A planta é gastroprotetora, laxante, cicatrizante, diurética, antipirética, analgésica, antidiarreica, cardioprotetora, além de ser utilizada para



tratamento de hipercolesterolemia, entre outras funções, como ação antimicrobiana, antioxidante, anti- inflamatória, adaptogênica, hepatoprotetora, além de atividades antitumorais, anticarcinogênicas, radiomoduladoras, quimimoduladoras, quimiopreventivas, imunomoduladoras e antimutagênicas (Bhandari e Kamdod, 2012; Gaire e Subedi, 2014).

A medicina Ayurveda é uma cultura indiana criada a milhares de anos, que utiliza os saberes a respeito das plantas para se obter a cura (DEVEZA, 2013; SCOTT TREADWAY, 1998). Preconiza-se que todas as formas existentes, (animadas ou inanimadas), são constituídas por diversos itens, sendo eles: Consciência Absoluta, Consciência Individual, Intelecto, Ego, Mente Pensante, Órgãos dos Sentidos e Corpo Físico. Esses elementos compõem o ser humano e quando trabalham em harmonia significam a vitalidade de todas as funções, físicas e psíquicas. (DEVEZA, 2013). A medicina milenar reconhece a importância do uso de medicamentos, como os antibióticos para tratamento de infecções, mas recomenda o uso das plantas para a prevenção e combate aos micro-organismos. De fato, as análises com algumas plantas e ervas da medicina ayurvédica em testes *in vitro* apresentaram atividade antibacteriana (SHARMA *et al.*, 2012; SCOTT TREADWAY; 1998).

A atividade antimicrobiana de extratos metanólicos da fruta da Amla foram testados e se mostraram relevantes para micro-organismos Gram positivos e negativos como *S. aureus* e *E. coli*, respectivamente (KUMAR *et al.*, 2011; SHARMA *et al.*, 2012). Considerando que a resistência bacteriana aos antibióticos é um problema de saúde pública mundial (SILVA *et al.*, 2020), o desenvolvimento de medicamentos ou desinfetantes alternativos a partir do fruto da Amla, é uma instigante e deve ser explorado.

Khurana *et al.* (2019) descrevem que os compostos químicos na Amla, como taninos, alcalóides, fenólicos e flavonóides têm um papel importante na defesa contra micro-organismos. Frutas, casca do caule, folhas contém esses metabólicos capazes de inibir micro-organismos como bactérias e fungos. Entretanto, a maioria dos estudos farmacológicos se concentram no fruto de Amla, enquanto outras partes permanecem pouco investigadas (CHAPHALKAR *et al.* (2017).

O objetivo do presente estudo foi avaliar a atividade antimicrobiana dos extratos metanólicos da Amla, utilizando caule, folhas, frutos e flores sobre inóculos bacterianos padronizados de *E. coli* e *S. aureus*.

METODOLOGIA

COLETA, SECAGEM DA PLANTA

A Amla (*Phyllanthus emblica*) utilizada para a produção dos extratos, foi cultivada na região de Araguari e tem aproximadamente 7 anos e a coleta das partes botânicas, foram nos meses de outubro a novembro de 2020, (latitude 18.629027 e longitude 48.268370). As quatro partes botânicas: frutas, flores, folhas e caule; foram coletadas no período de outubro a novembro de 2020 (Figura 1), processadas e analisadas no Laboratório de Microbiologia do Centro Universitário do IMEPAC, Araguari /MG.

As frutas, flores, folhas e caule foram pesadas, lavadas em água corrente e mantidas em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm por 15 minutos. Posteriormente foram secas em estufa a 40° C, conforme recomendações de (LIU *et al.* (2009). Após, as quatro amostras foram trituradas separadamente no liquidificador com, e posteriormente maceradas em gral com pistilo de porcelana.

Figura 1: Planta Amla (*Phyllanthus emblica*). A- Folhas. B- Flores, C- Caule, D- Frutos.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Os extratos foram preparados seguindo a metodologia Luengthanaphol *et al.* (2004 apud LIU *et al.*, 2009), com adaptações. Cada uma das partes da plantas anteriormente secas, trituradas e maceradas (10g) foram adicionadas de 100 mL de metanol em recipiente de vidro âmbar, sob agitação à 25°C/24 horas, e posteriormente, filtradas em papel de filtro. Os resíduos da extração foram submetidos ao mesmo processo. Em seguida, os extratos filtrados pela segunda vez foram secos em banho maria a 35-36°C em capela de exaustão até completa

evaporação do solvente. Após foram raspados e pesados e acondicionados em 4°C até o momento de sua utilização. O rendimento foi avaliado conforme Rodrigues *et al.* (2011 apud ANTUNES *etal.*, 2015), com adaptações, utilizando a fórmula: $Re = (P_{extrato} / P_{partebot}) \times 100$, onde Re= rendimento do extrato (%); $P_{extrato}$ = peso do extrato após raspagem; $P_{partebot}$ = peso do pó utilizado inicialmente (na preparação do extrato metanólico).

Uma solução inicial de cada extrato foi diluído em dimetilsulfóxido (DMSO) a 10% (v/v) e após diluídos em solução de NaCl 0,9% até as concentrações de 5 mg, 10 mg, 20 mg, 40 mg e 50 mg/mL. Posteriormente os extratos diluídos foram esterilizados em membrana poliestersulfônica (TPP) de 0,22 µm e armazenadas em frasco ambar em temperatura ambiente por 24 horas.

ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DOS EXTRATOS

As cepas de *E. coli* e *S. aureus* isoladas de amostra biológica, foram reativadas em ágar MacConkey (MC) e manitol salgado (MS), respectivamente, a 35±2°C por 24 horas (ARRAIS *al.*, 2014) e após, repicadas em ágar Tripton de Soja (TSA).

Para avaliar o efeito inibidor dos extratos foi utilizado o teste de difusão em agar conforme Arrais, *et al.* (2014) com modificações. Resumidamente, após reativação, a concentração do número de bactérias foi padronizado até escala 0,5 de MacFarland, e 1 µL adicionada a 12 mL de agar TSA, resfriado a aproximadamente 48°C, homogeneizado e vertido em placas de agar estéreis. Após solidificação, do ágar de cada uma das placas foi realizado assepticamente cinco poços de 5 mm de diâmetro, nos quais foram adicionados 50 µL extratos da fruta, flor, folha e caule de Amla (LIMA *et. al.*, 2006 apud OSTROSKY, 2008) nas concentrações de 5 mg, 10 mg, 20 mg, 40 mg e 50 mg/mL.

Discos de gentamicina (10 µg) e vancomicina (30 µg) foram utilizados como controle positivo para *E. coli* e *S. aureus*, respectivamente (Grazziotin e Seelig, 2014) e como controles negativos, DMSO a 10%, NaCl 0,9% e álcool.

As repetições e replicações tudo foram em triplicata. As placas foram incubadas a 37°C por 24 horas e após medidos os halos de inibição do crescimento microbiano utilizando paquímetro.

ANÁLISE DE DADOS

Os resultados encontrados nos testes antimicrobianos foram tabulados e submetidos a métodos não paramétricos, o teste de normalidade pelo Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade,

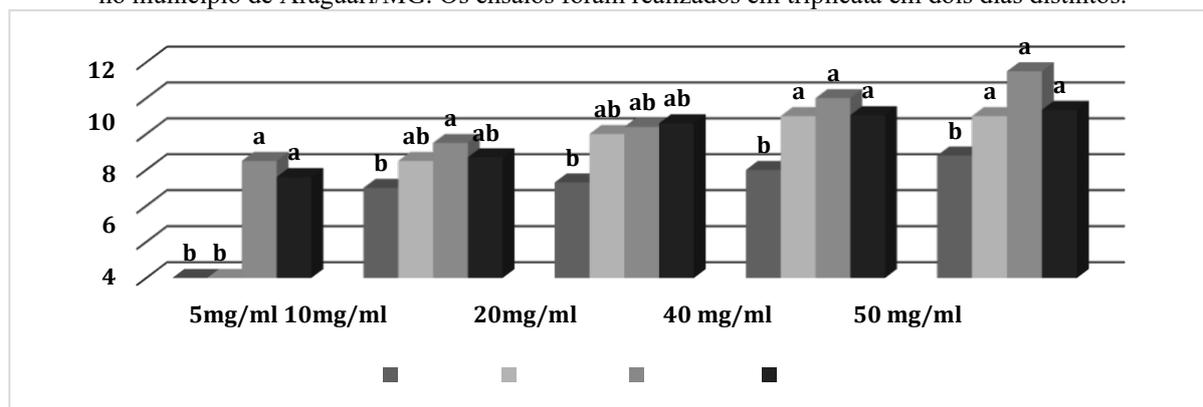
e após, as diferenças analisados pelos testes de Kruskal-Wallis, de Mann-Whitney e o teste de comparações múltiplas de Dunn para medianas significativas. Todas as avaliações foram realizadas a nível de 95% de probabilidade utilizando o programa Quest Graph™ IC50 Calculator (Quest Graph, 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade e o rendimento dos extratos permaneceram dentro do esperado quando comparado, ao rendimento de extratos de plantas obtidos por Antunes *et al.* (2015). O rendimento dos extratos de Amla foi de 39,56%, (3,960g de extrato seco – ES, a partir de 10,011g em frutos; 20,72%); 20,72% (2,076g de ES de 10,018g) em flores; 28,30% (2,845g de Es de 10,054g) em folhas e 15,89% (1,592g de ES de 10,022g) de caules, semelhantes aos obtidos por Martins (2008) que obteve rendimentos de $9,0 \pm 2,6\%$ a $22,7 \pm 3,2\%$.

Em relação aos resultados dos extratos metanólicos da Amla obtidos pela técnica de difusão em poço, verificou a eficácia do extrato como agente antibacteriano em ambas as bactérias estudadas, constatou-se uma maior inibição para a bactéria gram-positiva do que a para a gram-negativa. Os dados a seguir, gráficos 1 e 2, representam as medianas dos halos de inibição dos extratos metanólicos dos frutos, flores, folhas e caule da Amla (*Phyllanthus emblica*) contra *E. Coli* e *S. aureus*, nas concentrações de 5, 10, 20, 40 e 50 mg/ml, respectivamente. Nota-se que no gráfico 1 a distribuição dos valores entre os extratos metanólicos de Amla, frente a *E. Coli*, não apresentou, na concentração 5 mg/ml (frutos e flores) uma ação antimicrobiana, enquanto das folhas e caule mostraram um halo inibição, variando de 5,6 a 6,5 mm. Na concentração de 10mg/ml, as folhas (7,5mm) apresentaram melhores resultados quando comparado ao fruto, e em 20 mg/ml, os resultados variaram de 8,6mm a 8,0 mm do caule seguido por folhas e flores; o fruto apresentou um menor valor 5,3mm. Nas concentrações de 40 e 50 mg/ml, também seguiu a mesma ordem (caule, folhas e flores) variando de 11,5 mm a 9,0mm, e o fruto mais uma vez permaneceu com um halo de inibição menor de 6,0mm, apresentando uma diferença significativa.

Gráfico 1: Atividade antimicrobiana dos extratos metanólicos da *Amla* (*Phyllanthus emblica*). Halos de inibição em milímetros de diâmetros das partes botânicas (frutos, flores, folhas e caule) frente a *E. coli*, plantada no município de Araguari/MG. Os ensaios foram realizados em triplicata em dois dias distintos.

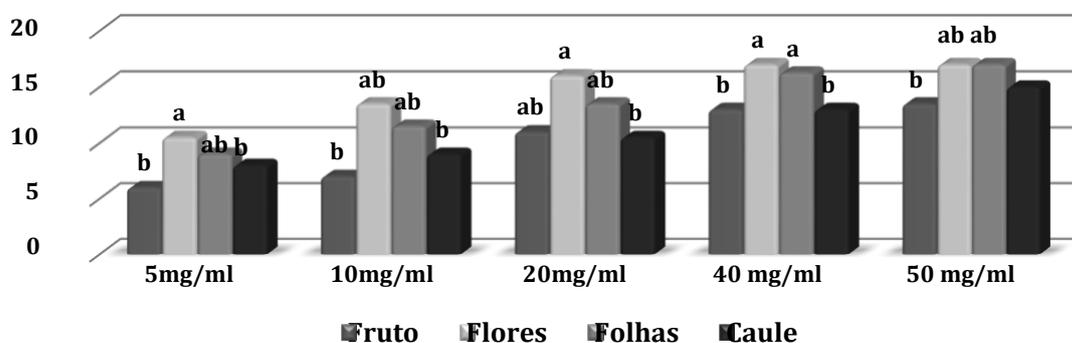


Fonte: Autoria própria, 2021.

O gráfico 2, extratos metanólicos de Amla, frente a *S. aureus*, nas concentrações de 5 e 10 mg/ml, os halos de inibição das flores apresentaram melhores resultados, seguido por folhas, caule e frutos. Verificou-se que os valores de inibição (13,5mm – 6mm) foram distintos quando comparado com a bactéria *E. coli*, sugerindo a ação específica dos metabólitos na parede bacteriana. Na concentração de 20 mg/ml, as flores apresentaram formação de halos com diâmetros 16mm apresentando diferença significativa em relação ao caule. Em 40 mg/ml, foram flores, seguido por folhas, seguido de resultados iguais do caule e frutos (13mm). Na concentração de 50mg/ml, foi suficiente para inibir o crescimento halos de 17mm a 13,5mm.

Os dados demonstraram melhores resultados de inibição antimicrobiana para os extratos das folhas em comparação com os extratos dos frutos nas duas bactérias testadas, diferente do que foi relatado na literatura. “O extrato de metanol da fruta amla foi considerado mais potente para *S. aureus*, *E. coli* e *K. pneumoniae* em comparação com o extrato metanólico extrato da folha.” (KHURANA *et al.*, 2019, p. 03, tradução nossa).

Gráfico 2: Atividade antimicrobiana dos extratos metanólicos da *Amla* (*Phyllanthus emblica*). Halos de inibição em milímetros de diâmetros das partes botânicas (frutos, flores, folhas e caule) frente a *S. aureus*, plantada no município de Araguari/MG. Os ensaios foram realizados em triplicata em dois dias distintos.



Fonte: Autoria própria, 2021.



A atividade antimicrobiana dos extratos metanólicos da Amla, (frutos, flores, folhas e caule) se mostrou maior para a bactéria gram-positiva na pesquisa. Segundo Khurana *et al.* (2019) a Amla pode ser mais eficaz contra bactérias gram-positivas do que gram-negativas, devido a diferenças na estrutura e composição da parede celular.

“Os principais metabólitos secundários com atividade antibacteriana descritos na literatura científica incluem: lectinas, polipeptídios, ácidos fenólicos, quinonas, flavonoides, alcaloides, terpenos e taninos” (SCALBERT, 1991; STERN *et al.*, 1996; DI STASI, 1996; ZHANG; LEWIS, 1997; MARWAN; NAGEL, 2006 apud PINTO, 2012, p. 22).

Khurana *et al.* (2019), dizem que a atividade antimicrobiana dos frutos de Amla ocorrem devido a compostos químicos como tanino, por exemplo, pode inibir enzimas microbianas extracelulares e privar substratos necessários para o crescimento microbiano ou agir diretamente no metabolismo microbiano através da inibição da fosforilação oxidativa.

A atividade antibacteriana da Amla é maior em bactérias gram-positivas. Segundo Singh, Moses e David (2019), a parede da bactéria gram-positiva é composta por mucopeptídeo e há uma pequena quantidade de ácido teicóico, esta parede unilateral e homogênea, enquanto a parede de gram-negativa é heterogênea e tem três camadas, e um conteúdo menor de mucopeptídeos. Devido a essa diferença da parede celular, os extratos são mais eficazes contra as bactérias gram-positivas.

Em estudos de Raghu e Ravindra (2010), a atividade antimicrobiana dos extratos metanólicos da Amla revelaram uma concentração mínima inibitória, de 0,261mg/ml para *Staphylococcus aureus* e 0,342 mg/ml para *Klebsiella pneumoniae*.

Patil *et al.* (2012), também observaram a ação antimicrobiana feita em tubos, e mostraram que o extrato em acetona da fruta Amla apresentou ação antibacteriana máxima para *E. Coli*, enquanto o metanol, extratos aquosos, mostrou atividade máxima para *S. aureus* e *K. pneumoniae*, respectivamente. Nas placas testadas, verifica-se a formação dos halos de inibição nas diferentes concentrações (50mg/ml, 40mg/ml, 20mg/ml, 10mg/ml, 5mg/ml) e extrato, para os controles negativos: Salina 0,9%, Álcool 70% e DMSO, verificou a não formação de halos, indicando que os solventes não interferiram nos resultados das atividades antimicrobianas das amostras testadas (Figura 2 e 3).

Os antibióticos utilizados como controles positivos gentamicina e vancomicina exibem teste sensibilidade > 15 mm. Ao comparar os extratos com o controle; os halos de inibição nas diferentes concentrações, não foram iguais ou maiores que 15 mm para a *E. Coli*. Já para *S. aureus*, nas concentrações de: 20 mg/ml (flores), 40 mg/ml (flores e folhas) e 50mg/ml (flores,folhas e caule), a inibição apresentou maior que 15 mm (Tabela 1). Sendo assim, a *S. aureus* apresentou sensibilidade aos extratos testados.

Os gráficos foram criados com o uso do programa Quest Graph™ IC50 Calculator (Quest Graph, 2021). Para os cálculos foi utilizada a equação logística:

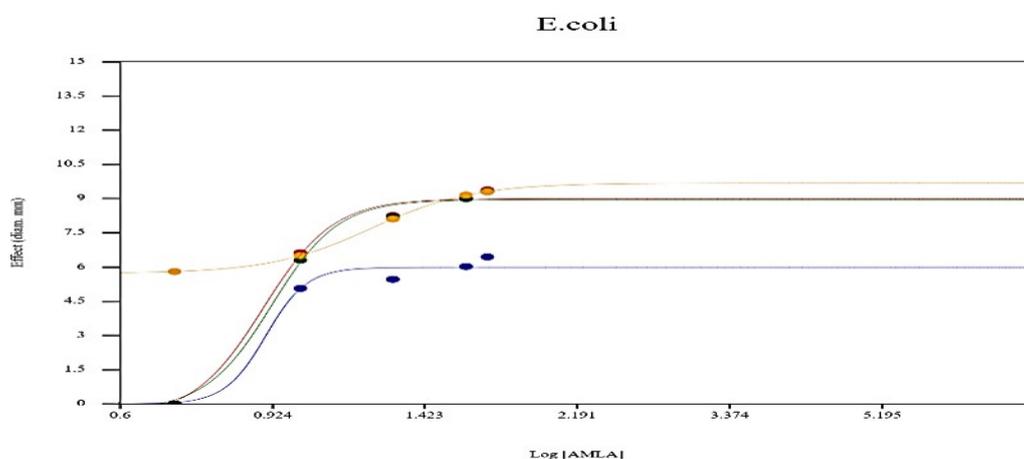
$$Max - Min$$

$$Y = Min +$$

$$1 + \left(\frac{x}{IC50}\right)^{Hill\ Coefficient}$$

$$IC50$$

Figura 1: IC 50 para *E. coli* nas diferentes concentrações de AMLA, expressas em log[] Azul- Fruto; Vermelho-Flor; Verde-Caule; Amarelo-Folha.



$$IC50\ Fruto = \text{Log } 0.9067 = 8.066776$$

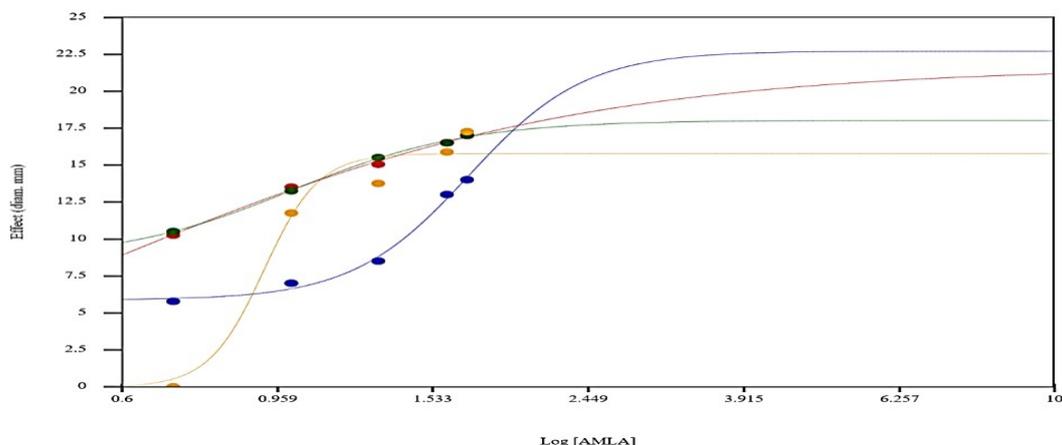
$$IC50\ Flor = \text{Log } 0.9003 = 7.948771$$

$$IC50\ Caule = \text{Log } 0.9225 = 8.365656$$

$$IC50\ Folha = \text{Log } 1.2244 = 16.76486$$

Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 1: IC 50 para *E. coli* nas diferentes concentrações de AMLA, expressas em log[] Azul-Fruto; Vermelho-Flor; Verde-Caule; Amarelo-Folha.
S.Aureus



IC50 Fruto = Log 1.7088 = 51.14463
 IC50 Flor = Log 0.5857 = 3.852122
 IC50 Caule = Log 1.0041 = 10.09485
 IC50 Folha = Log 0.9202 = 8.321469

Fonte: Autoria própria, 2021.

Tabela 1: Avaliação estatística dos diâmetros dos halos d inibição dos extratos de Amla (*Phyllanthus emblica*).

Dose	C.				Positivo*	P**
	Frutos	Flores	Folhas	Caule		
<i>E. coli</i>						
5	0c	0c	6.5b	5.6b	18a	<0.0001
10	5b	6.5b	7.5ab	6.75b	18a	<0.0001
20	5.3b	8ab	8.4ab	8.6ab	18a	<0.0001
40	6b	9ab	10ab	9.05ab	18a	<0.0001
50	6.8b	9b	11.5ab	9.35ab	18a	<0.0001
<i>S. aureus</i>						
5	6b	10.5ab	9b	8b	21a	<0.0001
10	7b	13.5ab	11.5b	9b	21a	<0.0001
20	11b	16ab	13.5ab	10.5b	21a	<0.0001
40	13b	17ab	16.25a	13b	21a	<0.0001
50	13.5b	17ab	17ab	15b	21a	0.0003

*Controle positivo = *E. coli* Gentamicina *S. aureus* Vancomicina **Significativo ao teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade. Medianas seguidas por letras diferentes nas linhas são estatisticamente diferentes pelo teste de Dunn a 5% de probabilidade.

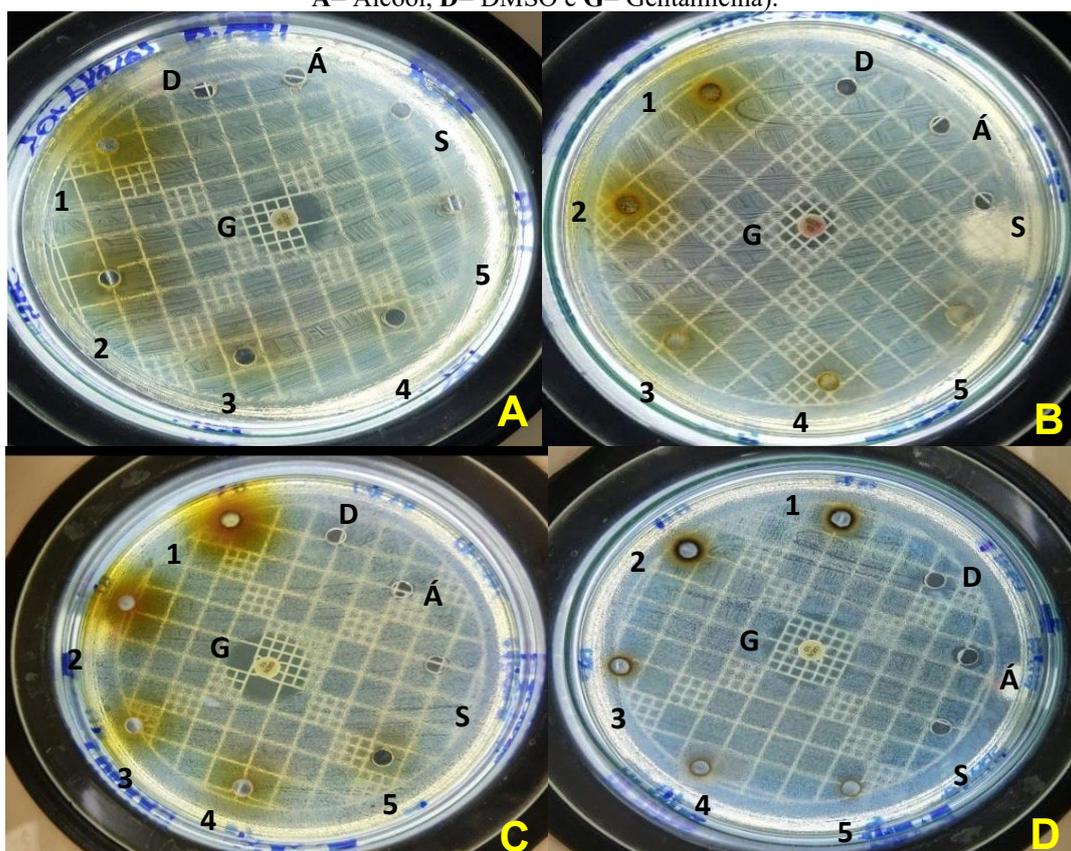
Fonte: Autoria própria, 2021.

Nas placas de *E. coli*, o extrato das folhas (figura 2 C), em comparação com os demais extratos, apresentou uma maior inibição - halo 1 (50mg/ml) seguido pelo halo 2 (40 mg/ml). Ao comparar os extratos das flores e caule (figura 2 B e D), verificou que não houve diferença significativa (Tabela 1); entretanto entre os extratos (frutos, flores, folhas e caule); o fruto (figura 2 A), apresentou uma pequena inibição quando comparado ao halo 5 (5mg/ml) o qual não teve inibição, semelhante ao dos extratos das flores (figura 2 B).

Nas placas de *S. aureus*, os extratos flores e folhas (Figura 3 B e C) apresentaram maior efeito inibitório que os demais, e já nas concentrações de 50mg/ml, os dois extratos exibiram resultados iguais. Nas demais concentrações, o extrato das flores apresentou melhores resultados que o extrato das folhas (Tabela 1).

Ao comparar as placas de *E. coli* e *S. aureus*, foi possível verificar a dimensão dos halos de inibição maiores e mais notáveis nas placas de *S. aureus* (Figura 2 e 3).

Figura 2: Halos de Inibição das partes botânicas de (*Phyllanthus emblica*) contra (*E. coli*). A- Frutos. B- Flores. C- Folhas. D- Caule. (1= 50mg/ml, 2= 40mg/ml, 3=20mg/ml, 4=10mg/ml, 5= 5mg/ml, S= Salina 0,9%, Á= Alcool, D= DMSO e G= Gentamicina).



Fonte: Autoria própria, 2021.

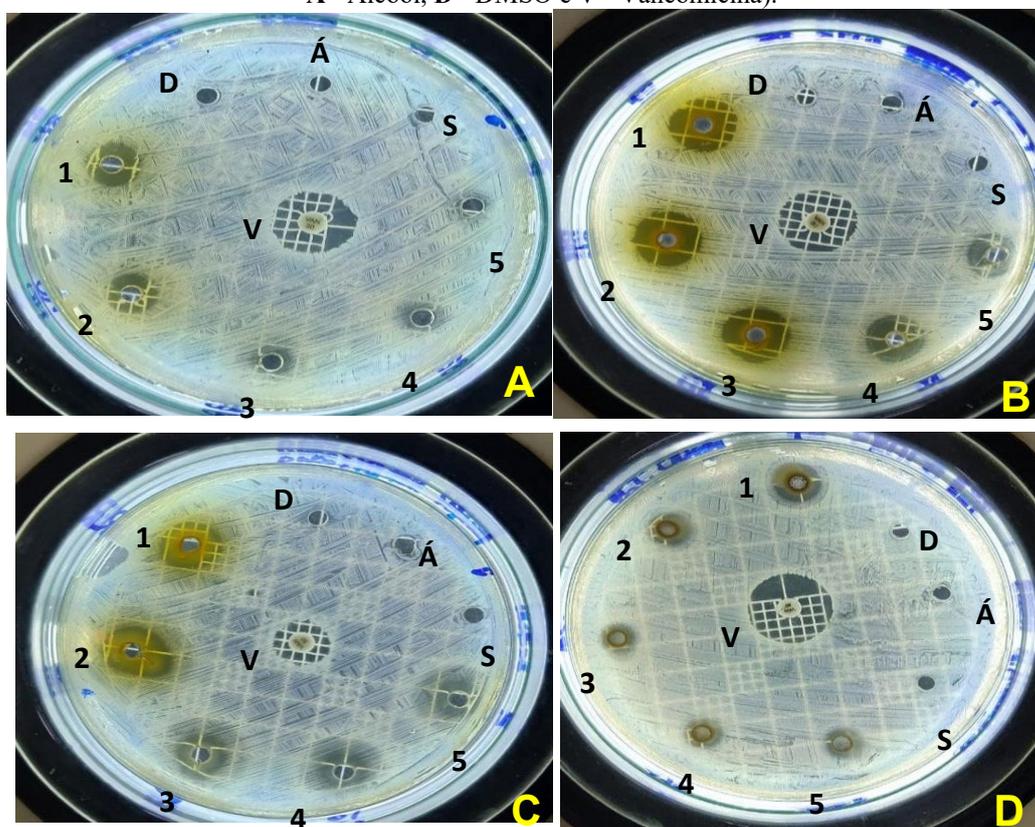
Ao comparar os dados obtidos no presente trabalho, extrato do fruto da Amla contra bactérias *E. coli* e *S. aureus*, com os resultados de artigos do continente asiático utilizando os mesmos extratos, demonstramos a importância do nosso estudo frente aos extratos obtidos na região do Triângulo mineiro.

Liu *et al.* (2009) analisaram a atividade antimicrobiana de extratos metanólicos do fruto da Amla da China em concentrações de 5 mg e 10 mg/ml em DMSO, respectivamente. Para *E. coli*, não apresentaram inibição, ao contrário da nossa pesquisa, que constatou, na concentração de 10 mg/ml, a média do halo de inibição 5mm. Em relação a *S. aureus*, tanto a concentração 5

mg/ml quanto a de 10 mg/ ml, apresentaram atividades significativas, assim como Liu *et al.* (2009) os resultados foram efetivos como agentes antimicrobianos.

No estudo de Kumar *et al.* (2011) utilizando extratos metanólicos do fruto de Amla, presente nos mercados da Índia, verificou ação antimicrobiana frente a *E. coli* e *S. aureus*, nas concentrações de 1:2 e 1:5. Ao comparar nossos resultados (média de inibição) com essas duas concentrações (1:2 e 1:5), permitiu verificar diferenças significativas, para a *E. coli* os autores acharam dados elevados comparado aos demonstrados pelo nosso estudo e já para a *S. aureus* foram inferiores. Porém, essas diferenças encontradas são possivelmente compreendidas devido a utilização de frutos frescos, no estudo citado.

Figura 3: Halos de Inibição das partes botânicas de (*Phyllanthus emblica*) contra (*S. aureus*). A- Frutos. B- Flores. C- Folhas. D- Caule. (1= 50mg/ml, 2= 40mg/ml, 3=20mg/ml, 4=10mg/ml, 5= 5mg/ml, S= Salina 0,9%, Á= Alcool, D= DMSO e V= Vancomicina).



Fonte: Autoria própria, 2021.

As mudanças na síntese de metabólitos secundários e a suas concentrações, tem uma intrínseca interação química da planta com o ambiente o qual se encontra, portanto, a síntese de metabólitos pode ser afetada pelas condições ambientais (MARTINS, 2012).

Em estudos de Regnault-Roger e Hamraoui (1995), Isman (2000), Gobbo-Neto e Lopes (2007 apud BARBOSA, 2015), existem inúmeros fatores que influenciam na produção de metabólitos secundários nas diferentes partes das plantas medicinais, como: sazonalidade, ritmo



circadiano, desenvolvimento, temperatura, disponibilidade hídrica, radiação ultravioleta, micro e macro nutrientes, altitude, poluição atmosférica, indução por estímulos mecânicos ou ataque de patógenos.

Segundo Fitriansyah (2018) a atividade biológica e os metabólitos podem ser influenciados pelo ambiente e pela associação dos microrganismos na fisiologia vegetal, como também a maturidade da planta, pode ser um fator para a diversidade e quantidade de compostos químicos. As estações do ano podem influenciar algumas espécies de plantas a aumentarem o teor de princípios ativos, como na primavera que o teor de flavonoides é maior (JÁCOME *et al.*, 2004 apud BOCHNER *et al.*, 2012).

CONCLUSÕES

Considerando os resultados obtidos, a Amla tem potencial antibacteriano, sendo útil no desenvolvimento de medicamentos e alternativas complementares ao tratamento antimicrobiano, principalmente para as bactérias gram-positivas que teve o maior resultado de inibição do que para gram-negativas. Entretanto, é algo a se avaliar pois, ambas mostraram inibição. Na cepa de *E. coli* o halo de inibição do extrato das folhas apresentou uma melhor atividade, seguido do caule, flores e frutos. Na *S. aureus* o halo de inibição mostrou ser mais eficaz nos extratos das flores, seguido por folhas, (exceto na concentração de 50 mg/ml que os halos se apresentaram iguais), posteriormente por caule e frutos. Devido a satisfatória atividade de inibição das flores, caule e folhas, que são ainda partes botânicas pouco estudadas, com afirma Chaphalkar *et al.* (2017), são necessárias novas pesquisas para investigar detalhadamente seus compostos químicos e o potencial antimicrobiano.

Portanto, conclui-se que a Amla (*Phyllanthus emblica*) mostrou atividade relevante na ação antimicrobiana em todas as partes botânicas, podendo trazer benefícios futuros para saúde, contribuindo no combate ao problema da resistência bacteriana, que cada vez mais se torna mais preocupante na atualidade. É importante ressaltar que devido ser extratos de plantas, ela poderá causar poucas reações adversas quando comparado como um medicamento industrializado, sugerindo assim, uma vantagem no tratamento com antimicrobiana.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, J. C. L.; SANTOS, D. V.; PRINCE, P M. A.; LACERDA, G. A. **Rendimento e avaliação antimicrobiana de extratos de três espécies de Solanaceae no norte mineiro.** Revista Bionorte, v. 4, n. 1, p. 26-34, fev. 2015. Disponível em: http://revistabionorte.com.br/artigo_no=a24.pdf. Acesso em: 20 fev. 2021.

ARRAIS, L. G.; LYRA, H. F. S.; BATISTA, D. C. A.; COUTINHO, F. N.; SARAIVA, A. M.; PEREIRA, R. C. A.; PISCIOTTANO, M. N. C.; XAVIER, H. S.; MELO, S. J. **Atividade**

antimicrobiana dos extratos metanólicos da raiz, caule e folhas de Croton pulegioides Baill. (Zabelê). Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 16, n. 2, p. 316-322, fev. 2014. Supl. I. DOI: 10.1590/1983-084X/12_033. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/gzB67RmFFBzR7mtKqNTBCFv/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 30 out. 2020.

BARBOSA, E. A. S. **Efeitos de extratos de Casearia javitensis Kunth (Salicaceae) sobre Sitophilus zeamais Motschulsky (Coleoptera, Curculionidae).** Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, 2015. Disponível em: <https://bdtd.inpa.gov.br/handle/tede/1973#preview-link0>. Acesso em: 03 dez. 2020.

BHANDARI, P. R.; KAMDOD, M. A. **Emblica officinalis (Amla): A review of potential therapeutic applications.** International Journal of Green Pharmacy, Índia, v. 6, n. 4, p. 257-269, out.-dez. 2012. DOI: 10.4103/0973-8258.108204. Disponível em: <https://www.greenpharmacy.info/index.php/ijgp/article/view/247>. Acesso em: 18 mar. 2021.

BOCHNER, R.; FISZON, T. J.; ASSIS, M. A.; AVELAR, K.E.S. **Problemas associados a uso de plantas medicinais comercializadas no Mercado de Madureira, município do Rio de Janeiro, Brasil.** Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Botucatu-SP, v. 14, n. 3, p. 537- 547, maio 2012. DOI: 10.1590/S1516-05722012000300017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/58Ms9YGwv5bBjVk5v7GQrNn/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 jun. 2021.

CARVALHO, A. A. T.; SAMPAIO, M. C. C.; SAMPAIO, F. C.; MELO, A. F. M.; SENA, K.

X. F. R.; CHIAPPETA, A. A.; HIGINO, J. S. **Atividade Antimicrobiana in vitro de Extratos Hidroalcoólicos de Psidium guajava L. sobre Bactérias Gram-Negativas.** Acta Farm. Bonaerense, Buenos Aires, v. 21, n° 4, p. 255-258, set. 2002. ISSN: 0326-2383. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/6550&ved=2ahUKEwizopBzZ2fj4AhUBBbk>. Acesso em: 20 jul. 2021.

CHAPHALKAR, R.; APTE, K. G.; TALEKAR, Y.; OJHA, S. K.; NANDAVE, M. **Antioxidants of Phyllanthus emblica L. Bark Extract Provide Hepatoprotection against Ethanol-Induced Hepatic Damage: a comparison with silymarin.** Oxidative Medicine And Cellular Longevity, [S.L.], v. 2017, p. 1-10, 2017. DOI: 10.1155/2017/3876040. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/omcl/2017/3876040/>. Acesso em: 02 nov. 2020.

DEVEZA, A. C. R. S. **Ayurveda – A medicina clássica indiana.** Revista de Medicina, São Paulo-SP, v. 92, n. 3, p. 156-165, jul.-set. 2013. DOI: 10.11606/issn.1679-9836.v92i3p156-165. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revistadc/article/download/79996/83916/110440>. Acesso em: 18 mar. 2021.

FITRIANSYAH, S. N.; LIA D. L.; YESSI F.; SAPITRI E. **Correlation of total phenolic, flavonoid and carotenoid content of Phyllanthus emblica from Bandung extract with DPPH scavenging activities.** Pharmacognosy Journal, Indonesia, v. 10, ed. 3, p. 447-452, jun. 2018. DOI: 10.5530/pj.2018.3.73. Disponível em: <https://www.phcogj.com/article/578>. Acesso em 02 nov. 2020.

GAIRE, B. P.; SUBEDI, L. **Phytochemistry, pharmacology and medicinal properties of Phyllanthus emblica Linn.** Chinese Journal Integrative Medicine, China, p.1-08, dez. 2014. DOI: 10.1007/s11655-014-1984-2. Acesso em: 19 nov. 2020.

JAIN, I.; JAIN, P.; BISHT, D.; SHARMA, A.; SRIVASTAVA, B.; GUPTA, N. **Use of traditional Indian plants in the inhibition of caries-causing bacteria - Streptococcus mutans.** Brazilian Dental Journal, Índia, v. 26, n. 2, p. 110-115, abr. 2015. DOI: 10.1590/0103-6440201300102.

LIMA, M. F. P.; BORGES, M. A.; PARENTE, R. S.; VICTÓRIA JÚNIOR, R. C.; OLIVEIRA, M. E. **Staphylococcus aureus e as infecções hospitalares – revisão de literatura.** Revista UNINGÁ Review, Ipatinga-MG, v. 21, n. 1, p. 32-39, mar. 2015. ISSN 2178-2571. Disponível em: https://www.mastereditora.com.br/periodico/20150101_115618.pdf. Acesso em: 28 nov. 2020.

LIU, X.; ZHAO, M.; WANG, J.; LUO, W. **Embllica antimicrobial and antioxidant activity extracts obtained by supercritical carbon dioxide methanol extraction and extraction.** Journal of food Biochemistry, ed. 3, China, v. 33, jun. 2009. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1745-4514.2009.00220.x>. Acesso em: 30 out. 2020.

KHURANA, S. K.; TIWARI, R.; SHARUN, K.; YATOO, M. I.; GUGJOO, M. B.; DHAMA, K. **Embllica officinalis (amla) with a particular focus on its antimicrobial potentials: a review.** Journal of Pure Applied Microbiology, Índia, v. 13, n. 4, p. 1995-2012, dez. 2019. DOI: 10.22207/JPAM.13.4. Disponível em: <https://microbiologyjournal.org/embllica-officinalis-amla-with-a-particular-focus-on-its-antimicrobial-potentials-a-review/>. Acesso em: 30 out. 2020.

KUMAR, A.; TANTRY, B. A.; RAHIMAN, S.; GUPTA, U. **Comparative study of antimicrobial activity and phytochemical analysis of methanolic and aqueous extracts of the fruit of emblica officinalis against pathogenic bacteria.** Journal of Traditional Chinese Medicine, Índia, v. 31, n. 3, p. 246-50, set. 2011. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.researchgate.net/publication/51704762_Comparative_Study_of_A. Acesso em: 21 jun. 2021

MARTINS, F. M. M. **Estudo da influência de fatores ambientais na composição química e atividades biológicas de Xylopiia sericea St. Hill.** 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Biodiversidade Tropical, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus-ES, 2012. Disponível em: https://repositorio.ufes.br/bitstream/10/5209/1/tese_5360_F1%C3%A1via%20M%20Macedo%20Martins_Disserta%C3%A7%C3%A3o%20de%20Mestrado.p%20df. Acesso em: 21 jun. 2021.

MARTINS, L. R. R. **Perfil cromatográfico e análise multivariada para o controle de qualidade de amostras comerciais do gênero *Phyllanthus* (Quebra-pedra)**. 2008. 154 f. Tese (Doutorado em Ciências, área de concentração: Química Orgânica) - Universidade Federal de São Carlos Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia Departamento de Química Programa De Pós-graduação em Química, São Carlos-SP, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/6137/2186.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 22 jun. 2021.

OSTROSKY, E. A.; MIZUMOTO, M. K.; LIMA, M. E. L.; KANEKO, T. M.; NISHIKAWA, S. O.; FREITAS, B. R. **Métodos para avaliação da atividade antimicrobiana e determinação da Concentração Mínima Inibitória (CMI) de plantas medicinais**. Revista Brasileira de Farmacognosia, São Paulo-SP, v. 16, n. 2, p. 301-307, jun. 2008. DOI: 10.1590/s0102-695x2008000200026.

PATIL, S. G.; DESHMUKH, A. A.; PADOL, A. R.; KALE, D. **In vitro antibacterial activity of *Emblica officinalis* fruit extract per tube Method of dilution**. International Journal Toxicology Applied Pharmacology, v. 2, n. 4, p. 49-51, nov. 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/236022505_In_vitro_antibacterial_a. Acesso em: 19 jun. 2021.

PINTO, P. M. **Atividade antibacteriana das espécies *Paullinia cupana kunth.* e *Ptychopetalum olacoides bentham.*** 2012. 100 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Amazonas, UFAM, Manaus -MA, 2012. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/2233/1/priscila%20moreira.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2021.

RAGHU, H. S.; RAVINDRA, P. **Antimicrobial Activity and Phytochemical study of *Phyllanthus Emblica linn.*** International Journal of Pharmaceutical Studies and Research, Índia, v. 1, ed. 1, p. 30-33, jul.-set. 2010. E-ISSN: 2229-4619. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.technicaljournalsonline.com/ijpsr/VOL%2520I/IJPSR%2520VOL%2520I%2520ISSUE%2520I%2520JULY%2520SEPTEMBER%25202010/IJPSR%2520VOL%2520I%2520ISSUE%2520I%2520Article%25205205.pdf&ved=2ahUKEwif3pibjsLyAhVGILkGHeShBywQFnoECCEQAQ&usg=AOvVaw0Wm3CVafnSgxr5Ef8foK9N>. Acesso em: 19 jun. 2021.

RODRIGUES, T. S.; GUIMARÃES, S. F.; RODRIGUES-DAS-DÔRES, R. G.; GABRIEL, J. V. **Métodos de secagem e rendimento dos extratos de folhas de *Plectranthus barbatus*(boldo-da-terra) e *P. ornatus* (boldo-miúdo)**. Revista Brasileira Plantas Mediciniais, Botucatu-SP, v. 13, p. 587-590, dez. 2011.

SEELIG, A. P.; GRAZZIOTIN, N. A. **Avaliação da atividade antibacteriana de extratos aquosos de Inflorescências de *achyrocline satureioides* de três marcas comerciais**. Perspectiva, Erechim, [S.L.], v. 38, n. 141, p. 89-98, mar. 2014. Disponível em: https://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/141_394.pdf. Acesso em: 19 jun. 2021.

SHARMA, S.; BHAROSE, R.; AGARAWAL, S.; PAL, K. **Antibacterial against different Amla selective mic extractions**. International Journal of Pharma Professional's Research, Índia, v. 3, n. 3, p. 587-591, jul.-set. 2012. Disponível em: <http://ijppronline.in/index.php/IJPPR/article/view/173>. Acesso em: 29/04/2021.

SILVA, R. A.; OLIVEIRA B. N. L.; SILVA, L. P. A.; OLIVEIRA, M. A.; CHAVES, G. C. **Resistência a Antimicrobianos: a formulação da resposta no âmbito da saúde global.** Saúde Debate, Rio de Janeiro, v. 44, n. 126, p. 607-623, jul.- set. 2020. DOI: 10.1590/0103-1104202012602. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/8sybmgm7ZxDmzF8stXfY9KS/?lang=pt>. Acesso em: 20 jul. 2021.

SINGH, S. N.; MOSES, A. S.; DAVID, A. D. M. **Antimicrobial Activity of Emblica officinalis extracts against selected bacterial pathogens.** UGC Approved Journal, Índia, v. 9, n. 1, jan. 2019. ISSN 2249-3352. Disponível em: <http://www.pragatipublication.com/assets/uploads/doc/c7529-325-330.16210.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2021.

TALWAR, G. P.; DAR, S. A.; RAI, M. K.; REDDY, K. V.; MITRA, D.; KULKARNI, S. V.; DONCEL, G. F.; BUCK, C. B.; SCHILLER, J. T.; MURALIDHAR, S.; BALA, M.; AGRAWAL, S. S.; BANSAL, K.; VERMA, J. K. **A new Polyherbal Microbicide with an inhibitory effect on bacterial, fungal and viral genital pathogens.** International Journal of Antimicrobial Agents, [S.L.], v. 32, ed. 2, p. 80-185, mar. 2008. DOI: 10.1016/j.ijantimicag.2008.03.004. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.fagron.co.za/wp-content/uploads/2015/05/A-novel-polyherbal-microbicide-with-inhibitory-ettect-on-bacterial-etc.pdf&ved=2ahUKEwiej8eYjcLyAhXIHrkGHaGAASoQFnoECAoQAQ&usq=AOvVaw19bOxqrDmgZUcrH9zIJn9O&cshid=1629548627822>. Acesso em: 19 jun. 2021.

SCOTT TREADWAY, S. PH. D. **Exploring the Universe of Ayurvedic Botanicals to Manage Bacterial Infections.** Clinical Nutrition Insights, v. 6, n. 17, p. 01-03, set. 1998. Disponível em: https://acudoc.com/ayurvedic_bacterial_fighting.PDF. Acesso em: 13 jun. 2021.

CAPÍTULO 18

AGRICULTURA URBANA E RESISTÊNCIA: HORTA PEDAGÓGICA COMO INSTRUMENTO DE TRANSFORMAÇÃO SOCIAL

Luciano Majolo

RESUMO

A educação ambiental se mostra cada vez mais como uma ferramenta fundamental para a transformação da sociedade em busca da sustentabilidade. A agroecologia é uma ciência que busca em seus princípios mais do que simplesmente tratar da produção ecologicamente responsável de alimentos, mas constituir-se de um campo do conhecimento científico que, partindo de um enfoque holístico e de uma abordagem sistêmica, contribua para que as sociedades possam redirecionar o curso alterado da coevolução social e ecológica, nas suas mais diferentes inter-relações e mútua influência. As hortas pedagógicas estão inseridas no contexto da agricultura urbana e se apresentam como eficientes meios para o desenvolvimento da educação ambiental. Diagnosticar a saúde do solo de um agroecossistema é o princípio básico para se iniciar uma atividade agrícola. O experimento foi realizado no Instituto Jaladuta, localizado no município de Campina Grande-PB. Inicialmente foram estabelecidos os indicadores principais de análise e diagnóstico qualitativo da saúde dos solos e posteriormente determinados 3 subsistemas que irão compor a horta pedagógica. Para cada subsistema foram analisados 6 indicadores adaptados da metodologia de Teste Rápido de Campo (TRC) e a Cromatografia Circular de Pfeiffer (CCP). Os resultados encontrados indicaram uma qualidade intermediária para os solos dos três subsistemas, podendo-se determinar uma gradação para o TRC e CCP de Pomar 1 > Canteiro > Pomar 2. Concluiu-se que os indicadores que apresentaram resultados baixos, servirão para indicar as intervenções agroecológicas necessárias a fim de corrigir deficiências do solo, em vista de se obter uma qualidade ideal para o cultivo das diferentes culturas pretendidas.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade; Agroecologia; Agricultura Urbana; Hortas pedagógicas; Indicadores.

INTRODUÇÃO

O século XXI chegou trazendo consigo um grande dilema. Ao mesmo tempo em que a ciência avançou, permitindo saltos tecnológicos surpreendentes que melhoraram muito a qualidade de vida da sociedade, surgiram problemas ecológicos que colocaram em xeque os modelos de desenvolvimento adotados mundialmente.

Já na década de 70 os representantes de mais de 113 países e 400 organizações governamentais e não governamentais se reuniram na chamada Conferência de Estocolmo, dando início aos debates sobre o que mais tarde viria a ser conhecido como Desenvolvimento Sustentável (PASSOS, 2009).



Esse novo modelo de desenvolvimento trazia agora preocupações que transcendiam os interesses econômicos dos países, dando visibilidade também aos aspectos sociais e ambientais das nações. A essa conferência seguiram outras várias como o Relatório de Brundtland (1987), Cúpula da Terra (1992), Protocolo de Kyoto (1997), Cúpula do Milênio (2000), Rio+10 (2002), Rio+20 (2012) encerrando com a Cúpula de Desenvolvimento Sustentável, ocorrida no ano de 2015 em Nova York. Nesta cúpula foi definida a Agenda 2030, com os seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Esta agenda foi assinada por mais de 193 países e determinou uma nova ordem mundial pautada pelos 17 ODS e suas 168 metas a serem atingidas até o ano de 2030 (ONU, 2020).

Dentro destes objetivos encontramos alguns que vamos destacar: 11.6 - Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros; 12.2 - Até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais; 12.4 - Até 2020, alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes, de acordo com os marcos internacionais acordados, e reduzir significativamente a liberação destes para o ar, água e solo, para minimizar seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente; 12.5 - Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso; 12.8 - Até 2030, garantir que as pessoas, em todos os lugares, tenham informação relevante e conscientização para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida em harmonia com a natureza; 13.3 - Melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima (CANELLAS, 2020).

Desde o final do ano de 2019 o mundo enfrenta a nova realidade da Covid-19, uma pandemia causada pelo coronavírus (SARS-CoV-2) que está gerando uma crise econômica e social internacional sem precedentes (FREITAS *et al.*, 2020). Apesar de todo o avanço tecnológico contemporâneo, mesmo as nações mais avançadas do dito “primeiro mundo”, se viram impotentes frente à disseminação da pandemia e sua conseqüente crise. Novas reflexões surgem e os questionamentos a respeito dos modelos de desenvolvimento adotados mundialmente recebem mais atenção e importância. O tema da sustentabilidade se torna cada vez mais pertinente e as preocupações em relação ao meio ambiente ganham cada vez mais evidência (MACHADO; RICHTER, 2020).



A crescente preocupação com a sustentabilidade das formas de produção e consumo dos alimentos aponta para um caminho onde a ética na relação entre homem e natureza deve estar em evidência (CAPORAL, 2011).

A agroecologia surge assim como um paradigma de produção agrícola que fornece os princípios ecológicos básicos para o estudo e tratamento de ecossistemas tanto produtivos quanto preservadores dos recursos naturais, sendo culturalmente sensíveis, socialmente justos e economicamente viáveis (ALTIERE, 2012).

Dentre as diversas perspectivas e modelos agroecológicos de produção, a agricultura urbana compreende o exercício de diversas atividades relacionadas à produção de alimentos e conservação dos recursos naturais dentro dos centros urbanos, surgindo como estratégia efetiva de fornecimento de alimentos, de geração de empregos, além de contribuir para a segurança alimentar e melhoria da nutrição dos habitantes das cidades (MACHADO; MACHADO, 2002).

As hortas pedagógicas estão inseridas no contexto da agricultura urbana e se apresentam como eficientes meios para o desenvolvimento da educação ambiental. Segundo Cruz *et al.* (2021), diversas pesquisas veem sendo desenvolvidas no Brasil vinculando a agricultura urbana com a prática pedagógica, promovendo uma educação ambiental de forma crítica, inovadora, participativa e que reflete em mudanças na forma de pensar e agir dos agentes sociais envolvidos, proporcionando aumento de conhecimentos, mudanças de valores e atitudes, e uma maior interação com o meio ambiente.

A educação ambiental por meio de hortas pedagógicas contribui para a formação de uma consciência de respeito à natureza e quanto à necessidade de preservação do meio-ambiente. Trabalhos realizados em uma horta exercitam a criatividade e levam à compreensão de que solidariedade e respeito são posturas essenciais para o trabalho em grupo e para a construção do senso de responsabilidade das práticas do cuidar e da cooperação (CRIBB, 2018).

Diagnosticar a saúde do solo de um agroecossistema é o princípio básico para se iniciar uma atividade agrícola. Segundo Primavesi (2016), o solo é um organismo vivo e, portanto, traz em si uma estreita relação entre suas propriedades físicas, químicas e biológicas de maneira sinérgica e dinâmica, não sendo possível compreender seus fatores de forma isolada. A avaliação da qualidade dos solos é uma ferramenta muito importante para mensurar e observar o nível de sustentabilidade dos agroecossistemas e permitir reflexões acerca de seu manejo e conservação. Para mensurarmos a qualidade de um solo, podemos fazer uso de índices com auxílio de técnicas multivariadas como a análise de ACP (Análise de Componentes Principais)



e a Cromatografia Circular de Pfeiffer, que permitem identificar os atributos mais relevantes os quais podem ser padronizadas com pontuações (MELO, 2020). Estes indicadores são vantajosos porque: são fáceis de usar pelos agricultores; são relativamente precisos e fáceis de interpretar; são práticos para tomar novas decisões de gestão; são sensíveis o suficiente para refletir o ambiente sobre mudanças e sobre os efeitos das práticas de gestão sobre o solo e a colheita; possuem a capacidade de integrar propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; eles podem se relacionar com processos ecossistêmicos, por exemplo, o relação entre diversidade de plantas e população de pragas e quanto à estabilidade e/ou incidência da doença (ALTIERE, 2012).

Dessa forma o objetivo deste trabalho foi diagnosticar, utilizando-se de indicadores do Teste Rápido de Campo (TRC) de saúde do solo e da Cromatografia Circular de Pfeiffer (CCP), a qualidade do solo de um agroecossistema urbano que funcionará como uma horta pedagógica no município de Campina Grande-PB.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Instituto Jaladuta, localizado no município de Campina Grande-PB. Inicialmente foram estabelecidos os indicadores principais de análise e diagnóstico qualitativo da saúde dos solos e posteriormente determinados 3 subsistemas que irão compor a horta pedagógica. Para cada subsistema foram analisados 6 indicadores adaptados da metodologia de Teste Rápido de Campo (NICHOLLS *et al.*, 2004) e a Cromatografia Circular de Pfeiffer (CCP) (Pinheiro, 2015). Foram realizadas coletas simples de solos da camada de 0 à 20 cm dos três subsistemas para posterior análise. Os três subsistemas foram definidos como: a) Pomar 1; b) Pomar 2; e c) Canteiros de horta. As análises de indicadores qualitativos e de CCP foram submetidas a uma avaliação individual em uma escala de 1 (muito baixo) 2 (baixo), 3 (médio), 4 (alto) e 5 (muito alto) (NICHOLLS *et al.*, 2015; MIRANDA *et al.*, 2018).

Para a realização do Teste Rápido de Campo (TRP) foram utilizadas seis variáveis com critérios relativos pré-definidos: estrutura, avaliada a partir de amostras simples de cada área, observando a estrutura física de suas partículas e agregados. Com a pressão da mão, observou-se se os solos se degradavam com facilidade, se possuíam uma mínima estrutura granular de suas partículas resistindo a certa pressão, ou se eram bem estruturados mantendo sua forma após leve pressão (NICHOLLS *et al.*, 2004; PRIMAVESI, 2016); compactação, realizado a partir da penetração vertical no solo de um arame galvanizado em diferentes pontos nas áreas. Registraram-se os níveis de sua penetração, onde o solo é compactado, o arame encurva-se

facilmente; onde apresenta fina camada compactada, o arame encontra alguma restrição à penetração; e quando o solo é sem compactação, o arame é todo penetrado (NICHOLLS *et al.*, 2004); cor, odor e matéria orgânica, avaliado visualizando-se à olho nu, os três atributos dos solos, onde o primeiro valor menos desejável remete a um solo pálido, com odor indesejável e ausência de húmus, em seguida um solo de cor marrom claro, sem odor e modesta presença de húmus, e com cor marrom escuro, odor de matéria fresca e abundante presença de húmus; cobertura do solo, observando-se a condição atual da cobertura viva ou morta dos solos das áreas, tendo como parâmetro não desejável o solo exposto (menos de 50%) e mais de 50% do solo coberto por resíduos ou cobertura viva (NICHOLLS *et al.*, 2004); presença de invertebrados, realizado por meio da observação da ausência ou presença abundante de atividade de organismos invertebrados (minhocas e artrópodes) (NICHOLLS *et al.*, 2004); enraizamento, realizado através da observação do desenvolvimento radicular das plantas existentes nos subsistemas (PRIMAVESI, 2016).

O teste de CCP foi realizado no Laboratório de Solos do Instituto Nacional do Semiárido (INSA). Para do preparo das amostras de solos foram peneiradas e pesadas 5g e solubilizadas no extrator de hidróxido de sódio (NaOH) a 1%, repousando por seis horas. Utilizou-se o papel-filtro circular Jprolab® 41 faixa preta de 15 cm, no qual foi realizado uma impregnação com substância foto reativa de nitrato de prata (AgNO₃) a 0,5% e postas para secar no escuro durante 6h. Em seguida, coletou-se o sobrenadante de cada amostra e foram postas em contato com o papel-filtro impregnado, sendo separadas por capilaridade as frações do extrato do solo, formando assim a figura cromatográfica (PINHEIRO, 2015). Para analisar os resultados, foi criada uma escala cromatográfica levando-se em consideração cinco aspectos para determinar a fertilidade e a saúde do solo: cor geral do cromatograma; forma e cor da zona central, forma e complexidade das formações radiais; interação entre as principais zonas formadas no cromatograma, forma e características relacionadas a zona externa e suas terminações (KOKORNACZYK *et al.*, 2017; PILON *et al.*, 2018; MIRANDA *et al.*, 2018; RIVERA e PINHEIRO, 2011). Para representar os resultados foi adotada uma escala de 1 a 5, onde 1 (muito baixo) 2 (baixo), 3 (médio), 4 (alto) e 5 (muito alto). Para realizar as análises da interpretação dos cromatogramas foram considerados os procedimentos e critérios usados por Rivera e Pinheiro (2011) e Pinheiro (2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

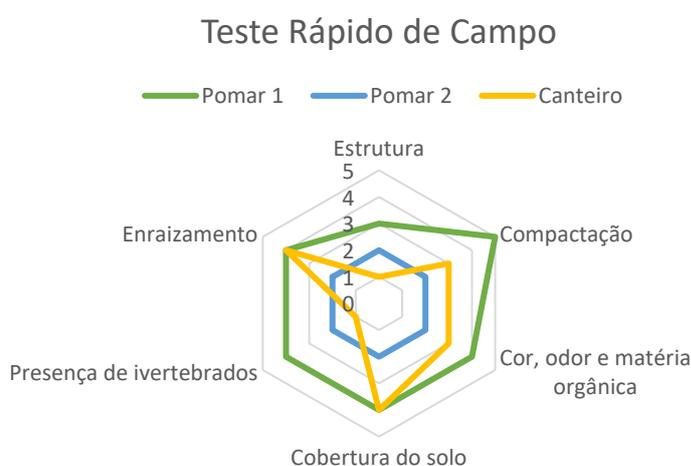
Os resultados obtidos para os indicadores do Teste Rápido de Campo (TRP) indicaram alguma similaridade entre os três subsistemas, visto estarem próximos compondo o mesmo



agroecossistema. Apesar das similaridades, cada subsistema apresentou características peculiares significativas relatadas a seguir (Figura 1). Para o indicador estrutura, obteve-se a nota 3 para o Pomar 1. A agregação de suas partículas foi a melhor resistindo a certa pressão feita com a mão. O subsistema Pomar 2 obteve nota 2, por apresentar menor resistência a pressão, enquanto o Canteiro da Horta obteve nota 1, visto ser um solo com pouquíssima agregação. Isso se deve ao fato de o solo do canteiro ser novo, composto por uma mistura de massame e esterco bovino. Para o indicador compactação a maior nota também foi para o Pomar 1, recebendo 5. O arame galvanizado perfurou o solo sem impedimentos a uma profundidade de 40 cm. O Pomar 2 obteve nota 2, com uma profundidade de 15 cm e o Canteiro obteve nota 3 com 30 cm. Para o indicador cor, odor e matéria orgânica, os resultados obtidos foram 4 para o Pomar 1, 2 para o Pomar 2 e 3 para o Canteiro. O Pomar 1 apresentou a cor mais escura, maior odor de matéria orgânica fresca e maior presença de húmus. O Pomar 2 apresentou coloração marrom clara e reduzido odor de matéria orgânica e presença de húmus, recebendo nota 2. O Canteiro obteve nota 3, ficando intermediário aos outros dois. O atributo cobertura do solo também indicou o subsistema Pomar 1 como o melhor, obtendo a nota 4. Nesse subsistema observou-se uma cobertura de folhas secas mais espessa indicando um dos motivos para a sua melhor qualidade. O Pomar 2 obteve nota 2 por apresentar grande parte de sua cobertura ausente, observando-se que a mesma estava concentrada na base das plantas presentes no subsistema. Este manejo foi observado também em outros locais da propriedade indicando um desconhecimento dos proprietários sobre a importância de toda a extensão do solo estar coberta. Segundo Primavesi (2016), esta cobertura protege o solo do aquecimento e dessecação e contra o impacto das chuvas, impedindo o solo de formar uma crosta superficial ou uma camada adensada com pouca profundidade que limitará o espaço das raízes. O canteiro recebeu nota 4 por estar coberto com uma camada de maravalha obtida de serralheria. Quanto à presença de invertebrados o Pomar 1 recebeu nota 4 por apresentar diferentes artrópodes e anelídeos. Minhocas enriquecem os solos com cálcio e aumentam o nível dos outros nutrientes no solo, agregam-no e contribuem para sua permeabilidade, podendo fazer túneis até 1 metro de profundidade, que contribuem para o melhor enraizamento do solo (Primavesi, 2009). O Pomar 2 recebeu a nota 2 e o Canteiro recebeu a nota 1. Esse resultado indica que a macrovida do solo depende diretamente de condições favoráveis à sua multiplicação. Matéria orgânica, pH, temperatura e umidade ideais são necessários para que a vida habite o solo. No caso do canteiro, apesar de o solo não estar compactado e possuir matéria orgânica e cobertura para manter sua temperatura e umidade, a ausência de invertebrados se deve principalmente ao fato de ser um solo com uma formação recente. Quanto ao enraizamento, foram observadas as raízes

de algumas plantas espontâneas nascidas nos subsistemas, escolhendo-se uma mesma espécie e com um estágio de desenvolvimento semelhante para comparação. Escolheu-se a espécie Trapoeraba (*Commelina benghalensis*) como indicador. Observou-se um melhor enraizamento no Pomar 1, recebendo a nota 4 enquanto o Pomar 2 recebeu a nota 2 o Canteiro a nota 4. Segundo Primavesi (2009), não é o especialista que pode dar informações sobre o solo, mas é a raiz, porque é ela que informa se o solo é adequado para uma cultura ou outra. Cada variedade possui exigências próprias e um potencial radicular específico para conseguir água e nutrientes do solo. Portanto, as informações mais acertadas vêm da própria planta, ou seja, de sua raiz.

Figura 1: Resultados do Teste Rápido de Campo.



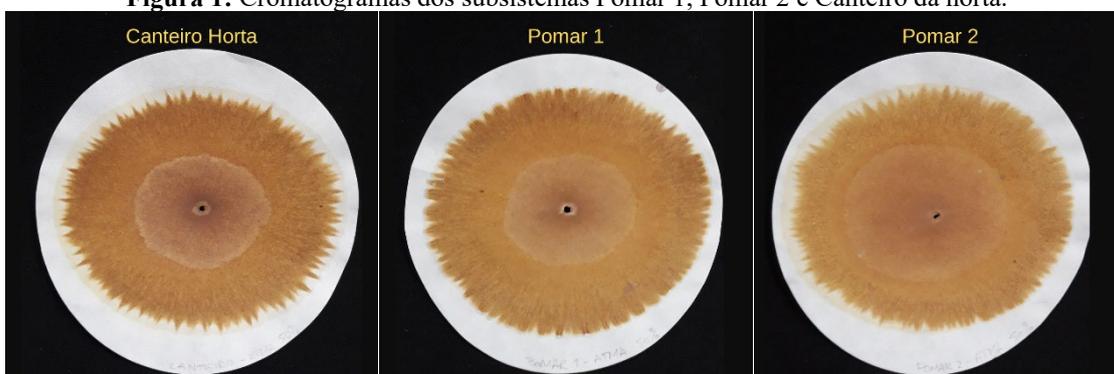
Fonte: Autoria própria, 2022.

Para os resultados obtidos com a Cromatografia Circular de Pfeiffer (CCP) (Figura 1 e 2) para a Zona Central indicadora da estrutura do solo, o Pomar 1 obteve nota 3, indicando uma estrutura do solo regular, pelo tamanho e coloração da ZC. O Pomar 2 e Canteiro obtiveram nota 2 com qualidade baixa, pelo tamanho e coloração da ZC. A estrutura é boa indicadora do uso e qualidade do solo devido a sua sensibilidade às práticas de manejo adotadas, sendo expressa na primeira zona do cromatograma (PRIMAVESI, 2016; MELO *et al.*, 2018).

Sobre a zona interna (ZI) que é a zona mineral e da matéria orgânica, o Pomar 1 e Canteiro obtiveram nota 2, apresentando baixa integração entre a ZC e ZE indicando condições de metabolismo mineral e presença de matéria orgânica no solo deficientes, fatores primordiais para a saúde do solo (MIRANDA, *et al.*, 2018). O pomar 2 obteve nota 1, apontando baixo metabolismo mineral, baixa presença da matéria orgânica no solo e ausência de harmonia entre ZC e ZE. A qualidade dos solos também pode ser identificada pelas cores dos cromatogramas, sendo nesse caso de um marrom escuro opaco indicando uma qualidade intermediária (RIVERA, PINHEIRO 2011; MELO *et al.*, 2019).

Em relação a zona externa (ZE) que indica a atividade enzimática e dos ácidos húmicos no solo, o Pomar 1 e o Canteiro obtiveram nota 3, uma categoria intermediária, indicando média/baixa presença e diversidade de microrganismos recicladores de nutrientes, e disponibilidade dos ácidos húmicos no solo. O Pomar 2 recebeu nota 2, indicando uma condição ruim da ZE para a atividade enzimática na ciclagem dos nutrientes e início da formação húmica no solo, o qual Rivera e Pinheiro (2011) citam ser um aspecto não desejado, indicando possíveis problemas no metabolismo secundário de (C), (N) e (S). Para a formação de radiais todos os cromatogramas apresentaram uma condição ruim, recendo o Pomar 1 e Canteiro a nota 3, enquanto o Pomar 2 recebeu a nota 2.

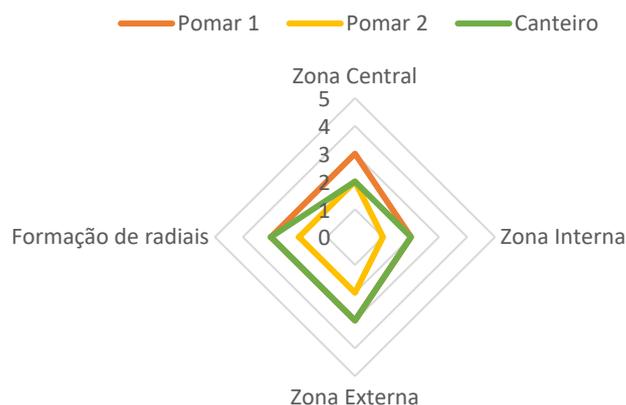
Figura 1: Cromatogramas dos subsistemas Pomar 1, Pomar 2 e Canteiro da horta.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Figura 3: Resultados da Análise de CCP.

Resultados da Análise de CCP



Fonte: Autoria própria, 2022.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto de hortas pedagógicas do Instituto Jaladuta está em fase de implantação, assim a análise da qualidade de seus solos é fundamental para as futuras tomadas de decisão quanto ao seu manejo e conservação. Os resultados encontrados indicaram uma qualidade

intermediária para os solos dos três subsistemas, podendo-se determinar uma gradação para o TRC e CCP de Pomar 1>Canteiro>Pomar 2. Conclui-se que os indicadores que apresentaram resultados baixos, servem para indicar as intervenções agroecológicas necessárias a fim de se corrigirem as deficiências do solo, em vista de se obter uma qualidade ideal para o cultivo das diferentes culturas pretendidas.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3 ed. rev. ampl. São Paulo: Expressão Popular; Rio de Janeiro: AS-PTA, 2012.

CANELLAS, K. **AGENDA 2030: Os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) e suas metas**. Clima em Curso, v. 1, 2020.

CAPORAL, F. R.; AZEVEDO, E. O. de (orgs.). **Princípios e perspectivas da Agroecologia**. 1 ed. Curitiba: Instituto Federal do Paraná, 2011.

CRIBB, S. L. S. P. Educação Ambiental através da horta escolar: algumas possibilidades. **Educação Ambiental em Ação**, v. 16, n. 62, 2018.

CRUZ, L. P. *et al.* HORTAS PEDAGÓGICAS: Análise de Artigos Publicados em Periódicos e Congressos. **Revista Ciências Humanas**, v. 14, n. 1, 2021.

FREITAS, A. R. R. *et al.* Análise da gravidade da pandemia de Covid-19. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 1-5, abr. 2020.

KOKORNACZYK, M. O. *et al.* Analysis of soils by means of Pfeiffer's circular chromatography test and comparison to chemical analysis results. **Biological Agriculture & Horticulture**, v. 33, n. 3, p. 143-157, 2017.

MACHADO, A. T.; MACHADO, C. T. de T. Agricultura urbana. **Documentos**, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, n. 48, jun. 2002.

MACHADO, A. de B.; RICHTER, M. F. SUSTENTABILIDADE EM TEMPOS DE PANDEMIA (COVID-19): (Covid-19). **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 1, n. 2, p. 264-279, 2020.

MELO, D. M. A. *et al.* Caracterização qualitativa dos solos através de cromatografia de Pfeiffer no Cariri paraibano. In: **I Workshop Sobre Biologia dos Solos da Caatinga (WBSC)**, v. 1, Areia-PB, 2018.

MELO, D. M. A. *et al.* Cromatografia de Pfeiffer como indicadora agroecológica da qualidade do solo em agroecossistemas. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, n. 1, UFAL, Alagoas – AL, 2019.

MELO, D. M. A. **Qualidade de solos em agroecossistemas camponeses no território da Borborema-PB**. 2020. 50 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia), Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, 2020.

MIRANDA, A. A. C. *et al.* Uso da Cromatografia de Pfeiffer como indicador de qualidade do solo: monitoramento do manejo agroecológico da UR-MECA/UFPB. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.

NICHOLLS, C. I. *et al.* A rapid farmer-friendly agroecological method to estimate soil quality and crop health in vineyard systems. **Biodynamics**, n. 250, p. 33-40, 2004.

NICHOLLS, C. I. *et al.* Agroecologia e o desenho de sistemas agrícolas resilientes às mudanças climáticas. **Revista Agriculturas**, n. 2, Rio de Janeiro, 2015.

ONU – Organização das Nações Unidas. **A ONU e o Meio Ambiente**. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente>> Acesso em: março de 2022.

PASSOS, P. N. C. de. A conferência de Estocolmo como ponto de partida para a proteção internacional do meio ambiente. **Revista Direitos Fundamentais & Democracia**, v. 6, 2009.

PILON, L. C. *et al.* Guia Prático de Cromatografia de Pfeiffer. **Documentos**, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. 2018.

PINHEIRO, S. **Saúde do Solo**: Biopoder camponês versus agronegócio. Rio Grande do Sul: Salles Editora, 2015.

PRIMAVESI, A. M. **Cartilha do Solo**: como reconhecer e sanar seus problemas. Fundação Mokiti Okada, v. 1, n. 1. 2009.

PRIMAVESI, A. M. **Manual do solo vivo**. São Paulo: Expressão Popular, 2016.

RIVERA, J. R.; PINHEIRO, S. **Cromatografía: imágenes de vida y destrucción del suelo**. Cali: Feriva, 252 p. 2011.

CAPÍTULO 19

DEVOLUÇÃO DE EMBALAGENS VAZIAS DE AGROTÓXICOS EM RECEBIMENTOS ITINERANTES NA PARAÍBA DURANTE A PANDEMIA DE COVID 19

Márcia Aparecida Cezar
Márcia Helena Pontieri
Laís Campos Teixeira Carvalho Gonçalves
Solange Maria de Vasconcelos
Angela Lima Meneses de Queiroz
Roberto Chiappetta

RESUMO

O aumento do consumo e evolução dos agrotóxicos foram evidenciados no Brasil, nos últimos anos, paralelamente ao aumento da produtividade agrícola. Levando em consideração a toxicidade intrínseca de substâncias que compõe esses produtos, que podem produzir diversos efeitos sobre a saúde humana, os quais variam de acordo com o princípio ativo, a dose absorvida e a forma de exposição, além dos danos ao meio ambiente, é essencial o direcionamento correto acerca dos riscos associados aos agrotóxicos e à sua utilização. Visando a melhoria da saúde e da qualidade de vida dos(as) trabalhadores(as) do campo, muitas vezes carentes de informações acerca dos grandes riscos que os agrotóxicos podem causar, a divulgação e a conscientização desses dados é fundamental para que os trabalhadores intensifiquem seus cuidados na prevenção de danos à saúde. A geração de resíduos de embalagens de agrotóxicos é atualmente um problema ambiental que afeta toda a cadeia de produção agrícola. Em muitos casos, ocorre o descarte destes resíduos sólidos a céu aberto, bem como o aterramento e queima, gerando a contaminação ambiental. Também se observa o reaproveitamento de embalagens para armazenar água e alimentos, podendo causar risco à saúde humana, uma vez que os agrotóxicos têm grande potencial de carcinogenicidade. Tais fatos são contrários ao regido pela Lei Federal 9.974/00 que trata da destinação adequada das embalagens vazias de agrotóxicos a qual exige que as embalagens de agrotóxicos sejam encaminhadas a postos de coleta mantidos pela parceria das empresas com o poder público. No Estado da Paraíba o processo de recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos e seus resíduos é feito pela Associação dos Revendedores de Produtos Agropecuários do Nordeste - ARPAN, em contato com as Secretarias de Agricultura municipais e estabelecimentos comerciais de revenda de agrotóxicos faz o planejamento e execução um evento denominado de Recebimento Itinerante (RI), que ocorre em locais próximos às propriedades rurais, em caráter temporário, onde os dias e locais são normalmente divulgados com antecedência para que os agricultores possam preparar suas embalagens para a devolução. Nesta perspectiva, espera-se que os(as) trabalhadores(as) rurais ao devolverem as embalagens apresentem uma maior compreensão dos diversos e sérios riscos que reutilização das embalagens de agrotóxicos e seus resíduos podem desencadear, visando eliminar ou reduzir os riscos para a saúde e melhorar a segurança dos trabalhadores na sua origem.

PALAVRAS-CHAVE: Logística reversa, Descarte, Resíduos, Contaminação.

INTRODUÇÃO

No Brasil, assim como em outros países do mundo, a agricultura tem participação considerável no desenvolvimento econômico, gerando uma infinidade de empregos diretos e indiretos. O agronegócio é um dos setores que mais se destaca na economia brasileira, alcançado recordes de produtividade anuais, impulsionado pelo uso de tecnologias como o melhoramento genético de cultivares, manejo do solo e água, aplicação de fertilizantes, além do uso de produtos químicos no manejo fitossanitário. Os agrotóxicos são utilizados em grande escala no setor agropecuário especialmente nos sistemas de monocultivo em grandes extensões (ALMEIDA, 2014).

Segundo dados do IBGE (2022) a Paraíba conta com uma área de 3.422,50 ha de estabelecimentos agropecuários, sendo que 43.885 estabelecimentos utilizam a terra para o cultivo de lavouras permanentes, 133.370 de lavouras temporárias, e 206 para cultivo de flores. Das culturas agrícolas temporárias cultivadas no Estado, destacam-se os cultivos de cana-de-açúcar, milho, feijão, mandioca e abacaxi. Enquanto que os cultivos de banana, coco, sisal, caju, tangerina e a manga, destacam-se entre as culturas permanentes com maiores áreas plantadas. Apesar da grandiosidade do setor agrícola no estado, chama a atenção no Censo agropecuário que 134.900 estabelecimentos agrícolas não recebem assistência técnica. Mais impactante, é verificar que quanto ao uso de agrotóxicos, 110.623 dos estabelecimentos agrícolas utilizam desta ferramenta para manejo da sua plantação (IBGE, 2022). Deste modo, direta ou indiretamente, os agricultores em sua rotina diária agrícola já estiveram em contato com algum tipo de agrotóxico, na aplicação em suas lavouras.

Esta prática, aplicada sem orientação técnica, de forma irracional, pode ser responsável por grande parte da contaminação humana e ambiental através da geração de grandes quantidades de resíduos, por parte de suas embalagens. Geralmente são descartados de forma irregular e sem controle ambiental, causando impactos ao meio ambiente e à saúde da população (FERREIRA, 2000).

Apesar das orientações quanto às formas adequadas de destinação de embalagens de agrotóxicos serem bastante difundidas, essas informações muitas vezes não conseguem alcançar, principalmente o pequeno produtor que, em sua maioria, têm baixa escolaridade e poucos recursos para obter essas informações. Embora existam os esforços acumulados pelos programas de recolhimento de embalagens, ainda ocorre, no entanto, a contínua problemática da falta de informações e a prática do descarte incorreto de embalagens. Objetivando contribuir



para um futuro sustentável, é evidente a necessidade de conscientizar e estimular produtores rurais a refletirem sobre seu papel na cadeia de comercialização e uso de agrotóxicos, sobretudo na correta devolução das embalagens vazias e seus resíduos. Informá-los como isso pode afetar a sua saúde, e quais as formas de minimizar seus efeitos, além de impedir que o meio ambiente seja contaminado, contribui para reduzir assim os impactos causados pelo uso irracional de agrotóxicos.

REFERENCIAL TEÓRICO

No Brasil os agrotóxicos passaram a ser utilizados como parte fundamental da agricultura a partir dos anos 60 na conhecida “revolução verde brasileira” (LUNA, 2006). Sendo considerado um dos maiores consumidores mundiais de pesticidas, e em números absolutos, ocupa o primeiro lugar neste ranking desde 2008. (LOPES e ALBUQUERQUE, 2018). Segundo o Instituto de Pesquisas Aplicadas (2020), os dados do censo agropecuário realizado pelo IBGE em 2017 indicaram uma expansão no uso de agrotóxicos pelos estabelecimentos agropecuários do Brasil (IBGE, 2017). Em consequência, o uso massivo dos agrotóxicos gera alta quantidade de embalagens vazias, as quais precisam de um manejo adequado pelos atores da cadeia de consumo, pois são consideradas resíduos perigosos com características tóxicas. Os resíduos de embalagens de agrotóxicos, enquadram-se na categoria de resíduos perigosos por conterem substâncias químicas que modificam o ambiente nas suas mais diferentes formas de vida (MIRANDA, 1988). Além disso, comprometem de forma definitiva a cadeia natural, contaminando o solo, a água e o ar e influenciando diretamente a saúde da população (MOREIRA, 2002; LOPES e ALBUQUERQUE, 2018).

Em todo o Brasil, a problemática que envolve esse tipo de resíduo concentra-se na disposição pós-uso, visto que inúmeras vezes as embalagens vazias de agrotóxicos são indevidamente descartadas ou jogadas no meio ambiente, aterradas, bem como reutilizadas para armazenar água e produtos alimentícios, embora exista a Lei Federal 9.974/00 (BRASIL, 2000) que trata da destinação adequada das embalagens vazias de agrotóxicos e que trata de obrigações para os fabricantes, vendedores e agricultores. Além disso, outro problema, são as recorrentes práticas de venda de agrotóxicos, sem notas fiscais, muitas vezes ilegais no país, realizadas por pequenos revendedores.

Esse procedimento dificulta o rastreamento das embalagens que entram e saem do Estado, num processo adequado de logística reversa. Segundo a Lei 9.974/00 cabe ao agricultor realizar a tríplex lavagem das embalagens vazias e posteriormente encaminhar estas



embalagens com as respectivas tampas a uma unidade de recebimento no prazo de um ano a partir da data de compra do produto. Já o revendedor deve disponibilizar e gerenciar as unidades de recebimento de embalagens vazias, informar aos agricultores sobre os procedimentos de lavagem no ato da venda do produto e informar o endereço da unidade de recebimento de embalagens vazias mais próxima para o usuário. A indústria tem como obrigação recolher as embalagens devolvidas pelo agricultor, dando um destino adequado a este material, implementando em colaboração com o Poder Público, programas educativos de controle e estímulo à lavagem e à devolução das embalagens vazias por parte dos usuários (BRASIL, 2000).

Com o objetivo de atender a legislação vigente, as indústrias se organizaram e criaram o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (INPEV), para gerir a destinação final de embalagens vazias de agrotóxicos (SOUZA, 2007). O Sistema Campo Limpo é o nome do programa brasileiro de logística reversa dessas embalagens, no qual o INPEV atua como núcleo de inteligência. Ele abrange todas as regiões do país e tem como base o conceito de responsabilidade compartilhada: agricultores, indústria fabricante, canais de distribuição e poder público têm papéis e responsabilidades específicas no fluxo de funcionamento do programa, definidas por lei (INPEV, 2021). O instituto destaca que pela ação desse programa, o Brasil detém a primeira colocação no ranking de destinação correta, onde cerca de 94% das embalagens plásticas primárias (que entram em contato direto com o produto) e 80% do total das embalagens de produtos comercializados anualmente, recebem a correta destinação pós-consumo.

Segundo o INPEV (2021) no Estado da Paraíba existe apenas um posto de recolhimento de embalagens, situado no município de Mamanguape, o qual é Coordenado pela Associação dos Revendedores de Produtos Agropecuários do Nordeste (ARPAN). Apesar dos esforços acumulados pelos programas de recolhimento de embalagens, ainda ocorre, no entanto, a contínua problemática da falta de informações e a prática do descarte incorreto de embalagens.

LUCENA et al. (2011) em um trabalho de conscientização de produtores rurais do Sertão da Paraíba averiguaram que agricultores entrevistados não tinham informações técnicas no que diz respeito a intervalo de aplicação de agrotóxico, uso de EPI e de descarte das embalagens vazias de agrotóxicos e bem como o desconhecimento dos riscos que os defensivos agrícolas causam a saúde e ao meio ambiente. SILVA (2012) avaliou a destinação de embalagens de agrotóxicos por produtores rurais de Bananeiras e Solânea, concluindo que o descarte de embalagens é feito de forma incorreta devido à carência de informação e orientação



por parte dos órgãos responsáveis. FREIRE et al. (2016) constataram que dos 145 produtores rurais entrevistados, 77% nunca receberam qualquer informação acerca da correta aplicação, ou alguma recomendação técnica sobre o uso de agrotóxicos por parte dos vendedores das lojas agropecuárias. Este fato é comprovado através da forma que os produtores rurais descartavam as embalagens, sendo a queima das mesmas após a utilização verificada em 51% das opções realizadas pelos produtores, enquanto o descarte da embalagem pelo produtor no próprio meio ambiente foi evidenciado em 44% das respostas.

Para Rando (2005) a conquista dos bons resultados de recolhimento das embalagens em 2005 deveu-se principalmente ao investimento em campanhas educativas para os agricultores. Essas campanhas de conscientização para o homem do campo ocorreram através dos meios de comunicação de massa, rádio e TV, em muitos estados brasileiros (SOUZA, 2007) e bem como na distribuição de cartilhas educativas. Nas suas campanhas de publicidades o INPEV enfatiza o papel fundamental do agricultor no cumprimento de sua responsabilidade da entrega de todas as embalagens no local indicado na nota fiscal de compra do produto e bem como na tríplice lavagem do recipiente bem como reforçam as obrigações dos vendedores e das indústrias (INPEV, 2021).

Desta forma, visando atender regiões do país, onde predominam pequenas propriedades rurais (entre 1 a 30 hectares), onde o volume de embalagens vazias gerado não justifica a instalação de uma unidade de recebimento fixa, foram criados os Recebimentos Itinerantes (INPEV, 2022).

METODOLOGIA

Para a coleta de informações sobre o recebimento de Embalagens Vazias de Agrotóxicos, realizou-se um levantamento junto a Superintendência administrativa da Associação dos Revendedores de Produtos Agropecuários do Nordeste – ARPAN quanto a quantidade de embalagens vazias de agrotóxicos devolvida durante a realização de RI – Recebimento Itinerante em municípios do Estado da Paraíba, durante o período de pandemia pela COVID-19 entre os anos de 2020 e 2021.

Os eventos de Recebimento Itinerante (RI's) foram realizados pela ARPAN, InpEV – Instituto Nacional de Processamento de Embalagens e da FENACE – Federação Nacional das Associações de Centrais e Afins em parceria com o Governo do Estado da Paraíba através da SEDAP – Secretaria de Defesa Agropecuária e da Pesca da Paraíba e da Secretaria de Agricultura dos municípios anfitriões, foram considerados os municípios de Itapororoca,

Natuba e Pedras de Fogo. Além dos volumes recebidos nos (RI's), foi considerado o volume recebido anualmente, pela Unidade de Recebimento de Embalagens Vazias de Agrotóxicos de Mamanguape, Paraíba, localizada na Rodovia BR 101, km 35, Zona Rural, do Município de Mamanguape, Paraíba.

RESULTADOS

Em decorrência do combate ao Coronavírus/COVID19, no ano de 2020 e 2021 não foram realizados todos os Eventos de RI para os Estados da jurisdição da ARPAN.

Abaixo, na Tabela 1 estão relacionados os recebimentos de embalagens vazias de agrotóxicos durante a realização de RI – Recebimento Itinerante em municípios do Estado da Paraíba.

Tabela 1: Levantamento de Recebimento de Embalagens Vazias de Agrotóxicos em municípios da Paraíba nos anos de 2020 e 2021.

Embalagens Recebidas em 2020									
Município	0,5 Litro (unid.)	01 Litro (unid.)	05 Litros (unid.)	10 Litros (unid.)	20 Litros (unid.)	Papelão (Kg)	Flexíveis (Kg)	Tampas	Total (Kg)
Itapororoca	-	172	67	-	171	120	60	-	481
Natuba	-	96	01	-	06	-	23	-	70
Pedras de Fogo	100	884	490	171	332	332	114	58	1.800
Embalagens Recebidas em 2021									
Município	0,5 Litro (unid.)	01 Litro (unid.)	05 Litros (unid.)	10 Litros (unid.)	20 Litros (unid.)	Papelão (Kg)	Flexíveis (Kg)	Tampas	Total (Kg)
Itapororoca	-	130	135	08	124	160	-	-	582
Pedras de Fogo	32	102	36	04	96	35	19	-	225

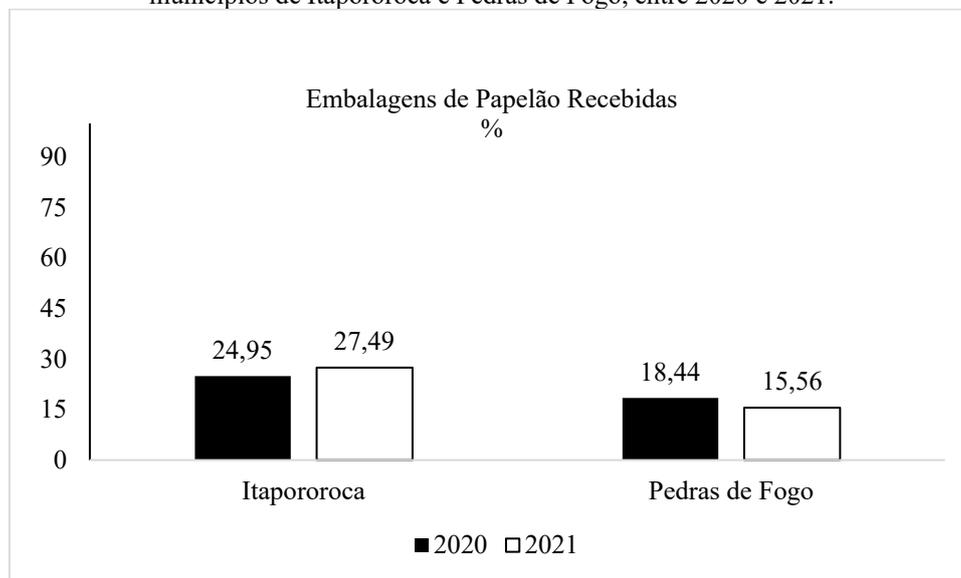
Fonte: Autor, 2022.

Houve uma diminuição de municípios participantes nos Recebimento Itinerantes em 2021, porém no município de Itapororoca, mesmo em condições de pandemia, houve aumento considerável na quantidade embalagens recebidas, sobretudo as embalagens de papelão, e as embalagens plásticas de 05 Litros. Enquanto no município de Pedras de Fogo houve uma diminuição acentuada na devolução de embalagens (Figura 1).

Apesar do país atravessar a pandemia pela COVID-19, foi constatado que os recebimentos itinerantes, que hoje são responsáveis por 10% a 15% do total destinado no país,

são uma solução ideal, principalmente para os pequenos agricultores, que muitas vezes, em função das distâncias que separam suas propriedades das unidades de recebimento, não disfrutam de condições ideais de devolução, podem entregar suas embalagens vazias em locais pré-determinados e em datas divulgadas previamente (INPEV, 2022).

Figura 1: Porcentagem de Embalagens de Papelão recebidas nos Recebimentos Itinerantes realizados nos municípios de Itapororoca e Pedras de Fogo, entre 2020 e 2021.

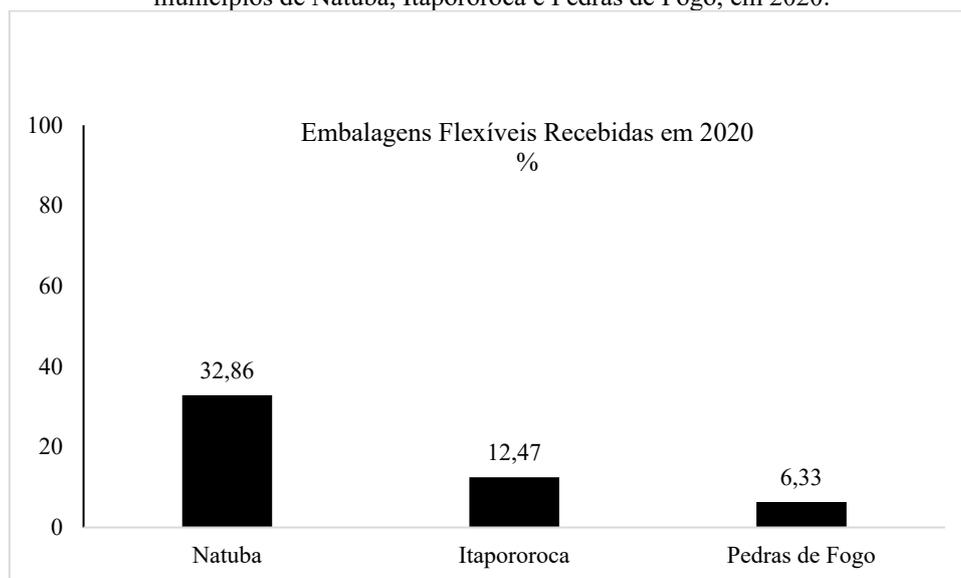


Fonte: Autor, 2022.

As embalagens secundárias não contaminadas rígidas ou flexíveis usadas para o acondicionamento de embalagens rígidas ou flexíveis, não laváveis são utilizadas para acondicionar produtos que não utilizam água como veículo de pulverização, além de todas as embalagens flexíveis e as embalagens secundárias (INPEV, 2022). Estão incluídos nesta modalidade, os sacos de plástico, de papel, metalizados, mistos ou feitos com outro material flexível; Embalagens de produtos para tratamento de sementes; Caixas de papelão; Cartuchos de cartolina e Fibrolatas.

Dentre as embalagens flexíveis, Natuba se destacou entre os três municípios onde ocorreram os eventos de Recebimento Itinerante, pela maior quantidade de embalagens devolvidas no ano de 2020 (Figura 2).

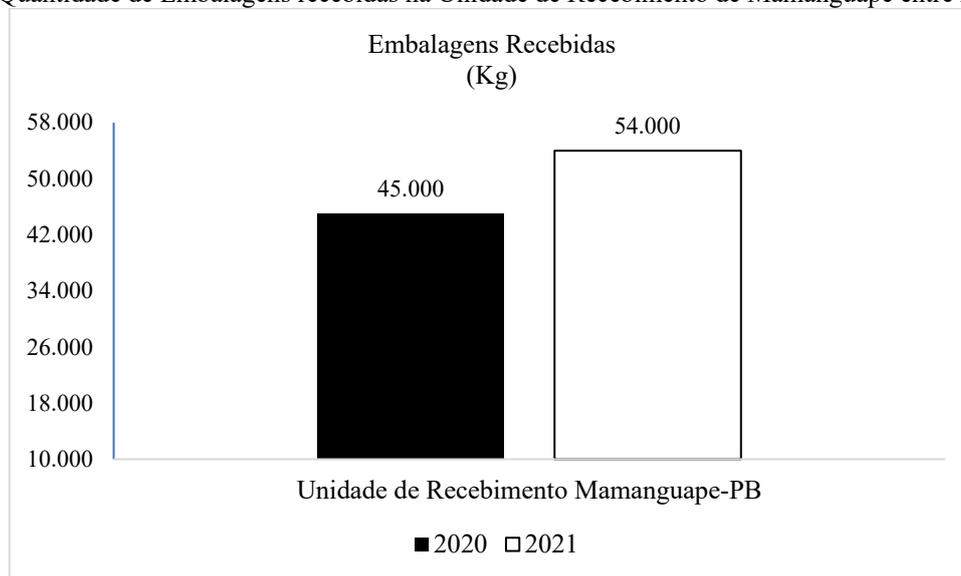
Figura 2: Porcentagem de Embalagens Flexíveis recebidas nos Recebimentos Itinerantes realizados nos municípios de Natuba, Itapororoca e Pedras de Fogo, em 2020.



Fonte: Autor, 2022.

Além dos eventos de Recebimentos Itinerantes, o Estado da Paraíba contou com a Unidade fixa de Recebimento de Embalagens situada em Mamanguape, onde pode se observar o aumento de embalagens devolvidas no ano de 2021, em relação ao ano anterior, mesmo em condições de pandemia pela COVID-19 (Figura 3).

Figura 3: Quantidade de Embalagens recebidas na Unidade de Recebimento de Mamanguape entre 2020 e 2021.

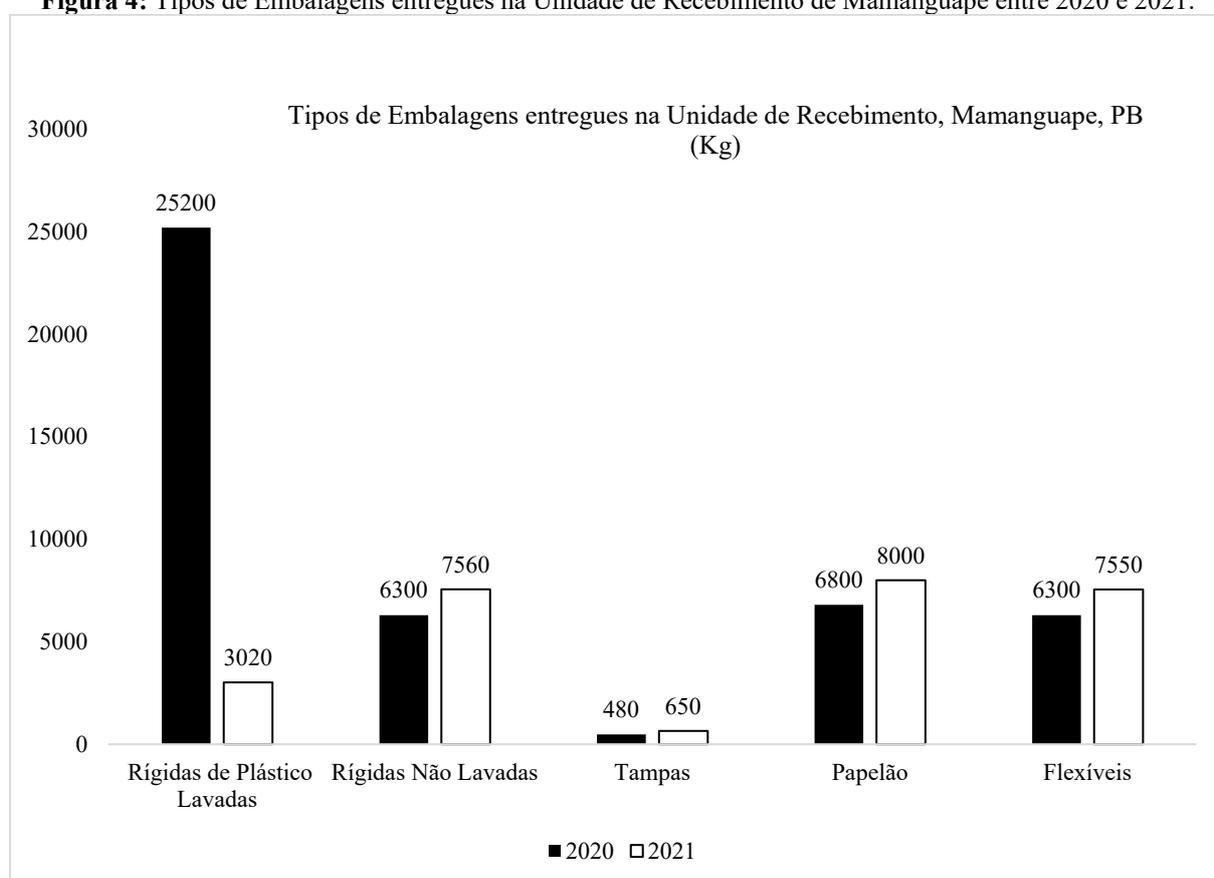


Fonte: Autor, 2022.

A Unidade de Recebimento de Embalagens Vazias de Agrotóxicos de Mamanguape, Paraíba, foi considerada de Serviço Essencial, assim como toda a cadeia produtiva de alimentos pelo Decreto Governamental do Estado da Paraíba ficando aberta para recebimento diário e com atendimento presencial, seguindo todos as exigências de controle ao combate do Coronavírus/COVID19.

Com exceção das embalagens rígidas de plástico laváveis, todos os demais tipos de embalagens devolvidas na Unidade de Recebimento de Mamanguape tiveram aumento na quantidade no ano de 2021 em relação ao recebimento do ano anterior (Figura 4). Isso demonstra que mesmo em condições tão adversas como o isolamento social ocasionado pela pandemia nos últimos dois anos, o trabalho realizado pela Associação dos Revendedores de Produtos Agropecuários do Nordeste – ARPAN, em parcerias junto a órgãos públicos e privados tem contribuído para diminuir as quantidades de embalagens de agrotóxicos deixadas no campo ou reutilizadas pelo agricultor, diminuindo assim os riscos de contaminação a saúde e ao meio ambiente.

Figura 4: Tipos de Embalagens entregues na Unidade de Recebimento de Mamanguape entre 2020 e 2021.



Fonte: Autor, 2022.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este levantamento de dados permitiu verificar a situação de devolução de embalagens de agrotóxicos e seus resíduos em diferentes municípios da Paraíba entre os anos de 2020 e 2021. Os autores agradecem a Associação dos Revendedores de Produtos Agropecuários do Nordeste – ARPAN, pelo fornecimento das informações, além da Pró Reitoria de Extensão – PROEX da Universidade da Paraíba (UFPB) pelo apoio no desenvolvimento deste estudo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.D. Relatório: Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos no Estado da Paraíba. Ministério da Saúde, 2014.

BRASIL, Lei n. 9.974. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 06 de junho, 2000.

FERREIRA, J.A. Resíduos Sólidos: Perspectivas Atuais. In: Resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde. Uma visão Multidisciplinar. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000. p. 19-40.

FREIRE, M.S.; CEZAR, M.A.; Andrade Sobrinho, L.G. Frequência do uso de agrotóxicos e desconhecimento sobre EPI's por produtores rurais do município de Pombal- PB. In: N.S., DIAS; R.D. ALENCAR; V. C.N.PORTO; R.G.V. CAMACHO; C.B.L.VASCONCELOS; M.A.MORAIS; J.F. SILVA; A.M. OLIVEIRA. (Org.). Coleção AGROECOLOGIA E MEIO AMBIENTE NO SEMIÁRIDO. 1ed. Mossoró: Edufersa, 2016, v. 2, p. 1074-1081.

INPEV – Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias, Relatório Anual do INPEV. Disponível em [https://www.inpev.org.br/relatorio_anual/2005/elos_sistema/recebimento_itinerante/recebimento_itinerante.asp#:~:text=As%20opera%C3%A7%C3%B5es%20de%20recebimento%20itinerante,suas%20embalagens%20para%20a%20devolu%C3%A7%C3%A3o](https://www.inpev.org.br/relatorio_anual/2005/elos_sistema/recebimento_itinerante/recebimento_itinerante.asp#:~:text=As%20opera%C3%A7%C3%B5es%20de%20recebimento%20itinerante,suas%20embalagens%20para%20a%20devolu%C3%A7%C3%A3o.). Acesso em: 15/06/2022.

INPEV – Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias – Disponível em: <https://www.inpev.org.br/inpev/>. Acesso em: 15/03/2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo Agropecuário da Paraíba. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/pesquisa/24/76693>. Brasília, Acesso em: 10 de junho de 2022.

INSTITUTO DE PESQUISAS APLICADAS. O Crescimento Do Uso De Agrotóxicos: Uma Análise Descritiva Dos Resultados Do Censo Agropecuário 2017. Nota técnica. N. 65, Abril de 2020, disponível em https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota_tecnica, Acesso em 05 de junho de 2022.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G.S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. Saúde Debate, v. 42, n.117, p. 518-534, Rio de Janeiro, abr-jun 2018.

LUCENA, H.R.A; OLIVEIRA, W.S.; FARIAS, E.T.R.; CEZAR, M.A.; ANDRADE SOBRINHO, L.G. Condições de trabalho associados ao uso de agrotóxicos na cidade de Pombal - PB. In: XV SILUBESA, 2012, Belo Horizonte. XV SILUBESA, 2012.

LUNA, A. J. et al. Manual de destinação final de embalagens vazias de agrotóxicos – 2005 – Disponível em: <<http://andef.com.br>>. Acesso em: 01/03/2011

MIRANDA, P.V. Manual de destinação final de embalagens vazias de produtos fitossanitários – Projeto Piloto Embalagens – ANDEF / AEASP – São Paulo – 1998.

MOREIRA, JOSINO C. et al. Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. *Ciência & Saúde Coletiva*, V.7, n. 2, p. 299-311, 2002 – Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/6dhP7dyPDNVqfTrn4ccKqJF/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19/03/2021.

RANDO. J.C. INPEV – Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias – Brasília: Seminário destaca liderança brasileira em recolhimento de embalagens de agrotóxicos – Revista eletrônica página rural – Disponível em: <<http://www.paginarural.com.br>>. Acesso em: 23/03/2021

SILVA, T.M.B. Destinação das embalagens de agrotóxicos utilizados pelos pequenos agricultores das cidades de Bananeiras e Solânea - PB. Trabalho de Conclusão de Curso, em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, 26p, 2012.

SOUZA, C.R.; FAVARO, J.L. Questionamentos sobre a Destinação Final de Embalagens Vazias de Agrotóxicos. *Revista Eletrônica Lato Sensu* – Ano 2, nº1, julho de 2007. <http://www.unicentro.br> -Ciências Sociais e Aplicadas.

CAPÍTULO 20

COMPETIÇÃO DE GENÓTIPOS DE GIRASSOL CULTIVADOS NA CHAPADA DO ARARIPE, PERNAMBUCO

Marcos Antônio Drumond
Anderson Ramos de Oliveira
Claudio Guilherme Portela de Carvalho
Welson Lima Simões
José Alves Tavares
João Tavares Calixto Junior

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o desempenho agrônomo de genótipos de girassol nas condições edafoclimáticas do primeiro semestre de 2015 na Chapada do Araripe, instalou-se um experimento na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), no município de Araripina, Estado de Pernambuco. O delineamento foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e 13 tratamentos, correspondendo aos genótipos de girassol: M734, NTC 90, BRS G43, BRS G44, BRS G45, BRS G46, SYN 065, HLA 2013, HLA 2014, HLA 2015, HLA 2016, HLA 2017 e SYN 045. Avaliaram-se as seguintes características: sobrevivência final, floração inicial, maturação fisiológica, altura média do capítulo, peso de 1000 aquênios, diâmetro médio dos capítulos, produção final de aquênios, curvatura do capítulo e plantas acamadas, quebradas e atacadas por pássaros. Os genótipos apresentaram diferenças morfoagrônomicas quando cultivados no primeiro semestre em condições edafoclimáticas da região do Araripe, com exceção da variável sobrevivência. O genótipo NTC 90 alcançou o maior peso de aquênios. Todos os genótipos, exceto HLA 2015, apresentaram elevado rendimento de grãos. Os caracteres plantas acamadas, quebradas, atacadas por pássaros ou a curvatura do capítulo não foram relacionadas às diferentes cultivares.

PALAVRAS-CHAVE: Produção de aquênios, Semiárido brasileiro, *Helianthus annuus*.

INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma espécie que apresenta importantes características morfoagrônomicas, como o elevado teor de óleo nos grãos e a maior tolerância à seca, ao frio e ao calor que a maioria das espécies normalmente cultivadas. Esta espécie adaptou-se a diferentes condições edafoclimáticas e seu rendimento é pouco influenciado pela latitude, altitude ou fotoperíodo, podendo ser cultivada desde o Rio Grande do Sul até o hemisfério Norte, no estado de Roraima (EMBRAPA SOJA, 2015; CASTRO & FARIAS, 2005).

O girassol desenvolve-se bem em temperaturas variando entre 20°C e 25°C, embora a temperatura ótima para seu desenvolvimento, situa-se na faixa de 27°C a 28°C. Para a obtenção de boas produtividades a espécie necessita de precipitação entre 500 a 700 mm de água, bem



distribuídos durante o ciclo, sendo o estado de Goiás o maior produtor nacional, principalmente para produção de óleo comestível (SAFRAS NEWS, 2022).

Devido a sua grande adaptabilidade e, principalmente, devido à qualidade do óleo produzido, esta cultura destaca-se, mundialmente, como quinta oleaginosa em produção de grãos e entre as quatro principais culturas produtoras de óleo comestível. Tradicionalmente, a cultura foi destinada para consumo in natura para aves. Porém, devido ao processo de melhoramento e desenvolvimento da cultura, seu uso direcionou-se quase que exclusivamente para a extração de óleo (GAZZOLA et al., 2012). Dentro deste contexto, o girassol passou a ter maior importância, ainda, com o aumento da demanda por biodiesel.

Segundo Souza et al. (2005), a produção de biodiesel a partir do óleo bruto de girassol é possível, possuindo o biocombustível características apropriadas para utilização em motores a diesel. Com o melhoramento genético da cultura, diversos genótipos de maior produtividade foram sendo selecionados nas pesquisas. Contudo, o desempenho destes genótipos em diferentes condições e épocas de plantio influencia em sua produtividade. De acordo com Santos (2014), existe variabilidade genética entre genótipos de girassol, para a maioria das características morfoagronômicas, sendo que as épocas de cultivo são responsáveis por mudanças em altura; diâmetro do caule; diâmetro do capítulo; peso do capítulo e peso de aquênios.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho morfoagronômico de genótipos de girassol nas condições edafoclimáticas da Chapada do Araripe, na safra 2015.

MÉTODOLOGIA

O experimento foi instalado na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco-IPA, localizado na Chapada do Araripe, em Araripina, PE (Latitude: 7°27'50''S, Longitude: 40°24'38''W, Altitude: 828 m). A precipitação média anual da região foi de 752,5 mm, concentrada nos meses de fevereiro, março e abril, com temperatura média de 24°C, evaporação de 1.127 mm ano⁻¹ e umidade relativa do ar média anual de 55,2%.

O solo do local do experimento foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, textura argilosa, topografia plana. Dois meses antes do plantio foi feita a correção do solo com calcário dolomítico na razão de 2,0 ton ha⁻¹. Na ocasião do plantio, em março de 2015, procedeu-se uma adubação com NPK 30:80:30 e, dez dias após, uma adubação com NPK 10:0:0 por cobertura e, aos vinte dias após o plantio, uma adubação foliar com boro.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com quatro repetições. Os genótipos avaliados foram M734, NTC 90, BRS G43, BRS G44, BRS G45, BRS G46, SYN 065, HLA 2013, HLA 2014, HLA 2015, HLA 2016, HLA 2017 e SYN 045. As parcelas consistiram em 4 linhas de 6 metros de comprimento, espaçadas 80 cm entre si e 30 cm entre plantas, tendo uma população de 21 plantas por linha. Ao final do ciclo da cultura foi avaliada a sobrevivência (%), a floração inicial (dias), a maturação fisiológica (dias), a altura do capítulo (cm), o peso de 1000 aquênios (g), o diâmetro do capítulo (cm) e a produção de aquênios (kg ha⁻¹). Os dados foram submetidos à análise de variância e, em seguida, aplicou-se o teste de Tukey, a 5% para comparação entre médias. Ainda, por ocasião da colheita avaliaram-se, por meio de uma escala de notas, o número de plantas atacadas por pássaros e o percentual de plantas quebradas ou acamadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O percentual de sobrevivência variou de 66,1 (NTC 90) a 91,1% (SYN 065), sem qualquer diferença entre os genótipos (Tabela 1). Este resultado corrobora com o estudo de Godinho et al. (2011), que estudando diferentes genótipos de girassol para o cerrado de Rondônia e Mato Grosso no primeiro semestre do ano, também não identificaram diferenças significativas quanto à sobrevivência de 10 genótipos testados.

Tabela 1: Desempenho agrônomo de variedades de girassol cultivados na Chapada do Araripe, Pernambuco, na safra 2015.

Genótipos	Sobrevivência (%)	Floração Inicial (dias)*	Maturação Fisiológica (dias)*	Altura do capítulo (cm)*	Diâmetro do capítulo (cm)*	Peso de 1000 Aquênios (g)*	Produção de Aquênios (kg ha ⁻¹)*
NTC 90	66,1	60,0 e	73,0 e	134 d	22,9 a	142,5 a	3.164,3 a
SYN 045	88,1	65,0 c	83,0 a	162 abc	19,3 ab	67,0 bc	3.149,6 ab
BRS G44	89,3	56,0 g	73,0 e	115 ef	20,4 ab	72,0 b	2.941,4 ab
BRS G43	82,1	59,0 f	77,0 d	102 f	17,8 ab	64,3 bcd	2.864,6 ab
M 734	81,5	64,0 d	78,0 c	156 bc	17,1 b	63,5 bcd	2.714,3 ab
HLA 2014	89,3	65,0 c	83,0 a	174 a	19,0 ab	59,0 bcde	2.690,7 ab
HLA 2016	84,5	69,0 b	81,0 b	166 ab	18,4 ab	52,8 cde	2.415,4 ab
HLA 2013	81,0	64,0 d	83,0 a	150 c	21,5 ab	52,0 de	2.402,1 ab
BRS G45	74,4	56,0 g	77,0 d	125 de	20,6 ab	60,3 bcd	2.282,1 ab
SYN 065	91,1	70,0 a	83,0 a	170 a	19,8 ab	45,3 e	2.272,9 ab
BRS G46	88,1	56,0 g	73,0 e	102 f	17,6 ab	51,8 de	2.248,9 ab
HLA 2017	77,4	70,0 a	77,0 d	175 a	18,0 ab	58,8 bcde	2.190,0 ab
HLA 2015	88,7	70,0 a	83,0 a	171 a	19,4 ab	54,3 cde	2.171,1 b

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

Fonte: Elaboração própria, 2015.

Com relação a floração inicial, verifica-se que os genótipos BRS G44, BRS G46 e BRS G45 comportaram-se como os mais precoces ao florescerem aos 56 dias após o plantio e que os genótipos SYN 065, HLA 2015 e HLA 2017 apresentaram florescimento tardio aos 70 dias



após o plantio. De acordo com Amorim et al. (2007), a floração inicial e a altura de inserção do capítulo do girassol estão entre os caracteres morfoagronômicos que mais apresentam variabilidade genética. Por apresentarem início de florescimento precoce, os genótipos BRS G44 e BRS G46, além do genótipo NTC 90, apresentaram maturação fisiológica mais rápida que os demais genótipos. Azevedo et al. (2008) também observou variação na maturação fisiológica entre cultivares de girassol.

Ainda na Tabela 1, ao se analisar o caráter morfoagronômico altura do capítulo, verifica-se que os genótipos HLA 2014, HLA 2015, HLA 2016, HLA 2017, SYN 045 e SYN 065 apresentaram-se com altura maior que os genótipos BRS G43, BRS G44 e BRS G46. Além de ser uma característica de alta variabilidade (AMORIM et al., 2007), a altura do capítulo pode variar conforme a época de plantio (CADORIN et al., 2012). Considerando-se a variável diâmetro do capítulo, quase não foram observadas diferenças, pois apenas entre os genótipos NTC 90 (22,9 cm) e M734 (17,1 cm) foi constada diferença estatística, o que concorda com a pesquisa realizada por Backes et al. (2008), que avaliando caracteres de importância agrônômica de cultivares de girassol, em duas épocas de cultivo, constataram diferenças entre o diâmetro do capítulo dentre as cultivares analisadas.

Considerando-se a época de plantio (semeadura em março) e as condições edafoclimáticas da região, verificam-se diferenças entre os genótipos quanto a peso de 1000 aquênios. Dentre os genótipos avaliados, NTC 90 alcançou o maior peso, por ser um genótipo confeiteiro. Contudo, analisando-se a produção de aquênios, o genótipo NTC 90 (3.164,3 kg ha⁻¹) igualou-se a todos os demais, com exceção apenas do genótipo HLA 2015 que teve produção de 2.171,1 kg ha⁻¹. Diversos trabalhos têm demonstrado diferenças entre genótipos em condições diversas em diferentes épocas (BACKES et al., 2008; VOGT et al., 2010; CADORIN et al., 2012; SANTOS, 2014).

Na Tabela 2 observa-se que os genótipos BRS G46 e HLA 2016 apresentaram 1,2% de plantas acamadas. Os genótipos BRS G43 e BRS G44 apresentaram 0,6% de plantas quebradas, enquanto BRS G45 e HLA 2014, 1,2%.

Tabela 2: Valores médios das plantas de girassol quebradas, acamadas pelo vento e atacadas por pássaros e curvatura do caule, durante o ciclo da cultura em Araripina-PE, 2015.

Genótipos	Plantas quebradas (%)	Plantas atacadas por pássaros* (notas de 1 a 3)	Curvatura do caule** (notas de 1 a 6)	Plantas acamadas (%)
M 734	-	1,3	4	-
NTC 90	-	1,0	5	-
BRS G43	0,6	1,8	5	-
BRS G44	0,6	1,3	6	-
BRS G45	1,2	1,3	5	-
BRS G46	-	1,0	6	1,2
SYN 065	-	2,0	3	-
HLA 2013	-	1,8	5	-
HLA 2014	1,2	1,3	5	-
HLA 2015	-	1,8	3	-
HLA 2016	-	1,3	4	1,2
HLA 2017	-	1,8	4	-
SYN 045	-	1,3	4	-

*Ataque de pássaros: (1) sem ataque, (2) pouco ataque (50%), (3) ataque severo (80%).

**Curvatura do caule, variando de 1 a 6, desde o capítulo espalmado para o céu, curvando-se até ficar espalmado para o solo.

Fonte: Elaboração própria, 2015.

Entretanto, estes percentuais pouco influenciaram no desempenho morfoagronômico do girassol, sendo sua ocorrência relacionadas a fatores não dependentes da cultivar e sim de algum aspecto físico pontual, como o vento.

Observa-se ainda que a curvatura do caule apresentada pelas plantas em geral foi de média (3) a acentuada (6), o que contribui para menor ataque de pássaros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os genótipos apresentaram diferenças morfoagronômicas quando semeados em março, em condições edafoclimáticas da região do Araripe, com exceção da variável sobrevivência.

O genótipo NTC 90 alcançou o maior peso de aquênios, sendo que todos os genótipos, exceto HLA 2015, apresentaram elevado rendimento de grãos.

As variáveis plantas acamadas, quebradas, atacadas por pássaros ou a curvatura do capítulo não foram relacionadas às diferentes cultivares.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, E. P.; RAMOS, N. P.; UNGARO, M. R. G.; KIHLE, T. A. M. Divergência genética em genótipos de girassol. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1637- 1644, 2007.
- AZEVEDO, R.; ALVES, R. M.; CUNHA, R. L.; RIBEIRO, R. A. Avaliação de genótipos de girassol no Nordeste do Estado do Pará. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROENERGIA, 2008, Botucatu. Agroenergia e desenvolvimento sustentável: anais. Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, 2008. BACKES, L. R.; SOUZA, A. M.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; GALLOTTI, G. J. M.; BAVARESCO, A. Desempenho de cultivares de girassol em duas épocas de plantio de safrinha no planalto norte catarinense. **Scientia Agraria**, v.9, n.1, p.41-48, 2008.
- CADORIN, A. M. R.; SOUZA, V. Q.; MANFRON, P. A.; CARON, B. O.; MEDEIROS, S. L. P. Características de plantas de girassol, em função da época de semeadura, na Região Noroeste do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 10, p. 1738-1743, out. 2012.
- CASTRO, C. de; FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 163-218.
- EMBRAPA SOJA. **Girassol**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/girassol>>. Acesso em: 8 set. 2015.
- GAZZOLA, A.; FERREIRA, J. R.; C. T.G.; CUNHA, D. A.; BORTOLINI, E.; PAIAO, G. D.; PRIMIANO, I. V.; PESTANA, J.; D'ANDRÉA, M. S. C.; OLIVEIRA, M. S. **A cultura do girassol**. Piracicaba: FEALQ, 2012. 69 p.
- GODINHO, V. de P. C.; UTUMI, M. M.; CARVALHO, C. G. P. de; BROGIN, R. L.; SILVA, G. S. da; PASSOS, A. M. A. dos; BOTELHO, F. J. E. Avaliação de genótipos de girassol para o cerrado de Rondônia e Mato Grosso: rede nacional - final 2. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 19., 2011, Aracaju. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011. p. 339-342. 1 CDROM.
- SAFRAS NEWS. Goiás é o maior produtor de girassol do Brasil. Disponível em: <<https://safras.news/goias-e-o-maior-produtor-de-girassol-do-brasil-e-nesta-safra-a-producao-deve-aumentar-97/>>. Acesso em 14 de julho 2022.
- SANTOS, Z. M. **Cultivo de girassol em diferentes épocas no norte fluminense: características morfológicas, produtivas e teor de óleo**. 61f. 2014. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes.
- SOUZA, W. L.; FERRARI, R. A.; SCABIO, A.; BARCARO, P. Biodiesel de óleo de girassol e etanol. **Biomassa & Energia**, Viçosa, v. 2, n. 1, p. 1-5, 2005.
- VOGT, G. A.; BALBINOT JÚNIOR, A. A.; SOUZA, A. M. Divergência genética entre cultivares de girassol no Planalto Norte Catarinense. **Scientia Agraria**, v.11, n.4, p.307-315, 2010.

CAPÍTULO 21

UTILIZAÇÃO DE AMINOÁCIDOS COM FUNÇÃO INTESTINAL PARA ANIMAIS NÃO RUMINANTES

Marcos Vinícius Ramos Afonso
Elza Alice de Quadros
Alexandre Alves Abreu
Laura de Almeida Silva
Gabriela Bulkool Ribeiro
Rejane Vilela Silva Souza
Aline de Lima Silva
Juliana Barbara Silva Souza

RESUMO

As funções desempenhadas pelos aminoácidos são diversas, sendo que, cada aminoácido tem predileção e uma forma de atuação diferente, como função de aminoácidos pode ser citado, função imunológica, síntese e absorção de composto, fonte de energia, crescimento, reprodução, dentre outros, portanto os aminoácidos são de extrema importância para o bom desenvolvimento de funcionalidade do organismo. Esses aminoácidos ainda podem ser classificados em aminoácidos essenciais e não essenciais, entretanto, devido a maiores avanços e pesquisas, sabe-se que outras classificações estão surgindo, como, aminoácido condicionalmente essencial, funcional, limitante, estrutural, dentro outras. Entretanto, existe muita discussão em relação as formas de classificar esses aminoácidos, visto que cada espécie animais apresenta exigências que diferem das demais, sendo que, um aminoácido que não é essência para a sobrevivência de uma espécie, em outra pode ser essencial para a sua sobrevivência. Cada espécie animal apresenta capacidade por sintetizar determinados aminoácidos de forma endógena, sendo que, a quantidade sintetizada no seu organismo para suprir as suas necessidades irá os definir. Sabendo isso então, considerando que cada organismo animal necessita de realizar a ingestão de quantidades específicas desses aminoácidos essenciais, a sua falta ou déficit, ocasionará desbalanço de nitrogênio, o que acarreta perdas do desempenho, crescimento, ganho de peso, funcionalidade, danos à saúde podendo levar o animal a óbito. Sabe-se que os aminoácidos apresentam diversas funções no organismo do indivíduo, sendo que se destaca as funções desempenhas no trato gastrointestinal. Entretanto, cada um desempenha um papel divergente e crucial para o funcionamento intestinal, sendo que a ausência pode ocasionar sérios danos intestinais, conseqüentemente, proporciona piora na saúde e qualidade de vida do animal.

PALAVRAS-CHAVE: Compostos nitrogenados. Intestino. Monogástricos. Proteínas.

INTRODUÇÃO

Os aminoácidos são essenciais para a vida e sobrevivência dos seres humanos e animais, podendo ser definidos segundo Marchini et al. (2016), como compostos orgânicos formados a partir de um grupo amino, associado a um grupo carboxila, formando o padrão de aminoácido.



Entretanto, cada aminoácido apresenta cadeias próprias, sendo a mesma responsável por denominar o mesmo.

Os aminoácidos, são unidades básicas que formam as proteínas corporais, podem ser encontrados em todas as matérias primas que contenham proteína. Entretanto, diferentemente dos vegetais, os animais não podem sintetizar todos os aminoácidos para satisfazer suas exigências (ROGERO e TIRAPEGUI, 2008). As funções desempenhadas pelos aminoácidos são diversas, sendo que, cada aminoácido tem predileção e uma forma de atuação diferente, como função de aminoácidos pode ser citado, função imunológica, síntese e absorção de composto, fonte de energia, crescimento, reprodução, dentre outros, portanto os aminoácidos são de extrema importância para o bom desenvolvimento de funcionalidade do organismo (WANG et al., 2016; ZHANG et al., 2017; WU et al., 2018).

Existem na natureza mais de setecentos aminoácidos, dentre eles, apenas vinte são considerados como aminoácidos proteicos, devido a fazerem parte e compor a estrutura das proteínas, os demais são classificados como aminoácidos não proteicos, por não fazer parte da estrutura da proteína. Esses aminoácidos ainda podem ser classificados em aminoácidos essenciais e não essenciais, entretanto, devido a maiores avanços e pesquisas, sabe-se que outras classificações estão surgindo, como, aminoácido condicionalmente essencial, funcional, limitante, estrutural, dentre outras. Entretanto, existe muita discussão em relação as formas de classificar esses aminoácidos, visto que cada espécie animal apresenta exigências que diferem das demais, sendo que, um aminoácido que não é essencial para a sobrevivência de uma espécie, em outra pode ser essencial para a sua sobrevivência (SAKOMURA, 2014).

Cada espécie animal apresenta capacidade por sintetizar determinados aminoácidos de forma endógena, sendo que, a quantidade sintetizada no seu organismo para suprir as suas necessidades irá os definir. Sabendo isso então, considerando que cada organismo animal necessita de realizar a ingestão de quantidades específicas desses aminoácidos essenciais, a sua falta ou déficit, ocasionará desbalanço de nitrogênio, o que acarreta perdas do desempenho, crescimento, ganho de peso, funcionalidade, danos à saúde podendo levar o animal a óbito.

REFERÊNCIAL TEÓRICO

DIGESTÃO E ABSORÇÃO DAS PROTEÍNAS

A digestão das proteínas ingeridas inicia-se no estômago, não sofrendo ação na cavidade oral. No estômago ocorre a modificação química dessas proteínas, ocorrendo a redução no tamanho da partícula, tornando-a menor e fragmentada.



As proteínas e polipeptídios são desnaturados por ação do ácido clorídrico e hidrolisadas pela pepsina. A digestão no estômago representa apenas 10-20% da digestão total proteica. A maior parte desta digestão ocorre no lúmen do duodeno e jejuno, sob a influência do suco pancreático, processando-se, quase completamente no íleo terminal. No intestino delgado, a enteropeptidase, em pH neutro, ativa o tripsinogênio a tripsina que, por sua vez, promove a ativação das outras propeptidases do suco pancreático. Ocorre, então, a hidrólise luminal de proteínas e polipeptídios, produzindo aminoácidos livres e pequenos peptídeos (2-6 aminoácidos). Os aminoácidos e pequenos peptídeos, produtos da hidrólise luminal, são então hidrolisados pelas peptidases da borda em escova a aminoácidos, dipeptídios e tripeptídios que são absorvidos, principalmente, no jejuno próxima (REECE, 2006).

AMINOÁCIDOS E FUNÇÃO INTESTINAL

Sabe-se que os aminoácidos apresentam diversas funções no organismo do indivíduo, sendo que se destaca as funções desempenhadas no trato gastrointestinal. Dentre essas funções pode ser citado, função na integridade da membrana epitelial, manutenção e crescimento de microvilosidades, estímulo e normalização de secreções de citocinas inflamatórias, dentre outros. Todas as funções exercidas pelos aminoácidos visa estabelecer a homeostasia do organismo animal, proporcionando melhor desenvolvimento e saúde ao animal (KONG; ZHANG; ZHANG, 2018).

Existem vinte aminoácidos proteicos, dentre esses os principais que apresentam função intestinal são, Glutamina, Glutamato, Arginina, Glicina, Lisina, Treonina, Triptofano, Metionina, Cisteína e Asparagina. Entretanto, cada um desempenha um papel divergente e crucial para o funcionamento intestinal, sendo que a ausência pode ocasionar sérios danos intestinais, conseqüentemente, proporciona piora na saúde e qualidade de vida do animal.

GLUTAMINA

A glutamina é um dos aminoácidos codificados pelo código genético, sendo, portanto, um dos componentes das proteínas dos seres vivos. A glutamina é o aminoácido livre com grande concentração no tecido muscular, auxiliando na promoção do crescimento muscular, além de proporcionar energia para as células do sistema imunológico. Ela é metabolizada através da ação e reação da glutamina sintase e da síntese de glutamina, realizando a interação do glutamato com a amônia, sendo que, a glutaminase realiza a reação inversa.

As funções desempenhadas pela glutamina no organismo são diversas, atuando na manutenção do sistema imunológico, controle entre o catabolismo e o anabolismo, atua como



precursor do nitrogênio, regulação da síntese das proteínas. Dentre as suas funções desempenhadas, se destaca a função intestinal, sendo que, Kong, Zang e Zang (2018), relatam que a glutamina apresenta função de proporcionar energia para os enterócitos, melhora e estimula o crescimento de enterócitos intestinais, atua na barreira intestinal, dentre outros. Entretanto a ausência da mesma na alimentação de animais pode ocasionar diversos danos à saúde do animal, propondo que a sua ausência pode ocasionar atrofia do epitélio intestinal, conseqüentemente diminuição do tamanho dos enterócitos, diminuição na absorção dos alimentos e aproveitamento dos alimentos.

Trabalhos desenvolvidos por Zhang et al. (2017), avaliando a suplementação de L-glutamina em porcas gestantes constipadas, a fim de averiguar a função intestinas e alívio da constipação. Observaram-se que, quando as porcas foram suplementadas com 10g de L-glutamina por dia, apresentaram diminuição na constipação, devido a apresentarem escores fecais de melhor qualidade em comparação aos animais que não fizeram a ingestão da mesma, devido ao acréscimo proporcionar uma diminuição aumento da microbiota residente e diminuição da microbiota transitória. A L-glutamina pode potencializar a melhora da constipação de fêmeas suínas gestantes devido a melhora da constipação microbiológica no intestino desses animais.

Wang et al. (2016), realizaram trabalho a fim de identificar os efeitos da glutamina em intestino de suínos, avaliando a proliferação e permeabilidade das células intestinais e sob a integridade da tight junctions. Observaram que, quando adicionaram 2,0mmol de glutamina, ocorreu aumento no número de células intestinais e taxa de crescimento, sendo que, a permeabilidade foi menor para o grupo controle onde não houve adição da glutamina, diminuindo de acordo com a adição (0,5, 1,0 e 2,0) respectivamente. Em relação a tight junctions, a glutamina proporcionou melhor localização da claudina-1, claudina-4 e zonula occludens-1 em comparação ao grupo controle, entretanto, a ocludina, claudina -3, zonula occludens- 2, zonula occludens- 3 e moléculas de adesão de junção-A, não demonstraram diferença entre os tratamentos. A glutamina atuou como fonte de energia para as células epiteliais, favorecendo assim o seu desenvolvimento e multiplicação, agindo também na regulação das proteínas transmembranas, atuando na função da barreira intestinal.

Pesquisas realizadas por Kisani et al. (2018), avaliando a adição de glutamina sobre as características de epitélio intestinal em cães, após ressecção cirúrgica, observaram que, quando os cães foram alimentados com glutamina oral, apresentaram crescimento na altura e largura da vilosidade intestinal, entretanto, os cães que não fora fornecido a glutamina apresentaram menor



profundidade de criptas e espessura da parede intestinal. Portanto a glutamina proporcionou melhor adaptação do intestino em cães, ocasionando benefícios a saúde intestinal dos mesmos.

Trabalhos realizados por *Shakeri et al. (2016)*, analisando os impactos da glutamina na água de beber sobre o desempenho, a morfologia intestinal de frangos, sob diferentes densidades de estocagem. Os resultados demonstraram que houve melhora significativa no ganho de peso dos frangos, crescimento das microvilosidades intestinais e diminuição da mortalidade dos frangos em comparação aos animais que não ingeriram a glutamina. Devido a glutamina ser utilizada como fonte de energia para o epitélio intestinal, os autores afirmam que, a sua utilização ocasionou melhora na saúde intestinal em frangos em alta densidade, proporcionando melhor absorção de nutrientes, conseqüentemente maior ganho de peso, interferindo na menor mortalidade dos mesmos.

GLUTAMATO

O glutamato é considerado um dos aminoácidos mais abundantes presente em alimentos e tecidos animais, sendo que, nos dias atuais tem-se aumentado o interesse do seu estudo por nutricionistas, visando as diversas funções que o mesmo pode exercer sobre o metabolismo e a fisiologia do organismo (HOU e WU, 2018), podendo ser encontrado em leite materno, mucosas intestinais e outros alimentos, (JIAO et al., 2015)

Nos dias atuais devido a maiores estudos sobre o uso do glutamato na alimentação animal, é classificado como aminoácido condicionalmente essencial, pois é capaz de apresentar funções no corpo do indivíduo, a fim de manter a homeostasia. Devido este aminoácido não ser considerado como essencial, surgem diversas questões sobre a necessidade do real uso para suplementação na alimentação animal, como: custo na alimentação, eficiência alimentar, efeitos para o animal, necessidade, dentre outros fatores. (HOU e WU, 2018).

O glutamato é precursor importante para a síntese de poliaminas, glutatona, prolina, citrulina, aspartato, arginina e como fonte de energia para os enterócitos (BARRIN e STOLL, 2009; JIAO et al., 2015). Estudos relatam a glutamina como importante combustível metabólico para os enterócitos intestinais, sendo o mesmo metabolizado durante a sua passagem pelo intestino delgado, sendo que o seu transporte pelo transportado de aminoácidos excitatórios é o principal caminho para a utilização do mesmo pelos enterócitos. Além disso, a glutamato pode ativar mediadores químicos presentes no trato gastrointestinal, que ocasiona produção de serotonina pelas células enteroendócrinas (JIAO et al., 2015).

Diversos trabalhos avaliando a função do glutamato para o trato gastrointestinal de animais, relatam que o mesmo pode apresentar diversas funções, como substrato energético para o intestino, proporciona aumento de micro vilosidades intestinais, crescimento corporal, apresenta ação na barreira epitelial atuando também como antioxidante (MICHAEL et al., 2007; HOU e WU, 2018), sinalização celular, imunidade, respostas anti-inflamatórias e modulação gênica (JIAO et al., 2015).

Blachier et al. (2009) realizaram trabalhos a fim de descrever o metabolismo e funções desempenhadas pelo glutamato nas células epiteliais do intestino delgado e grosso. Relatarão que o glutamato está envolvido em processos de desintoxicação do trato gastrointestinal, sendo ainda um precursor de diversos aminoácidos, já nos colonoscitos o glutamato também tem função como fonte de energia, servindo como precursor dos ácidos graxos propionato, butirato e acetato nas bactérias ali presentes.

Segundo Duan et al. (2017), suplementando suínos com ácido glutâmico sobre ração com presença de mofo (microtoxinas), avaliando sistema antioxidante e morfologia intestinal, observaram que os animais que foram alimentado com ração contendo microtoxinas, apresentaram efeitos prejudiciais morfologia intestinal e sistema antioxidante comparado com o tratamento controle, já, quando mesmo com presença da microtoxina foi adicionado o glutamato, os animais apresentaram melhores parâmetros em relação a morfologia intestinal e sistema antioxidante. O uso do glutamato proporciona melhor regulação nutricional, minimizando os impactos que a microtoxina ocasiona no trato gastrointestinal dos suínos.

Trabalhos realizados por Jiao et al. (2015), avaliando níveis de glutamato sobre a mucosa e barreira intestinal de suínos, observou-se que, a adição proporcionou crescimento, viabilidade e integridade do epitélio intestinal, aumento o seu efeito no período de zero horas até quarenta e oito horas. O glutamato desenvolveu função na barreira da mucosa intestinal, proporcionando melhores características dos mesmos.

ARGININA

A arginina é um dos aminoácidos que apresentam várias funções no organismo dos animais (MURAKAMI et al 2012), essencial para mamíferos jovens, especialmente para aqueles sob estresse. A arginina desempenha um papel importante em muitas vias metabólicas, porque serve como um precursor para a síntese de moléculas biologicamente importantes, como óxido nítrico, creatina, ornitina e poliaminas (Zheng et al., 2018), também é necessária para a liberação da inulina e hormônio do crescimento (MURAKAMI et al., 2012). Na síntese de



ornitina, o precursor de poliaminas apresenta função na divisão celular, síntese de DNA e na regulação do ciclo celular, também participa na síntese de óxido nítrico, por intermédio da ação de enzimas catalíticas (SILVA et al., 2012)

Na biossíntese da arginina ela interage com a metionina, sendo que, a arginina transfere um grupo guanidina a glicina pela ação da enzima aminotransferase, que produz a ornitina e o ácido guanidinoacético. A arginina ainda é capaz através de mecanismos em formar a creatina, armazenada nos músculos convertida em creatinina, podendo também ser excretada pelos rins (ESSER et al., 2017).

Pesquisas recentes indicam que a suplementação de arginina em dietas convencionais pode melhorar diversas características fisiológicas dos animais, dentre elas o crescimento, desempenho da produção, duração de lactação em fêmeas suínas, na creche, desmame e crescimento. Evidências demonstram que a arginina é um aminoácido nutricionalmente essencial para porcos recém-desmamados para manter a fisiologia e melhorar a eficiência na utilização proteínica dietética para a maturação intestinal e crescimento corporal. Além disso, descobertas recentes indicam que quantidades adequadas de arginina são necessárias para apoiar a máxima lactação e reprodução desempenho em suínos. A arginina é verdadeiramente funcional e aminoácido condicionalmente essencial na nutrição suína. Estes resultados também têm importantes implicações para melhorar a nutrição de seres humanos e outros animais (WU et al., 2018)

Zheng et al. (2018), realizam trabalhos avaliando níveis de inclusão de arginina, na alimentação de leitões abaixo do peso, a fim de averiguar o crescimento dos leitões e a morfologia intestinal nos mesmos. Os resultados mostraram que em relação ao crescimento corpóreo e ganho de peso diário, os leitões que foram alimentados com 0,5 e 1,0 de L-arginina apresentaram maior peso final em comparação aos animais que não foram suplementados com arginina, já em relação a eficiência alimentar, para todas os níveis de inclusão de arginina (0,5/ 1,0 e 1,5) os leitões apresentaram melhor eficiência alimentar comparado com o controle. Avaliando a morfologia intestinal, não houve diferença no crescimento das vilosidades no duodeno e criptas no duodeno, jejuno e íleo entre os leitões alimentados com dieta sem arginina ou dietas contendo 1,0% de arginina, entretanto, as vilosidades presentes no jejuno e íleo aumentaram quando os mesmos foram alimentados com adição de 1,0% de arginina. A arginina promoveu a estimulação da secreção de insulina, sendo que, o aumento dos hormônios anabólicos melhora a eficiência da utilização de nutrientes e melhora a síntese proteica tecidual,



melhorando o aproveitamento, em consequência melhora da morfologia intestinal (KIM e WU, 2004).

Trabalhos realizados por Laika e Jahanian (2017), avaliaram os efeitos da suplementação de arginina sobre as características morfológicas de células do epitélio jejunal em frangos de corte desafiados com coccídios. A adição da arginina em frangos de corte proporcionou melhora em todas as características da morfologia jejunal avaliadas (altura e largura das vilosidades, profundidade da cripta; correlação da altura da vilosidade à razão da profundidade da cripta, área de superfície das vilosidades, espessura da camada submucosa e espessura da camada muscular) de forma linear. A adição da arginina proporcionou melhora nas características epiteliais, decorrente aos impactos positivos da suplementação sobre os índices morfológicos das células epiteliais jejunais, devido a produção de óxido nítrico.

METIONINA

A metionina possui nome químico de 2-amino-4-(methyl-thiol) ácido butírico, classificado como aminoácido sulfurado, igualmente como a cisteína, devido apresentarem apenas um átomo de enxofre na composição. Embora ambos os aminoácidos sejam denominados sulfurados, somente a metionina é considerada essencial para peixes, suínos, aves, cães e gatos, devido não produzirem no organismo dessas espécies. (SAKOMURA, 2014).

A metionina é um aminoácido considerado essencial para alimentação animal, sendo que na nutrição de peixes ele é indispensável. Desempenha papel único na estrutura das proteínas e no metabolismo, obtido através da hidrólise das proteínas, isolada primordialmente da caseína (MARTÍN-VENEGAS et al., 2013; CHEN et al., 2014).

A metionina pode ser considerada um dos aminoácidos mais importantes para os animais devido a várias funções como, síntese da glutatona, síntese de creatina, síntese de poliaminas, síntese de proteína corporal, metilação de RNA e DNA, síntese proteínas e lipídios, síntese da taurina, (SAKOMURA, 2014). Para o metabolismo da metionina estão incluídos os processos de transmetilação, remetilação ou transulfuração. Na transmetilação a L-metionina é ativada através do ATP, formando a S-adenosilmetionina, a transmetilação dá origem a S-adenosil-homocisteína, já a remetilação proporciona a conservação da metionina, entretanto a transulfuração gera produtos catabólicos (MARTÍN-VENEGAS et al., 2013).

Pesquisadores relatam que a metionina também apresentar caráter limitante da dieta dos animais, havendo discrepância entre trabalhos. Alguns trabalhos defendem a ideia que a metionina é o segundo aminoácido com maior potencial limitante, entretanto, a maioria dos



trabalhos apontam que a metionina é o terceiro limitante, posteriormente a lisina e treonina (PIRES et al., 2006)

A metionina desempenha funções no organismo dos animais, atuando na imunidade intestinal, resposta a antígenos, dentre outras. Dentre as funções desempenhadas pela metionina, se destacam as funções intestinais, sendo que, ela está relacionada com a digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes no trato gastrointestinal, regulação da mucosa intestinal, proporcionando uma melhor funcionalidade intestinal (CHEN et al., 2014).

Trabalhos relatam que o uso de DL-metionina pode ser uma alternativa para melhorar o desempenho de peixes. A suplementação de metionina proporcionou melhor eficiência alimentar, conseqüentemente aumento no crescimento e desempenho, sendo que, o hidróxido de metionina como fonte suplementar a metionina, também pode proporcionar efeitos benéficos na saúde dos peixes ocasionando melhores padrões e maior produtividade (XIÃO et al., 2010).

Segundo Pan et al. (2017), utilizando níveis de inclusão de hidroxilado de metionina em dietas de carpas, avaliando a função da barreira intestinal observaram que, houve aumento da resistência dos peixes em apresentar enterite quando foram suplementados com a metionina. Tal resultado decorre da ação efetiva do hidroxilado de metionina na mucosa intestinal, podendo estar relacionado com a função da barreira imunológica e física, portanto, o seu uso é uma alternativa a fim de minimizar os casos de enterite de peixes.

CISTEÍNA

A cisteína é um aminoácido sulfurado, sendo produzida durante o processo de metabolismo da metionina, e possui diversas funções no em todo o organismo dos animais. A classificação era considerada como um aminoácido não essencial na nutrição dos animais, contendo enxofre na sua composição química. Entretanto, devido a maiores pesquisas, sabe-se que o seu uso apresenta funções no organismo animal, devido a isso surge uma nova classificação, sugerindo ser classificada como condicionalmente essencial (RÉMOND et al., 2011).

Os átomos de enxofre de duas moléculas de cisteína, em peptídeos e proteínas, são ligados formando a cistina. A L-cistina é fabricada através da retirada de hidrolisados de proteínas, por intermédio da conversão enzimática pelo ácido carboxílico, ou pela fermentação por fontes de carboidratos, sendo que, as características encontradas na indústria são de um pó branco ou cristalino, sem sabor, odor e apresenta baixa solubilidade (BRUMANO, 2008).

A cisteína é utilizada na síntese de proteínas, entretanto, também está envolvida na produção de outros compostos e moléculas essenciais, podendo ser citada à taurina que é um aminoácido essencial para gatos, enxofre inorgânico, glutathiona e coenzima A. Por intermédio da transmetilação e transulfuração, a cisteína pode ser sintetizado através da metionina, sendo que, essa é a principal forma da cisteína circulante (RÉMOND et al., 2011).

As funções desempenhadas pela cisteína são diversas, podendo ser utilizada a fim de melhorar as funções hepáticas, sendo que o seu uso também é encontrado em cosméticos, expectorantes, dentre outros. Já no trato gastrointestinal ela apresenta um importante papel como antioxidante e anti-inflamatório (AJINOMOTO, 2019). Entretanto, trabalhos apontam que o metabólico da L-cisteína é encontrado no plasma sanguíneo, sendo que o aumento está sendo relacionado ao acréscimo de massa gorda e índice corporal, sendo que, esses valores tem correlação com índices de obesidade (NAKATSU et al., 2015)

Segundo Rémond et al. (2011), avaliando o uso de L-cisteína administrada através de aplicação intravenosa e intragástrica, em mini porcos submetidos a aplicação no íleo de ácido trinitrobenzeno sulfônico, obtiveram os seguintes resultados, devido a aplicação do ácido ocasionou uma processo inflamatório local, onde foi avaliado os efeitos da L-cisteína, observaram que, aproximadamente sessenta por cento da cisteína fornecida por via intragástrica foi absorvida pela mucosa intestinal, já os níveis sanguíneos se manteve estável sem alteração devido a ileíte, mesmo com o processo infamatório a captação de cistina são foi alterada. Devido a ileíte ocorre a síntese da mucina através da treonina, aumenta a produção de muco, entretanto tal fenômeno não altera a absorção intestinal da cisteína, sendo que, a metionina foi utilizada com bastante êxito pelos enterócitos.

Mesmo a cisteína apresentadas funções benéficas para a saúde e morfologia intestinal, é importante se salientar que dependendo das concentrações, os efeitos podem ser maléficos, ocasionando danos à saúde e qualidade de vida dos animais (RÉMOND et al., 2011; LI et al., 2016). Trabalhos realizados por Ji et al. (2016), avaliando diferentes níveis de adição de L-cisteína nos enterócitos de suínos, observaram que, quando foi submetido as células intestinais a solução com concentração de 5 a 10mmol de L-cisteína, houve redução no número de vilosidades, devido a intensificação da morte celular. Altas concentrações de L-cisteína ocasionam toxicidade nas células intestinais, induz morte celular semelhante a vacúolos.

ASPARAGINA

A asparagina é uma enzima citoplasmática oriunda do aspartato, utilizando a glutamina como substrato para transferir grupos de amida para ácido aspártico para formação da asparagina. É um dos vinte aminoácidos proteicos, comumente encontrado, sendo composto por uma fórmula química, codificado pelo código genético, presente como componente proteico nos seres vivos e apresenta um importante papel na utilização de nitrogênio em novos tecidos vegetais (QU et al., 2019).

A asparagina é um aminoácido classificado como essencial, que possui a estrutura química semelhante ao da glutamina, entretanto, com ausência do grupo metileno, sendo que, o seu uso pode ser realizado como uma alternativa ao uso da glutamina (ZHU et al., 2017). Entretanto, também possui estrutura semelhante ao do aspartato, podendo ser desaminado para a formação do aspartato pela reação de amidação, fazendo uso da dependência de ATP (KANG et al., 2018).

As funções desempenhadas pela asparagina são como estimuladoras da ornitina descarboxilase, proliferação celular, crescimento e síntese proteica em camundongos (KANG et al., 2018), entretanto a sua ausência pode ocasionar déficit no crescimento de camundongos. Contribui para o sistema imunológico, estimula a ornitina descarboxilase e proliferação celular em todos os tipos (WANG et al., 2015). Dentre as suas funções e utilidades ainda pode ser citado a sua função intestinal, atuação na barreira epitelial, auxílio em na melhora em lesões (ZHU et al., 2017) e aumento de células intestinais (WANG et al., 2015).

Trabalho realizado Wang et al. 2015, avaliando a ação da asparagina no epitélio intestinal de leitões desafiados por lipopolissacarídeo de *Escherichia coli*, observaram, a suplementação pela asparagina melhorou a morfologia intestinal, aumento nas vilosidades epiteliais, melhorou o estado de energia intestinal. A asparagina proporcionou diminuição dos efeitos ocasionados pela *Escherichia coli*, ocorrendo melhoras nas qualidades morfológicas do intestino, proporcionando melhor qualidade de vida aos animais.

Zhu et al. (2017), investigaram os efeitos da suplementação de asparagina para leitões, sobre as características na função da barreira intestinal em animais submetidos a lipopolissacarídeos de *Escherichia coli*. Relataram que o lipopolissacarídeo provocou alterações morfológicas e atrofia das microvilosidades, entretanto, os animais que foram suplementados com a asparagina apresentaram menores alterações morfológicas, atrofia das microvilosidades e comprometimento intestinal em comparação aos animais que não fizeram o



seu uso. A utilização da asparagina como função de minimizar os impactos ocasionados pela *Escherichia coli* se mostrou uma alternativa interessante, devido aos melhores danos sofridos pelos animais, promovendo melhores parâmetros intestinais quando os suínos foram submetidos ao estresse pelos lipopolissacarídeos.

GLICINA

A glicina é considerada o aminoácido mais simples dentre os aminoácidos proteicos, devido a possuir apenas um átomo de hidrogênio na cadeia lateral, sendo nutricionalmente essencial para aves e condicionalmente essencial para mamíferos jovens (WANG et al., 2014). Dentre os diversos aminoácidos existentes, a glicina é um dos mais abundantes no corpo, sendo necessária para diversas finalidades no indivíduo. O seu uso é essencial para o crescimento e desenvolvimento do indivíduo, na biossíntese dos ácidos nucleicos, fosfato de creatina, porfirinas, ácidos biliares dentre outros (WANG et al., 2014; LI et al., 2016).

As funções desempenhadas pela glicina no organismo são diversas, sendo que pode atuar na prevenção de lesão hepática, proteção renal, pulmonar e hepática, atividades neurotransmissoras inibitórias, formação do glicogênio, formação do ácido glioxílico, também pode ser convertida em creatina, que é um composto presente no tecido muscular (HOWARD et al., 2010). A glicina apesar de apresentar funções como proteção de vários órgãos, também demonstra funcionalidade no trato gastrointestinal dos animais, sendo que, está associada a digestão e absorção de gorduras e ácidos graxos de cadeia longa, por intermédio da conjugação de ácidos biliares no lúmen intestinal, proliferação celular, resposta imune, comportamento animal e desenvolvimento do tecido intestinal, sendo que, a sua ausência pode ocasionar disfunções intestinais proporcionando um menor desempenho nos animais, conseqüentemente menor desenvolvimento e ganho de peso (LI et al., 2016).

Segundo Wang et al. (2014) avaliando o incremento de diversas concentrações de glicina sobre a proliferação celular e número de células no intestino delgado de leitões neonatos, relataram que de acordo com acréscimo da glicina (0%, 0,1%, 0,25%, 0,5%, 1%, 2%), obtiveram um efeito quadrático para a proliferação e número de células, sendo que, o incremento de 1% proporcionou os melhores parâmetros numericamente, entretanto, só houve diferença significativa para o grupo que não recebeu nenhum incremento. Quando efetuado o estresse oxidativo induzido por 30umol/ L de 4-didroxinonal, sobre a viabilidade e proliferação celular, observaram atenuação da apoptose celular, respectivamente para os tratamentos de 0,25% a 1%. Tal resultado demonstra que a adição de glicina pode proporcionar

melhora nas características epiteliais intestinais, sendo uma opção a fim de minimizar os impactos intestinais ocorridos através do estresse oxidativo.

Li et al. (2016) comparando os efeitos em cultivo de glicina (0,05mmol de glicina/ L, 0,25 ou 1,0) células do lúmen do intestino delgado de suínos recém-nascidos, avaliando expressão de proteínas da junção estreita e função da barreira mucosa intestinal, observaram que, a glicina melhorou a integridade da barreira intestinal, devido ao aumento na resistência elétrica transepitelial, e melhor expressão de proteínas de junção estreita através do aumento da expressão para claudina-3, claudina-7. Tal resultado sugere que o uso de glicina pode favorecer como estratégia nutricional para melhorar a função da barreira da mucosa intestinal.

TREONINA

A treonina é um dos aminoácidos essenciais para a alimentação de animais vertebrados, tendo intensa ligação com a regulação de alimento (FENG et al., 2013), estando presente em grande concentração nas mucinas intestinais (ZHANG et al., 2019). Estudos realizados com a treonina, relatam que é considerada como o terceiro aminoácido limitante na dieta dos animais, sendo que a metionina é o primeiro aminoácido limitante, seguido da lisina (ROSSONI et al., 2008; AZZAM, DONG e ZOU, 2016).

Grande concentração de treonina é utilizado pelo intestino, sendo que o mesmo retém até sessenta por cento da L-treonina presente na dieta para realizar a síntese da mucina, portanto, o seu uso pelo intestino é superior que diversos outros aminoácidos essenciais para a dieta dos animais (ZHANG et al., 2019). Sabe-se que a treonina é um aminoácido que desempenha diversas funções importantes no organismo animal, dentre essas, a formação de proteínas e manutenção p do turnover proteico, auxilia na produção de anticorpo, formação de colágeno e elastina (SÁ MORAES et al., 2007). Já em relação as funções intestinais, podem ser citadas como importante para o crescimento epitelial, desenvolvimentos dos órgãos digestivos (FENG et al., 2013) e síntese da mucina (ZHANG et al., 2019).

Decorrente a treonina ser um aminoácido essencial para alimentação de aves, suínos e peixes, a sua falta na alimentação desses animais, ocasionam danos à saúde dos mesmos. Trabalhos realizados por Feng et al., 2013 e Zhang et al., 2019, demonstram quem a ausência de treonina na alimentação de animais, ocasiona diminuição da altura das vilosidades intestinais, perdas no crescimento muscular, conseqüentemente ocasionará perdas no desempenho desses animais.



Entretanto, quando avaliado o excesso de treonina na alimentação de suínos, a mesma ocasiona efeitos negativos no consumo de alimento, deposição de gordura, trazendo malefícios a saúde. O acúmulo de treonina circulante no sangue gera por meio dos animais, redução da secreção de serotonina no cérebro, diminuição na ingestão de alimento, devido a sua função limitante e dificuldade de oxidação do excesso da mesma (ROSSONI et al., 2008).

Trabalhos realizados por Feng et al. (2013), quantificando os efeitos da suplementação de treonina na alimentação de peixes, sobre o crescimento e proliferação e diferenciação de enterócitos. Os resultados demonstraram que houve diferença significativa para a suplementação com a treonina, sendo os melhores resultados nos grupos com maior concentração de treonina em comparação ao grupo que não fora suplementado. Portanto, a treonina é capaz de estimular o desenvolvimento e aumento na capacidade absorptiva e digestiva, além de melhorar a proliferação e diferenciação de enterócitos, entretanto, os seus mecanismos ainda não são completamente estudados.

Segundo Zhang et al. 2016, avaliando as características intestinais sobre a restrição da treonina na dieta de aves, observaram que houve diferença em relação ao ganho de peso corporal, menor profundidade de criptas e maior permeabilidade intestinal, comparado com o grupo que recebeu as quantidades adequadas de treonina. A deficiência de treonina na dieta de aves, proporciona alterações intestinais, diminuindo a sua funcionalidade o tornando mais exposto a agentes causadores de doença. A treonina mantém a homeostase intestinal em aves e a ausência pode carregar déficit de desempenhos dos mesmos.

LISINA

A lisina é considerada um aminoácido essencial para a alimentação humana e de animais, sendo o aminoácido mais comum presente na alimentação e dietas, portanto, é um dos principais responsáveis por limitar o consumo de alimento (YIN et al., 2018). A oxidação da lisina ocorre através da via de alfa-cetoglutarato redutase da lisina, sendo que, os mesmos serão convertidos em sacaropina, onde a sacaropina será convertida em semialdeído e glutamato de alfa-aminoadipato através da sacaropina desidrogenase (MANANGI et al., 2005).

A lisina é indispensável para a alimentação de animais não ruminantes, sendo usado até mesmo como suplemento na alimentação de animais ruminantes, entretanto, deve-se salientar sobre os efeitos do uso de forma exacerbada desse aminoácido na alimentação animal (JIA et al., 2019), em frangos ela é considerada como o segundo aminoácido limitante (NEME et al., 2001). Animais que recebem grandes concentrações de lisina na dieta podem apresentar menor

consumo de alimento, ocasionando diminuição no ganho de peso, perda de desempenho, podendo ainda ocasionar alterações nas características hematológicas, morfologia intestinal e perfil hepático (JIA et al., 2019).

Nos dias atuais, pensando-se em formular uma dieta no conceito de proteína ideal, mesmo a lisina apresentar fatores limitantes para o consumo de alimento, se faz necessário o uso para acrescer a proteína corpórea devido a via metabólica. As principais razões para o seu uso na alimentação, decorre da facilidade relativa de análise nos alimentos, inúmeras informações sobre a digestibilidade e absorção utilizada para o acréscimo de proteína corporal (NEME et al., 2001).

As funções desempenhadas pela lisina, podem ser citadas, proliferação, metabolismo celular (YIN et al., 2018) e síntese muscular (TAKEARA et al., 2010). Trabalhos relatam que em frangos, diferentes níveis de lisina atuam para o desenvolvimento do musculo peitoral, decorrente a maior capacidade hiperplásica das células musculares de frangos de corte (VIOLA et al., 2009).

Segundo Jia et al. (2019), trabalhando com diferentes níveis de suplementação (1%, 4%, 7% ou 10%) de L- lisina na ração de frangos de corte, avaliando a morfologia intestinal demonstrada pelos animais em relação a vilosidades e criptas, observaram que, a altura de vilosidades e profundidade de criptas, foram menores nos animais suplementados com 7% e 10%, entretanto na relação vilo-cripta, não foram afetadas independente da suplementação por L-lisina.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os aminoácidos com função intestinal são, a glutamina, glutamato, arginina, glicina, lisina, treonina, triptofano, metionina, cisteína e asparagina. Apresentam efeitos no trato gastrointestinal, fornecendo energia para as células epiteliais, melhora a absorção de nutrientes, atuam na proteção contra agentes patogênicos, melhora a saúde intestinal dos animais, proporcionando melhor desempenho.

REFERÊNCIAS

AJINOMOTO – 2019. Disponível em: < <https://aminoscience.com.br/farmacos/aminoacidos/cisteina-v3.pdf>>. Acesso em : 20 de maio 2019.

AZZAM, M. M. M.; DONG, X. Y.; ZOU, X. T. Effect of dietary threonine on laying performance and intestinal immunity of laying hens fed low-crude-protein diets during the peak

production period. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 101, p. 55 – 66, 2017.

BLACHIER, F.; BOUTRY, C.; BOS, C.; TOMÉ, D. Metabolism and functions of L-glutamate in the epithelial cells of the small and large intestines. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 90, n. 3, p. 814–821, 2009.

BRUMANO, G. Fatores que influenciam as exigências de metionina+cistina para aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, n. 6, p. 749-761, 2008.

BURRIN, D. G.; STOLL, B. Metabolic fate and function of dietary glutamate in the gut. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 90, n. 3, p. 850–856, 2009.

CHEN, Y.; LI, D.; DAI, Z.; PIAO, X.; WU, Z.; WANG, B.; ZHU, Y.; ZENG, Z. L-methionine supplementation maintains the integrity and barrier function of the small-intestinal mucosa in post-weaning piglets. **Amino Acids**, v. 46, n. 4 , p. 1131–1142, 2016.

DUAN, J.; YIN, J.; WU, M.; LIAO, P.; DENG, D.; LIU, G.; WEN, Q.; WANG, Y.; QIU, W.; LIU, Y.; WU, X.; REN, W.; TAN, B.; CHEN, M.; XIAO.; L. L. W.; LI, T. H.; MENGACOLA.; ADEOLA, O.; YIN, Y. Dietary Glutamate Supplementation Ameliorates Mycotoxin-Induced Abnormalities in the Intestinal Structure and Expression of Amino Acid Transporters in Young Pigs. **Public Library of Science**, v. 9, n. 11, p. 1-10, 2014.

ESSER, A. F. G.; GONÇALVES, D. R. M.; RORIG, A.; CRISTO, A. B.; PERINI, R.; FERNANDES, J. I. M. Effects of Guanidionoacetic Acid and Arginine Supplementation to Vegetable Diets Fed to Broiler Chickens Subjected to Heat Stress before Slaughter. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 19, n. 3, p. 429-436, 2017.

FENG, L.; PENG, Y.; WU, P.; HU, K.; JIANG, W.; LIU, Y.; JIANG, J.; LI, S.; ZHOU, X. Threonine affects intestinal function, protein synthesis and gene expression of TOR in jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). **PLOS ONE**, v. 8, n.7, p. 1-14, 2013.

FENG, L.; PENG, Y.; WU, P.; HU, K.; JIANG, W.; LIU, Y.; JIANG, J.; LI, S.; ZHOU, X. Threonine Affects Intestinal Function, Protein Synthesis and Gene Expression of TOR in Jian Carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). **PLOS ONE**, v. 8, n.7, p. 1-14, 2013.

HOU, Y.; WU, G. L-Glutamate nutrition and metabolism in swine. **Amino Acids**, v. 50, n. 11, p. 1497–1510, 2018.

HOWARD, A.; TAHIR, I.; JAVED, S.; WARING, S. M.; FORD, D.; HIRST, B. H. Glycine transporter GLYT1 is essential for glycine-mediated protection of human intestinal epithelial cells against oxidative damage. **The Journal physiology**, v. 15, n. 588, p. 995–1009, 2010.

JANECZKO, M. J.; STOLL, B.; CHANG, X.; GUAN, X.; BURRIN, D .G. Extensive gut metabolism limits the intestinal absorption of excessive supplemental dietary glutamate loads in infant pigs. **The Journal of Nutrition**, v. 137, n. 11, p. 2384–2390, 2007.

JI, Y.; WU, Z.; DAI, Z.; SUN, K.; ZHANG, Q.; WU, G. Excessive L-cysteine induces vacuole-like cell death by activating endoplasmic reticulum stress and mitogen-activated protein kinase signaling in intestinal porcine epithelial cells. **Amino Acids**, v. 48, n. 1, p. 149–156, 2016.

JIA, H.; HE, T.; YU, H.; ZENG, X.; ZHANG, S.; MA, W. Effects of L-lysine H₂SO₄ product on the intestinal morphology and liver pathology using broiler model. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v.10, n. 1, p. 1-10, 2019.

JIAO, N.; WU, Z.; JI, Y.; WANG, B.; DAI, Z.; WU, G. L-glutamate enhances barrier and antioxidative functions in intestinal porcine epithelial cells. **The Journal of Nutrition**, v. 145, n. 10, p. 2258–2264, 2015.

KANG, P.; LIU, Y.; ZHU, H.; ZHANG, J.; SHI, H.; LI, S.; PI, D.; LENG, W.; WANG, X.; WU, H.; HOU, Y. The effect of dietary asparagine supplementation on energy metabolism in liver of weaning pigs when challenged with lipopolysaccharide. **Asian-Australas Journal Animal Sciences**, v. 31, n. 4, p. 548–555, 2018.

KIM, S. W.; WU, G. Dietary arginine supplementation enhances the growth of milk-fed young pigs. **The Journal of Nutrition**, v. 134, n. 3, p. 625–630, 2004.

KISANI, A. I.; ADEYANJU, J. B.; ELSA, A. T.; SONFADA, M. L. Management of Short Bowel Syndrome in Nigerian Dogs. **World's Veterinary Journal**, v. 8, n. 2, p. 34-47, 2018.

LAIKA, M.; JAHANIAN, R. Increase in dietary arginine level could ameliorate detrimental impacts of coccidial infection in broiler chickens. **Livestock Science**, v. 195, p. 38-44, 2017.

LI, W.; SUN, K.; JI, Y.; WU, Z.; WANG, W.; DAI, Z.; WU, G. Glycine Regulates Expression and Distribution of Claudin-7 and ZO-3 Proteins in Intestinal Porcine Epithelial Cells. **The Journal of Nutrition**, v. 146, n. 5, p. 964–969, 2016.

MANANGI, M. K.; HOEWING, S. F. A.; ENGELS, J. G.; HIGGINS, A. D.; KILLEFER, J.; E. WILSON, M.; BLEMININGS, K. P. Lysine α -ketoglutarate reductase and lysine oxidation are distributed in the extrahepatic tissues of chickens. **The Journal of Nutrition**, v. 135, n. 1, p. 81–85, 2005.

MARTÍN-VENEGAS, R.; BRUFAU, M. T.; GUERRERO-ZAMORA, A. M.; MERCIER, Y.; GERAERT, P.; FERRER, R. The methionine precursor DL-2-hydroxy-(4-methylthio) butanoic acid protects intestinal epithelial barrier function. **Food Chemistry**, v. 141, n. 3, p. 1702-1709, 2013.

MURAKAMI, A. E.; FERNANDES, J. I. M.; HERNANDES, L.; SANTOS, T. C. Effects of starter diet supplementation with arginine on broiler production performance and on small intestine morphometry. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, n. 3, p. 259-266, 2012.

NAKATSU, D.; HORIUCHI, Y.; KANO, F.; NOGUCHI, Y.; SUGAWARA, T.; TAKAMOTO, I.; KUBOTA, N.; KADOWAKI, T.; MURATA, M. L-cysteine reversibly inhibits glucose-induced biphasic insulin secretion and ATP production by inactivating PKM2. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 112, n.10, p. E1067–E1076, 2015.

NEME, R.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; RODRIGUEIRO, R. J. B.; TOLEDO, R. S. Determinação da biodisponibilidade da lisina sulfato e lisina HCl com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1750-1759, 2001. p. 267-273, 2012.

PAN, F.; WU, P.; FENG, L.; JIANG, W.; KUANG, S.; TANG, L.; TANG, W.; ZHANG, Y.; ZHOU, X.; LIU, Y. Methionine hydroxy analogue improves intestinal immunological and physical barrier function in young grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). **Fish & Shellfish Immunology**, v. 64, p. 122-136, 2017.

PIRES, C. V.; OLIVEIRA³, M. G. A.; ROSA, J. C.; COSTA, N. M. B. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 179-187, 2006.

QU, C.; HAO, B.; XU, X.; WANG, Y.; YANG, C.; XU, Z.; LIU, G. Functional research on three presumed asparagine synthetase family members in poplar. **Genes**, v. 10, n. 326 p. 1-16, 2019.

RÉMOND, D.; BUFFIÈRE, C.; POUYET, C.; PAPET, I.; DARDEVET, D.; SAVARY-AUZÉLOUX, I.; WILLIAMSON, G.; FAURE, M.; BREUILLÉ, D. Cysteine fluxes across the portal-drained viscera of enterally fed minipigs: effect of an acute intestinal inflammation. **Amino Acids**, v. 40, n. 2, p. 543–552, 2011.

ROGERO, M. M.; TIRAPEGUI, J. Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e exercício físico. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 44, n. 4, p. 563-575, 2008.

ROSSONI, M. C.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. N.; SILVA, F. C. O.; ABREU, M. L. T.; KILL, J. L.; FERREIRA, A. S.; GATTÁS, G. Níveis de treonina digestível para suínos machos castrados, de alto potencial genético para deposição de carne na fase de terminação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 4, p. 884-889, 2008.

SÁ MORAES, L.; GOMES, P. C.; CECON, P. R.; ROSTAGNO, H. S.; D'AGOSTINI, P. Exigência nutricional de treonina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1846-1853, 2007.

SÁ MORAES, L.; GOMES, P. C.; CECON, P. R.; ROSTAGNO, H. S.; D'AGOSTINI, P. Exigência nutricional de treonina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1846-1853, 2007.

SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de Não Ruminantes**, Jaboticabal: Funep, p. 242-258, 2014.

SHAKERI, M.; OSKOUÉIAN, E.; NAJAFI, P.; EBRAHIMI, M. Impact of Glutamine in Drinking Water on Performance and Intestinal Morphology of Broiler Chickens under High Stocking Density. **Journal of the Faculty of Veterinary Medicine Istanbul University**, v. 42, n. 1, p. 51-56, 2016.

SILVA, L. M. G. S.; MURAKAMI, A. E.; FERNANDES, J. I. M.; ROSA, D. D.; URGNANI, J. F. Effects of dietary arginine supplementation on broiler breeder egg production and hatchability. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 14, n. 4,

TAKEARA, P.; TOLEDO, A. L.; GANDRA, E. R. S.; ALBUQUERQUE, R.; TRINDADE NETO, M. A. Lisina digestível para frangos de corte machos entre 12 e 22 dias de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 6, p. 1455-1461, 2010.

VIOLA, T. H.; KESSLERI, A. M.; RIBEIRO, A. M. L.; VIOLA, E. S.; TREVIZAN, L.; GONÇALVES, T. A. Desempenho e peso de frações corporais, na suplementação crescente de lisina, dos 19 aos 40 dias de idade em frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 39, n. 2, p. 515-521, 2009.

WANG, W.; WU, Z.; LIN, G.; HU, S.; WANG, B.; DAI, Z.; WU, G. Glycine Stimulates Protein Synthesis and Inhibits Oxidative Stress in Pig Small Intestinal Epithelial Cells. **The Journal of Nutrition**, v. 144, n. 10, p. 1540–1548, 2014.

WANG, X.; LIU, Y.; LI, S.; PI, D.; ZHU, H.; HOU, Y.; SHI, H.; LENG, W. Asparagine attenuates intestinal injury, improves energy status and inhibits AMP-activated protein kinase signalling pathways in weaned piglets challenged with Escherichia coli lipopolysaccharide. **British Journal of Nutrition**, v. 114, p. 553–565, 2015.

WU, G.; BAZER, F. W.; JOHNSON, G. A.; HOU, Y. BOARD-INVITED REVIEW: Arginine nutrition and metabolism in growing, gestating, and lactating swine. **Journal of Animal Science**, v. 96, n.12, p. 5035–5051, 2018.

XIAO, W. W.; FENG, L.; LIU, Y.; JIANG, J.; HU, K.; JIANG, W. D.; LI, S. H.; ZHOU, X. K. Effects of dietary methionine hydroxy analogue supplement on growth, protein deposition and intestinal enzymes activities of juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). **Aquaculture Nutrition**, v. 17, p. 408-417, 2011.

YIN, J.; LI, Y.; HAN, H.; LIU, Z.; ZENG, X.; LI, T.; YIN, Y. Long-term effects of lysine concentration on growth performance, intestinal microbiome, and metabolic profiles in a pig model. **Food & Function**, v. 9, p. 4153–4163, 2018.

ZHANG, H.; CHEN, Y.; LI, Y.; ZHANG, T.; YING, Z.; SU, W.; ZHANG, L.; WANG, T. L- Threonine improves intestinal mucin synthesis and immune function of intrauterine growthretarded weanling piglets. **Nutrition**, v. 59, p. 182-187, 2019.

ZHANG, H.; CHEN, Y.; LI, Y.; ZHANG, T.; YING, Z.; SU, W.; ZHANG, L.; WANG, T. L- Threonine improves intestinal mucin synthesis and immune function of intrauterine growthretarded weanling piglets. **Nutrition**, v. 59, p. 182-187, 2019.

ZHANG, Q.; CHEN, X.; EICHER, S. D.; AJUWON, K. M.; APPLGATE, T. J. Effect of threonine deficiency on intestinal integrity and immune response to feed withdrawal combined with coccidial vaccine challenge in broiler chicks. **British Journal of Nutrition**, v. 116, n. 12, p. 1-14, 2016.

ZHANG, Q.; CHEN, X.; EICHER, S. D.; AJUWON, K. M.; APPLGATE, T. J. Effect of threonine deficiency on intestinal integrity and immune response to feed withdrawal combined with coccidial vaccine challenge in broiler chicks. **British Journal Of Nutrition**, v. 116, n. 12, p. 1-14, 2016.

ZHENG, P.; SONG, Y.; TIAN, Y.; ZHANG, H.; YU, B.; HE, J.; MAO, M.; YU, J.; LUO, Y.; LUO, J.; HUANG, Z.; TIAN, G.; CHEN, H.; CHEN, D. Dietary Arginine Supplementation Affects Intestinal Function by Enhancing Antioxidant Capacity of a Nitric Oxide–Independent Pathway in Low-Birth-Weight Piglets. **The Journal of Nutrition**, v. 148, n. 11, p. 1751–1759, 2018.



ZHU, H.; PI, H.; LENG, W.; WANG, X.; HU, C. A.; HOU, Y.; XIONG, J.; WANG, C.; QIN, Q.; LIU, Y. Asparagine preserves intestinal barrier function from LPS-induced injury and regulates CRF/CRFR signaling pathway. **Innate Immunity**, v. 23, n. 6, p. 546–556, 2017.

CAPÍTULO 22

TRATAMENTO DE SEMENTES COM FERTILIZANTE MINERAL MISTO EM SOJA

Mairon Silveira Motta
Matheus de Lima Soares
Mary Kat da Silva Pinheiro
Guilherme Ribeiro

RESUMO

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) destaca-se como a principal oleaginosa consumida e produzida mundialmente e é uma cultura que tem grande potencial produtivo. Os macro e micronutrientes diferenciam-se pela quantidade requerida pela planta, porém todos são essenciais. O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de micronutrientes, através de dois tipos de fertilizantes via tratamento de sementes em seis cultivares de soja. Dois fertilizantes minerais mistos foram testados, representando os seguintes tratamentos: Testemunha, Produto 1, Produto 2 e a Combinação dos produtos, nas seguintes cultivares: BMX Coliseu, BMX Nexus, TMG 2165, TMG 2757, FT 3165, DM 64I63, em quatro (4) repetições por tratamento. Avaliaram-se as seguintes variáveis: Primeira contagem de germinação (PCG), Germinação (G), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa verde da parte aérea (MVPA) e massa verde da raiz (MVR). Os resultados foram obtidos a partir de análise de variância e comparação de média. Podendo concluir então, para a condição do trabalho realizado, que para a cultivar DM 66I63 o tratamento de sementes com os Produtos 1, 2 e a combinação dos produtos foram melhores, tanto que em todas as variáveis os tratamentos foram mais eficientes em comparação com a testemunha. Recomenda-se experimentos que avaliem a produtividade final da cultura e sejam feitas análises de viabilidade para que os produtos sejam recomendados ou não.

PALAVRAS-CHAVE: Micronutrientes. Germinação. *Glycine max* (L.) Merrill. Fertilidade.

INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill) destaca-se como a principal oleaginosa consumida e produzida mundialmente. O Brasil é o maior produtor mundial do grão, 135,409 milhões de toneladas, tendo o estado do Mato Grosso como maior produtor brasileiro de soja, 35,947 milhões de toneladas (CONAB, 2021). É previsto um aumento na produção de 3,8% comparado ao ano de 2021, chegando a 122,8 milhões de toneladas (CONAB, 2022). Essa cultura possui grande potencial produtivo, para isso os fatores: semente, solo, macronutrientes e micronutrientes, entre outros, precisam estar em equilíbrio. Os componentes de produtividade da soja, são influenciados diretamente pela germinação, crescimento vegetativo, florescimento e maturação (PELÚZZIO et al., 2001), devido a isto o uso de produtos que melhorem esses fatores podem levar ao aumento da produtividade.



A utilização de sementes de elevada qualidade fisiológica, em associação com práticas culturais adequadas, favorece a obtenção de estandes mais uniformes e o incremento do rendimento de grãos (LIMA, et al., 2006). A qualidade das sementes é afetada negativamente por diversos fatores. No campo, estresses climáticos e nutricionais, frequentemente associados com danos causados por insetos e microrganismos são considerados como as principais causas da deterioração da semente. Outro sério problema de qualidade da semente de soja relaciona-se com a ocorrência de danos mecânicos, principalmente na operação de trilha na colheita mecanizada. O bom manejo dessa operação resulta a produção de sementes de qualidade, com baixos índices de danos mecânicos (FRANÇA et. al., 2016).

A exigência nutricional da soja e o potencial de exportação da cultura são características determinadas por fatores genéticos, porém influenciados por fatores climáticos, pela fertilidade do solo e pelo manejo cultural (OLIVEIRA et al., 2019). A soja apresenta diferentes exigências nutricionais durante todo o seu desenvolvimento, além dos macronutrientes orgânicos carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O) fornecidos pela atmosfera (O_2 , CO_2 e H_2O), a cultura também carece de nutrientes que são fornecidos pelo solo, como: fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), cobalto (Co) e zinco (Zn) e, no caso do nitrogênio (N), parte pelo solo e parte pela atmosfera. As desordens nutricionais estão entre os fatores responsáveis pela redução de produtividade (CARMELLO; OLIVEIRA, 2006). A disponibilidade dos micronutrientes no solo pode ser reduzida pela extração demandada pela agricultura intensiva, tornando necessária a reposição deles via fertilização. Nas leguminosas, como a soja, níquel (Ni), Co e Mo exercem influência no processo de Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) (CARMELLO; OLIVEIRA, 2006). O Ni é um micronutriente, por ser constituinte da metaloenzima uréase, enzima que catalisa a degradação da ureia em dióxido de carbono (CO_2) e amônia (NH_3), tornando-o extremamente importante para o metabolismo do N nas plantas, podendo aumentar a eficiência e a produtividade das culturas (RODAK et al., 2013). A importância do Co para a cultura está associada principalmente ao processo de FBN atmosférico devido ao seu papel como componente da coenzima cobamina (vitamina B12), precursora de leghemoglobina, que determina a atividade dos nódulos e, portanto, indispensável ao processo biológico. Outro micronutriente importante para a fixação biológica de N é o Mo, que é cofator das enzimas nitrogenase, redutase do nitrato e está intimamente relacionado ao transporte de elétrons durante as reações bioquímicas (SFREDO; OLIVEIRA, 2010).



Alguns micronutrientes agem como constituintes das paredes e membranas celulares (B, Zn), formadores de enzimas (Co, Fe, Mn, Cu, Ni), ativadores de enzimas (Mn, Zn) e na fotossíntese (Fe, Cu, Mn, Cl) (KIRKBY, 2007). Mais de 58% do Mo requerido pela soja é absorvido nos primeiros 45 dias (SFREDO; OLIVEIRA, 2010). O tratamento de sementes ressalta-se como a principal forma de aplicação desses produtos, os quais têm sido associados aos micronutrientes na busca da minimização de problemas advindos da deficiência dos mesmos, durante os processos de germinação e desenvolvimento (CASTRO et al., 2008). A aplicação de produtos nas sementes pode ser realizada através da utilização de um tambor giratório ou com betoneira e máquinas específicas de tratar sementes, este tipo de tratamento é muito conhecido como tratamentos “*on farm*”, mas também as sementes podem receber tratamentos na indústria - tratamento de sementes industrial (TSI) (EMBRAPA, 2008).

No solo, a absorção desses nutrientes ocorre após seu contato com a raiz, por meio dos processos de interceptação radicular, fluxo de massa ou difusão. O modo de contato com as raízes está relacionado com a mobilidade dos micronutrientes na solução do solo e tem importância prática para a localização dos fertilizantes. Após a absorção, os micronutrientes são transportados no interior da planta, na forma igual ou diferente da absorvida, a um órgão ou região de acúmulo. A partir daí esses nutrientes se movimentam para outro local dentro da planta, caracterizando o processo de redistribuição, o qual ocorre predominantemente pelo floema. Os micronutrientes são classificados quanto à sua mobilidade no floema em: móveis (Cl); parcialmente móveis (Zn, Cu, Fe, Mn, Mo) e imóveis (B). A mobilidade dos nutrientes no floema tem relevância prática porque determina o órgão em que os sintomas de deficiência se manifestarão. Assim, para os elementos que possuem baixa mobilidade quanto à redistribuição, os sintomas tendem a aparecer nas folhas e nos órgãos mais novos. Outro aspecto importante é que a cultura exige um suprimento contínuo dos nutrientes pouco móveis e imóveis, pois havendo interrupção no suprimento não ocorrerá mobilização suficiente do nutriente para suprir a necessidade dos órgãos mais jovens (MALAVOLTA et al., 1989).

OBJETIVO

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de micronutrientes, através de dois tipos de fertilizantes via tratamento de sementes em seis cultivares de soja.

METODOLOGIA

No laboratório de sementes da Universidade Federal do Pampa (Unipampa) – Campus Itaqui-RS, foram definidas as cultivares: BMX Coliseu, BMX Nexus, TMG 2165, TMG 2757,

FT 3165, DM 64I63 (figura 1 - A). As cultivares foram submetidas aos seguintes tratamentos: Testemunha, Produto 1, Produto 2 e a Combinação dos produtos 1 e 2, com quatro repetições, totalizando 96 unidades experimentais. O experimento teve início com a separação dos lotes de sementes (figura 1 – A) e posteriormente identificado o peso de mil sementes (PMS) das cultivares para fazer os cálculos e definir a quantidade de produto a ser aplicado. De acordo com as regras de análise de semente (RAS, 2009), o papel de germinação foi acondicionado em um recipiente e hidratado com água destilada na quantidade relativa a duas vezes e meia (2,5x) o seu peso (figura 1 – B).

Figura 1: Separação das cultivares (A) e umedecimento do papel (B).



Fonte: Autoria própria, 2022.

As doses utilizadas nos tratamentos foram determinadas a partir da média da recomendação do fabricante, sendo que no tratamento com o Produto 1 a dose recomendada é de 200 a 300 mL 100 kg^{-1} de sementes e a dose utilizada para o tratamento das sementes foi de 250 mL 100 kg^{-1} de sementes. A dose recomendada para o Produto 2 é de 100 a 150 mL 100 kg^{-1} de sementes, a dose utilizada foi de 125 mL 100 kg^{-1} de semente e para a combinação dos produtos foi utilizado 250 mL 100 kg^{-1} de sementes do Produto 1 e 125 mL 100 kg^{-1} de sementes

de Produto 2. Para fins experimentais foi determinado o peso de mil sementes de cada uma das cultivares com o auxílio de uma balança de precisão e a partir disso foi determinado o volume de produto. A dosagem foi aplicada nas sementes com o auxílio de uma micropipeta monocal de 100 a 1000 uL (figura 2 – A) e incorporado manualmente, após a incorporação do produto as sementes foram deixadas em repouso para secagem dos produtos. Como no exemplo para a cultivar BMX Coliseu (PMS = 127 g):

Recomendação do fabricante = 200 a 300 mL/100kg de sementes

Média = 250 mL/100kg de sementes

Cálculo = $(127g \times 250 \text{ mL}) / 100.000 \text{ g} = 0,31 \text{ mL}$ do Produto 1

Figura 2: Aplicação da dosagem (A) e montagem dos rolos (B).



Fonte: Autoria própria, 2022.

O teste de germinação foi realizado de acordo as Regras de Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009), sendo utilizadas 50 sementes por repetição, depositadas sob papel germitest (figura 3 – A), enroladas e levadas a estufa B.O.D. a 25 °C (figura 3 – B).

Figura 3: Montagem dos rolos (A) e armazenamento em germinadores (B).



Fonte: Autoria própria, 2022.

Os parâmetros avaliados foram os seguintes: Primeira contagem de germinação (PCG) (figura 4 - A): ao 4º dia os rolos foram retirados da estufa, abertos e feita a contagem das plântulas normais e logo após fechados e armazenados novamente na estufa. A contagem de germinação (G) (figura 4), ocorreu ao 8º dia, os rolos foram retirados da estufa, abertos e feita a contagem das plântulas normais.

Figura 4: Primeira contagem de germinação (PCG) (A) e Germinação (G) (B).



Fonte: Autoria própria, 2022.

O comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa verde da parte aérea (MVPA) e massa verde da raiz (MVR). Foi determinado medindo com o auxílio de uma régua (figura 5) e pesando as partes em balança de precisão, foram feitas a partir das 5 plântulas retiradas de cada unidade experimental.

Figura 5: Medição das plântulas.



Fonte: Autoria própria, 2022.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para primeira contagem de germinação (Tabela 1), considerando o tratamento testemunha, as cultivares BMX Coliseu, DM 66I63 e TMG 2125 apresentaram as maiores médias. A cultivar BMX Coliseu atingiu 82%, tendo o tratamento testemunha apresentado o maior índice de germinação entre as cultivares. Em relação à combinação produtos 1 e 2 é possível dizer que houve uma ação prejudicial para as cultivares BMX Coliseu, BMX Nexus, TMG 2757 e FT3165, não interferiu significativamente na cultivar DM 66I63 e para a cultivar TMG 2125 teve uma melhora na germinação comparada ao tratamento com o produto 1 e 2 separadamente. Para as variáveis PCG (tabela 1) o Produto 2 teve melhores resultados comparado ao Produto 1 e a combinação dos produtos. A combinação dos produtos teve melhores resultados quando comparado isoladamente para a variável PC (tabela 1) na cultivar TMG 2125, porém não diferiu estatisticamente da testemunha. As cultivares BMX Coliseu e DM 66I63 apresentaram maiores médias de germinação na PCG comparadas às demais cultivares. No caso da cultivar BMX Coliseu, que apresenta excelente germinação na primeira contagem, a combinação dos produtos interferiu negativamente, pois foi o único caso em que a

cultivar apresentou baixo índice de germinação. Para a cultivar DM 66I63 apenas o tratamento testemunha não atingiu o limite mínimo de 80%, ambos os casos mostram resultados diferentes de Golo et al. (2009), quando fala que cobalto e molibdênio são elementos relevantes no processo de fixação biológica, no entanto, esses elementos minerais não possuem influência direta sobre a germinação e vigor das sementes.

Tabela 1: Valores médios para variável, primeira contagem de germinação (PCG), em % avaliadas em seis cultivares (C) de soja submetidas a tratamento de sementes.

Tratamento (T)	Cultivares (C)												Média (T)	
	BMX Coliseu	BMX Nexus	TMG 2125	TMG 2757	FT 3165	DM 66I63								
Testemunha	82,0	Aa*	50,5	Bb	64,5	Aa	49,0	Bb	49,0	Ba	70,5	Aa	60,9	a
Produto 1	64,5	Ab	45,5	Bb	47,0	Bb	63,5	Aa	45,5	Ba	61,5	Aa	58,8	a
Produto 2	72,5	Aa	71,5	Aa	45,0	Bb	61,0	Aa	29,0	Bb	74,0	Aa	54,5	a
Combinação	53,0	Bb	35,5	Cb	72,0	Aa	36,5	Cb	34,5	Cb	72,0	Aa	50,5	a
Média (C)	68,0	A	50,8	B	57,1	B	52,5	B	39,5	B	69,5	A		

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Scott & Knot.

Fonte: Autoria própria, 2022.

Para germinação (G) (tabela 2), na cultivar BMX Coliseu a combinação dos produtos interferiu negativamente. É possível observar que algumas cultivares não alcançaram o limite mínimo para a comercialização de sementes que é de 80%, a cultivar FT 3165 mesmo com aplicação de tratamento de semente (TS) não atingiu o limite mínimo em nenhum dos tratamentos. Cabe destacar que a cultivar estava armazenada nas mesmas condições que as outras cultivares, e também, com mesma procedência da sementeira que disponibilizou as sementes para condução de experimentos na safra 21/22 no campus Itaqui. A cultivar DM 66I63 atingiu valores maiores que 80% somente nas sementes tratadas com micronutrientes, indicando que a cultivar seria beneficiada caso fosse tratada. A cultivar BMX Coliseu respondeu negativamente somente para combinação dos produtos e não teve diferença estatística entre os outros tratamentos. As cultivares BMX Nexus e TMG 2125 só alcançaram o nível mínimo de germinação no tratamento testemunha. A cultivar TMG 2157 apresentou redução na germinação quando tratada com o Produto 1.

Tabela 2: Valores médios para a variável, germinação (G), em %, avaliados em 6 cultivares (C) de soja submetidas a tratamentos de sementes.

Tratamento (T)	Cultivares (C)												Média (T)	
	BMX Coliseu		BMX Nexus		TMG 2125		TMG 2757		FT 3165		DM 66163			
Testemunha	84,0	Aa*	80,0	Aa	84,5	Aa	80,0	Aa	65,0	Ba	72,0	Ba	77,6	a
Produto 1	88,0	Aa	75,0	Ba	75,5	Bb	71,0	Bb	64,5	Ba	83,0	Aa	76,2	a
Produto 2	87,5	Aa	77,0	Aa	69,0	Bb	82,0	Aa	50,5	Cb	81,0	Aa	74,5	a
Combinação	64,0	Cb	76,0	Ba	72,0	Bb	87,0	Aa	48,0	Db	82,0	Aa	71,5	a
Média (C)	80,8	A	77,0	A	75,2	A	80,0	A	57,0	B	79,5	A		

*Médias seguidas pela mesma letra em maiúscula na horizontal e em minúscula na vertical, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Scott & Knot.

Fonte: Autoria própria, 2022.

Em relação ao comprimento da parte aérea (tabela 3) é interessante observar a relação das cultivares com os respectivos tratamentos, ambas cultivares da BMX e TMG tiveram seus melhores desempenhos nos tratamentos testemunhas e seus piores resultados no tratamento com a combinação dos produtos. Já a cultivar DM 66163 teve seu melhor desempenho quando tratada com a combinação dos produtos, frisando o melhor desempenho desta cultivar quando tratada com fertilizante mineral misto. A cultivar FT 3165 respondeu negativamente aos tratamentos tendo o pior resultado quando tratada com o Produto 2 e o melhor resultado quando não tratada com fertilizante mineral misto. A combinação dos produtos apresentou superioridade para CPA (tabela 3) na cultivar DM66163 não diferindo do tratamento com o Produto 1.

No caso da cultivar DM 66163 pode-se observar que a testemunha apresentou a parte aérea (tabela 3) menos desenvolvida. O Produto 1 se mostrou mais eficiente em relação ao Produto 2 nas cultivares BMX Nexus, FT 3165 e DM 66163, e o oposto aconteceu na cultivar BMX Coliseu. A combinação dos produtos obteve o melhor resultado somente na cultivar TMG 2757.

Tabela 3: Valores médios para variável, comprimento da parte aérea (CPA), em centímetros, avaliados em seis cultivares (C) de soja submetidas a tratamentos de sementes.

Tratamento (T)	Cultivares (C)												Média (T)	
	BMX Coliseu		BMX Nexus		TMG 2125		TMG 2757		FT 3165		DM 66163			
Testemunha	13,4	Aa*	11,9	Aa	11,6	Aa	10,8	Aa	11,3	Aa	10,9	Ab	11,6	a
Produto 1	11,1	Ab	11,1	Aa	9,3	Bb	9,5	Ba	8,3	Bb	10,7	Ab	10,0	b
Produto 2	10,1	Ab	9,8	AB	10,3	Aa	10,1	Aa	5,8	Bc	10,6	Ab	9,4	B
Combinação	7,5	Bc	8,3	Bb	7,9	Bb	8,2	Ba	8,3	Bb	13,4	Aa	8,9	b
Média (C)	11,4	A	10,5	A	10,3	A	9,8	A	9,7	A	8,4	A		

*Médias seguidas pela mesma letra em maiúscula na horizontal e em minúscula na vertical, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Scott & Knot.

Fonte: Autoria própria, 2022.

Na cultivar DM 66163 pode-se observar que a testemunha apresentou menor comprimento da raiz (CR) (tabela 4) e para a cultivar TMG 2757 a combinação dos produtos teve melhor resultado para CR. Em comparação ao Produto 2, o Produto 1 se sobressaiu na variável CR nas cultivares BMX Nexus, FT 3165 e DM 66163 e em nenhum caso o contrário aconteceu.

Tabela 4: Valores médios para a variável, comprimento da raiz (CR), em centímetros, avaliados em seis cultivares (C) de soja submetidos a tratamentos de sementes.

Tratamento (T)	Cultivares (C)												Média (T)	
	BMX Coliseu		BMX Nexus		TMG 2125		TMG 2757		FT 3165		DM 66163			
Testemunha	9,4	Ba*	11,3	Aa	11,0	Aa	8,9	Ba	8,7	Bb	8,9	Bb	9,7	a
Produto 1	8,1	Bb	11,3	Aa	7,1	Bb	9,0	Ba	11,7	Aa	10,7	Aa	9,6	a
Produto 2	10,8	Aa	8,2	Bb	7,1	Bb	8,7	Ba	8,7	Bb	9,6	Ab	8,9	a
Combinação	7,65	Bb	9,5	Ab	6,7	Bb	10,5	Aa	8,1	Bb	11,2	Aa	8,8	a
Média (C)	10,1	A	10,0	A	9,3	A	9,3	A	9,0	A	7,9	A		

*Médias seguidas pela mesma letra em maiúscula na horizontal e em minúscula na vertical, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Scott & Knot.

Fonte: Autoria própria, 2022.

Para a cultivar TMG 2757 não houve variação entre os tratamentos em relação a massa verde da parte aérea (MVPA) (tabela 5). O pior resultado foi evidenciado na testemunha da cultivar BMX Coliseu. O Produto 2 teve melhor desempenho para a cultivar BMX Coliseu. Para as cultivares BMX Coliseu, BMX Nexus, TMG 2125 e FT 3165 a combinação dos produtos causou interferência negativa, sendo que o pior resultado ficou evidenciado na combinação dos produtos para a cultivar BMX Coliseu. A cultivar DM 66163 respondeu melhor a todos os tratamentos em comparação com a testemunha. O níquel (Ni), cobalto (Co) e molibdênio (Mo) exercem influência no processo de Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) não mostrando influência na germinação (CARMELLO; OLIVEIRA, 2006).

Tabela 5: Valores médios para a variável, massa verde da parte aérea (MVPA), em gramas, avaliados em seis cultivares (C) de soja submetidas a tratamentos de sementes.

Tratamento (T)	Cultivares (C)												Média (T)	
	BMX Coliseu		BMX Nexus		TMG 2125		TMG 2757		FT 3165		DM 66163			
Testemunha	2,3	Ca*	3,8	Aa	3,1	Ba	3,4	Aa	2,7	Bb	2,9	Bb	3,3	a
Produto 1	2,7	Ba	3,7	Aa	2,4	Bb	3,4	Aa	3,7	Aa	4,0	Aa	3,2	a
Produto 2	2,5	Ba	3,2	Bb	2,5	Bb	3,8	Aa	2,8	Bb	2,9	Ab	3,0	a
Combinação	2,5	Ba	3,7	Aa	2,5	Bb	3,7	Aa	2,8	Bb	4,1	Aa	3,0	a
Média (C)	3,6	A	3,6	A	3,5	A	3,0	B	2,6	B	2,5	B		

*Médias seguidas pela mesma letra em maiúscula na horizontal e em minúscula na vertical, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Scott & Knot.

Fonte: Autoria própria, 2022.

Para a massa verde da raiz (MVR) (tabela 6), somente o tratamento com o Produto 1 apresentou interferência negativa na cultivar TMG 2757. Já para a cultivar BMX Nexus o

Produto 1 e a testemunha mostraram melhores resultados e não diferiram entre si. Conforme Suñé et al. (2019), concluíram que o Produto 1 proporcionou bom desenvolvimento inicial das plântulas, e ainda ressaltou melhores resultados nas doses de 150 e 200 ml ha⁻¹, para as avaliações iniciais em testes de qualidade física e fisiológica em sementes de trigo.

Tabela 6: Valores médios para variável, massa verde (MVR), em gramas, avaliados em seis cultivares (C) de soja submetidas a tratamentos de sementes.

Tratamento (T)	Cultivares (C)													
	BMX Coliseu	BMX Nexus	TMG 2125	TMG 2757	FT 3165	DM 66163	Média (T)							
Testemunha	0,7	Bb*	1,1	Aa	1,1	Aa	1,1	Aa	0,7	BA	0,5	Bb	0,9	a
Produto 1	0,7	Bb	1,3	Aa	0,7	Bb	0,8	Bb	0,8	Ba	1,2	Aa	0,9	a
Produto 2	1,0	Aa	0,9	Ab	0,6	Bb	1,0	Aa	0,5	Bb	0,9	Aa	0,8	a
Combinação	0,3	Cc	0,8	Bb	0,5	Cb	1,1	Aa	0,6	Cb	1,1	Aa	0,7	a
Média (C)	1,0	A	1,0	A	0,9	A	0,7	A	0,7	A	0,6	A		

*Médias seguidas pela mesma letra em maiúscula na horizontal e em minúscula na vertical, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Scott & Knot.

Fonte: Autoria própria, 2022.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível concluir que para a cultivar DM 66I63 os tratamentos de sementes com os Produto 1, Produto 2 e a combinação dos produtos foram melhores, tanto que em todas as variáveis os tratamentos foram mais eficientes em comparação a testemunha.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNPV/CLAV, 2009. 365p.

CARMELLO, Q. A. de C.; OLIVEIRA, F. A. de. Nutrição de lavouras de soja: situação atual e perspectivas. **Visão Agrícola**, v. 3, n. 5, p. 8-11, 2006.

CASTRO, G. S. A. et al. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 10, p. 1311 - 1318, 2008.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. Brasília, DF, v. 9, safra 2021/22, n. 1 primeiro levantamento, outubro 2021.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. Brasília, DF, v. 9, safra 2021/22, n. 6 sexto levantamento, março 2022.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Brasil). Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Tecnologias de Produção de Soja: Região Central do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 282 p.

FRANÇA NETO, J. de B. et. al. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja. Documentos n. 380, 2016. 82p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/151223/1/Documentos-380-OL1.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2022.

GOLO, A. L. et al. Qualidade das sementes de soja com a aplicação de diferentes doses de molibdênio e cobalto. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p.040-049, 2009.

KIRKBY, E. A.; ROMHELD, V. **Funções, absorção e mobilidade funções, absorção e mobilidade**. Informações Agronômicas – Plant Nutrition Institute (IPNI), n. 118, 2007.

LIMA, T. C.; MEDINA, P. F.; FANAN, S. Avaliação do vigor de sementes de trigo pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.1, p.106-113, 2006.

LORINI, I. **Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil - safra 2016/17**. Embrapa Soja. Documentos n. 403, 2018. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1118960/1/Doc422OL.pdf>. Acesso em 17 mar. 2022.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 319 p.

OLIVEIRA, F. A. de et al. **Exigências minerais e adubação**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2019. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_38_271020069132.html>. Acesso em: 17 mar. 2022.

PELÚZIO, J. M. et al. Influência da remoção de vagens sobre os componentes de produção da soja (*Glycine max* L.) Merrill), em Gurupi – To. **Bioscience Journal**, v.17, n.1, p. 85-96, 2001.

RODAK, B. W. et al. **Níquel: atividade da enzima urease em soja cultivada em solos de texturas contrastantes**. In: Reunião paranaense de ciências do solo. Londrina. Sistemas conservacionistas de produção e sua interação com a Ciência do Solo: resumos. Londrina: IAPAR, 2013. p. 77.

SFREDO, G. J.; OLIVEIRA, M. C. N. **Soja: molibdênio e cobalto**. Embrapa soja, Documentos n. 322, 2010. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/859439/soja-molibdenio-e-cobalto>. Acesso em: 18 fev. 2022.

SUÑE, A. S. et al. Efeito do Biozyme sobre a qualidade de sementes de trigo. **Revista Científica Rural**, v. 21. n.1, p.34-45, 2019.

CAPÍTULO 23

PERCEPÇÃO DE CAFEICULTORES FAMILIARES SOBRE O IMPACTO DA PANDEMIA EM SUAS VIDAS E NEGÓCIOS

Guilherme Antônio Mendonça
Myriam Angélica Dornelas

RESUMO

O setor agropecuário representa várias cadeias produtivas, tendo significativa representação a agricultura familiar. O presente trabalho teve como objetivo verificar a percepção de agricultores familiares cafeicultores, com DAPs (Documento de Aptidão ao PRONAF) ativas no município de Santa Rosa da Serra - MG, sobre o efeito da pandemia da Covid 19 em suas vidas e empreendimentos. Este trabalho ainda traçou o perfil dos agricultores familiares cafeicultores estudados, caracterizou os empreendimentos, produção e comercialização de seus produtos. Além disso, apresentou a percepção dos agricultores familiares sobre os efeitos positivos e/ou negativos que a pandemia causou em suas vidas e negócios. A fim de atingir os objetivos estabelecidos, este estudo caracterizou-se por uma pesquisa qualitativa, realizada por meio de um estudo de caso de natureza exploratória. A coleta dos dados foi realizada por meio de um questionário elaborado através de formulário *online*, aplicado aos agricultores familiares cafeicultores. A partir dos resultados obtidos, pôde-se verificar que a maioria dos respondentes são do gênero masculino e se encontram na faixa etária de 51 a 60 anos, casados, com ensino fundamental incompleto. Os empreendimentos e propriedades envolvidos nesta pesquisa podem ser definidos como participantes do PRONAF, sendo que predomina a linha de custeio, com áreas médias entre cinco e dez hectares com produção de café, tendo sido produzidas na safra de 2020 de vinte a quarenta sacas por hectare. A maioria dos produtores não armazena sua produção, mas, quando se faz necessário, realiza esse armazenamento em cooperativas, das quais são participantes. Os agricultores entrevistados, em sua maior parte, disseram não ter tido problemas em suas produções ou na comercialização acarretados pela pandemia. Além disso, pôde-se inferir que a maioria dos agricultores familiares não identificou pontos positivos ou negativos durante a pandemia; logo, os agricultores familiares não foram afetados.

PALAVRAS-CHAVE: Cafeicultura. Agricultura familiar. Covid-19. Pandemia.

INTRODUÇÃO

A pandemia do novo coronavírus, que teve início no final de 2019, trouxe grandes impactos em todo o mundo. Até 02/12/2021, 263.510.704 pessoas já tinham sido infectadas, com 5.224.655 mortes (DASA, 2021). Além dessas perdas, houve também os impactos refletidos na economia mundial; o Brasil, por exemplo, teve a queda no PIB de 11,4% de 2019 para 2020 (G1, 2020). O setor agropecuário representa várias cadeias produtivas, tendo significativa representação a agricultura familiar. Esta é responsável por grande parte dos alimentos que chegam às mesas das pessoas, como exemplo, 48% do valor total de produção vêm da agricultura familiar, assim como 80% da produção de mandioca, 69% da produção de



abacaxi e 42% de feijão (IBGE, 2017). Uma das principais formas de comercialização de produtores geradas por agricultores familiares são as feiras livres municipais, que foram fechadas devido à pandemia, ocasionando uma grande preocupação quanto à fonte de renda das pessoas que vivem dessas atividades. Além das feiras municipais, existem políticas públicas voltadas para a agricultura familiar, como exemplo, o PNAE (Programa Nacional de Alimentação Escolar) e o PAA (Programa de Aquisição de Alimentos).

Com a pandemia da Covid 19, escolas foram fechadas, aulas suspensas, o que afetou diretamente no PNAE, além do fechamento das feiras municipais. Dessa forma, muitos produtores ficaram sem poder comercializar seus produtos, acarretando diminuição da renda familiar, contribuindo, assim, para mais um dos problemas da pandemia: o aumento da pobreza.

O município de Santa Rosa da Serra, onde foi realizado este estudo, tem uma concentração do setor agropecuário voltada, em grande parte, para a produção cafeeira. Além disso, é composto por muitos agricultores familiares nesse setor, cerca de 97 com DAPs ativas no momento (SEAD, 2021). O município conta com cerca de 3.448 hectares com lavouras permanentes, sendo sua maioria composta por café, havendo, também, por volta de 426 agricultores, sendo a sua maioria agricultores familiares (IBGE, 2017). Como Santa Rosa da Serra conta apenas com a Emater-MG como empresa de assistência técnica presente no município. Até existe o atendimento por parte de empresas de fora, porém com uma frequência menor durante a pandemia, devido às restrições, fazendo com que esses agricultores ficassem carentes de assistência técnica, e a redução desta pode levar a prejuízos na produção das lavouras.

Diante do exposto, a problemática do presente estudo consiste em verificar a percepção de agricultores familiares cafeeiros, com DAPs ativas no município de Santa Rosa da Serra - MG, sobre o efeito da pandemia da Covid 19 em suas vidas e empreendimentos. Portanto, ao compreender a realidade vivenciada por estes agricultores familiares, especificamente os cafeeiros, é possível compreender melhor a situação da cadeia produtiva do café no âmbito da agricultura familiar no município, bem como a situação de enfrentamento da Pandemia pelo novo coronavírus. Desta forma, o objetivo deste estudo é verificar a percepção de agricultores familiares cafeeiros com DAPs ativas, no município de Santa Rosa da Serra – MG, sobre o efeito da pandemia da Covid 19 em suas vidas e empreendimentos. Especificamente buscou-se traçar o perfil dos agricultores familiares cafeeiros estudados; caracterizar os empreendimentos, produção e comercialização dos produtores rurais participantes da pesquisa;



apresentar a percepção sobre os efeitos (positivos e/ou negativos) da pandemia em suas vidas e negócios.

REFERENCIAL TEÓRICO

A agricultura familiar é o modo de trabalho onde a família que possui uma pequena propriedade rural assume o trabalho no campo e dele tira o sustento para sua sobrevivência. Esse tipo de trabalho é de suma importância para o desenvolvimento econômico de um país, sendo hoje em dia responsável por 70% da produção de alimentos consumidos pela população (BRUNE, 2014). Sabe-se que 78,8% dos 5,073 milhões de estabelecimentos rurais no Brasil foram caracterizados como pertencentes à agricultura familiar, conforme estabelecido pelo Decreto 9,064, de 31 de maio de 2017 (EMBRAPA, 2020). De acordo com o Artigo 3 desse Decreto, a unidade familiar de produção agrícola (UFPA) e o empreendimento familiar rural devem atender aos seguintes requisitos: 1- possuir, a qualquer título, área de até quatro módulos fiscais (há diferença de dimensão por Estados e Municípios); 2 - utilizar, no mínimo, metade da força de trabalho familiar no processo produtivo e de geração de renda; 3 - auferir, no mínimo, metade da renda familiar de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento; e ser a gestão do estabelecimento ou do empreendimento estritamente a família. Segundo o censo agropecuário de 2017-2018, a agricultura familiar foi responsável por 37,8% da produção brasileira de café, 69,6% da produção de mandioca, 67,1% da produção de abacaxi, 23,1 % da produção de feijão, 18,4% de trigo, 9,3% de soja e 48,5% de banana (MAPA, 2019).

Existem algumas políticas públicas voltadas à agricultura familiar, por exemplo, o PNAE (Programa Nacional de Alimentação Escolar), o PAA (Programa de Aquisição de Alimentos) e o PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar) (EMBRAPA, 2020). O PNAE oferece alimentação escolar e ações de educação alimentar e nutricional a estudantes de todas as etapas da educação básica pública. Por meio do PAA, os órgãos públicos compram os alimentos da agricultura familiar sem necessidade de licitação, destinando-os às pessoas em situação de risco alimentar e nutricional. O PRONAF propõe-se a estimular a geração de renda e melhorar o uso da mão de obra familiar por meio do financiamento de atividades e serviços rurais agropecuários e não agropecuários desenvolvidos em estabelecimento rural ou em áreas comunitárias próximas (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2020).



Para o agricultor familiar poder participar de qualquer um destes programas necessita portar a DAP (Documento de Aptidão ao Pronaf), que é o documento de identificação da agricultura familiar que pode ser obtido tanto como agricultora e agricultor familiar (pessoa física) quanto pelo empreendimento familiar rural, como associações, cooperativas, agroindústrias (pessoa jurídica) (GOVERNO FEDERAL, 2019). Em Minas Gerais, a Emater é responsável pela emissão de DAPs e também pela assistência técnica gratuita voltada à agricultura familiar por parte do governo. Atualmente, a EMATER-MG está presente em 798 municípios, o que representa mais de 90% de cobertura no Estado. Em 2020, foram realizados, por parte da Emater-MG, mais de 1,6 milhão de atendimentos, priorizando a agricultura familiar (EMATER, 2020).

CAFEICULTURA

Atualmente, o Brasil é o maior exportador de café no mercado mundial e ocupa a segunda posição entre os países consumidores da bebida (ABIC, 2021). O País responde por um terço da produção mundial de café, colocando-o como maior produtor mundial, posto que detém há mais de 150 anos. Conforme dados do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a cafeicultura brasileira é uma das mais exigentes do mundo em relação às questões sociais e ambientais, e há uma preocupação em se garantir a produção de um café sustentável (ABIC, 2021). Minas Gerais é o maior estado produtor de café do Brasil, respondendo por cerca de 50% da produção nacional, sendo uma das principais fontes de cafés especiais do país.

A produção mundial de café no ano cafeeiro 2019-2020 foi estimada em 169,34 milhões de sacas de 60 kg - número que representa uma queda de 2,2% quando comparado ao volume produzido no ano cafeeiro 2018-2019. Nos mesmos termos comparativos, a produção mundial de café arábica diminuiu 5%, fechando o atual ano cafeeiro com 95,99 milhões de sacas produzidas, enquanto a de café robusta cresceu 1,9% e terminou o ano cafeeiro 2019-2020 com a produção de 73,36 milhões de sacas de 60 kg (EMBRAPA, 2020). Neste contexto, Minas Gerais teve sua produção estimada no ano 2019/2020 em 33,5 milhões de sacas - número que bateu o recorde do ano anterior, que era de 33,4 milhões (EMATER-MG, 2020).

A cafeicultura é composta em 60% por agricultores familiares, responsáveis por 25% da produção nacional. O café, no contexto da agricultura familiar, não pode ser tratado como um produto genérico, já que em torno dele se formou uma cultura que ultrapassa o modo



produtivo, influenciando a vida em comunidade, as tradições e mesmo a qualidade do produto final (ANDRADE; MOSS, 2012).

A safra 2021 de café tem estimativa para atingir 49 milhões de sacas, o que significa uma redução de 22,6% em relação à safra passada, que teve produção de 63,08 milhões de sacas, que foi considerada safra recorde (CONAB, 2021). As condições climáticas, como o déficit hídrico, além dos fatores vegetativos, são fatores que influenciaram nessa perspectiva.

Em Minas Gerais, a redução pode ser de até de 42,8% no volume total colhido, se comparado ao exercício anterior. Vale ressaltar que esse ciclo é de bienalidade negativa para a região, sendo que, dessa forma, os efeitos fisiológicos influenciam diretamente na produção final (CONAB, 2021). Dentre as regiões produtoras de café do Estado, as de maiores produção em ordem decrescente são: Sul de Minas, Cerrado Mineiro, Zona da Mata e Norte de Minas.

AGRICULTURA FAMILIAR NO CONTEXTO DA PANDEMIA

Há consenso de que a retração geral da demanda por alimentos, decorrente da perda do poder de compra dos consumidores, do desemprego crescente no País e da suspensão e fechamento de mercados tradicionalmente acessados, terá efeitos particularmente impactantes sobre os agricultores familiares. Esse grupo de produtores depende das cadeias curtas e dos mercados locais de abastecimento para comercialização de sua produção (FAVARETO; CAVALCANTI FILHO, 2020).

Evidências recentes apontam para diferentes efeitos da pandemia nos distintos extratos da agricultura familiar. Produtores integrados em cadeias agroindustriais e aqueles conectados a cadeias curtas de abastecimento têm tido menores perdas de renda (FAO, 2020). Já os agricultores mais pobres estão entre os mais afetados economicamente pelos efeitos da Covid-19. Setores da agricultura familiar associados a cadeias de suprimento intensivas em mão de obra têm sido especialmente afetados (SCHMIDHUBER; QIAO, 2020).

Nesse sentido, estudos sobre a agricultura familiar realizados no período recente apontam efeitos da pandemia em três dimensões principais e interligadas: a) dificuldades de manutenção da dinâmica produtiva e comercial; b) impactos nos volumes de produção; c) efeitos nos preços recebidos e queda na renda familiar nos últimos meses (SCHNEIDER *et al.*, 2020).

A produção tem sido impactada pela falta de protocolos de segurança e proteção sanitária que permitam aos agricultores trabalharem com tranquilidade, interagindo com a comunidade, além da alta dos preços dos insumos nesse período, dificuldade de logística,



transporte, distribuição e comercialização dos alimentos (SCHNEIDER *et al.*, 2020). Segundo Del Grossi (2020), para o mês de julho/2020, metade dos agricultores familiares do País (51%) relatou diminuição da receita, com uma perda média de 35% da renda bruta familiar mensal habitualmente auferida. Em nível estadual, as quedas mais expressivas ocorreram no Amapá, São Paulo, Distrito Federal, Rio Grande do Sul e em Roraima, estados nos quais houve uma diminuição de mais de 40% na renda bruta das famílias no referido período. Essa diminuição significativa evidencia as vulnerabilidades a que está submetida a agricultura familiar do País e expõe a dimensão do impacto imediato causado pela Covid-19 (SCHNEIDER *et al.*, 2020).

Alguns estudos voltados para a segurança alimentar e nutricional no Brasil demonstram que os agricultores familiares já apresentam dificuldade para escoar sua produção e, conseqüentemente, déficit financeiro. Com a pandemia, a comercialização de produtos em feiras livres e pequenos mercados foi reduzida por causa dos obstáculos que a pandemia trouxe com questões sanitárias da exposição de produtos ao ar livre (ZANINI; FARIÑA, 2021).

METODOLOGIA

Este estudo caracterizou-se como uma pesquisa qualitativa, exploratória, realizada por meio de um estudo de caso. Os dados foram coletados por meio de um questionário semiestruturado que foi enviado aos cafeicultores que se enquadravam nas características descritas. O banco de dados referente às DAPs ativas foi obtido junto à EMATER do município, contendo 93 produtores com DAPs ativas, sendo 90 cafeicultores até o dia 01 de fevereiro de 2021. O banco de dados da EMATER é formado por nome completo de cada produtor, endereço, telefone, CPF, número de RG, escolaridade, estado civil e número da DAP.

O questionário semiestruturado foi composto por 38 questões, sendo 26 fechadas (múltipla escolha) e 12 abertas. As questões foram divididas em 4 blocos, sendo apresentado, no primeiro bloco, um termo de Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento (TCLE) para participação na pesquisa. O segundo bloco abordou sobre a caracterização do produtor, com questões relativas ao estado civil, idade, sexo, nível de escolaridade, número de membros residentes na família, se participa ou não de alguma associação ou cooperativa, além do nome do produtor. O terceiro bloco contemplou questões ligadas à caracterização do empreendimento, tais como: área da propriedade, área de produção de café, média produzida nas últimas safras, tipo de mão de obra, assistência técnica, forma de comercialização do café, armazenamento da produção, dentre outras. O quarto bloco englobou questionamentos sobre a percepção dos cafeicultores familiares em relação à pandemia. As questões versaram sobre a

infecção pela Covid-19, vacinação, necessidade de complementação de renda, contratação/demissão de colaboradores, auxílio emergencial, linha de crédito, produção e/ou comercialização afetadas pela pandemia, percepção sobre pontos positivos e/ou negativos com relação à pandemia.

O questionário foi produzido no Google Formulários, e o *link* gerado foi distribuído para os 90 cafeicultores com as DAPs ativas do município de Santa Rosa da Serra via telefone e WhatsApp. O questionário ficou aberto para ser respondido no período de 26 março a 31 de maio de 2021. O banco de dados da EMATER continha o endereço e telefone de cada produtor rural cadastrado. Efetuou-se o contato telefônico com cada produtor para a apresentação da pesquisa. Alguns preferiram responder o questionário via telefone (respondendo verbalmente cada pergunta feita); já outros preferiram receber o *link* do questionário pelo WhatsApp para responder individualmente, marcando cada questão ou digitando as respostas para as perguntas abertas. Foram obtidos 67 formulários (de 90 enviados), representando 74,5% dos produtores rurais do banco de dados de DAPs ativas da EMATER. Após o contato telefônico com os 90 produtores rurais, 7 não quiseram participar da pesquisa, e 16 não foram encontrados após três tentativas de contato.

Após o encerramento da coleta de dados por meio da aplicação do questionário, foi feito o *download* da planilha do Excel gerada pelo Google Formulários. Os resultados da pesquisa constituem a frequência de respostas obtidas para cada questão. Utilizou-se a técnica de análise de conteúdo, proposta por Bardin (1977), para compreensão e avaliação das respostas obtidas. Segundo Bardin (1977), a técnica de análise de conteúdo é um conjunto de instrumentos de cunho metodológico em constante aperfeiçoamento, que se aplica a discursos (conteúdos e continentes) extremamente diversificados.

CARACTERIZAÇÃO DEMOGRÁFICA DA REGIÃO

De acordo com o IBGE (2021), Santa Rosa da Serra é um município brasileiro do estado de Minas Gerais localizado no noroeste do Estado. Sua população, em 2021, foi de 3.364 pessoas, que vivem em uma área total de 284,334 km². A cidade pertence à mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e à microrregião de Patos de Minas.

De acordo com dados colhidos na Secretaria Municipal da cidade, cerca de 650 pessoas trabalham ativamente e têm a agropecuária como fator principal da sua subsistência. Desse total, 94% são agricultores familiares, e a principal área de atuação é a cafeicultura, sendo que uma minoria planta milho, feijão e alho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados explanaram sobre o perfil dos produtores rurais respondentes, caracterização do empreendimento, produção e comercialização dos produtos e sobre a percepção dos agricultores (cafeicultores) familiares sobre a pandemia do novo coronavírus.

CARACTERIZAÇÃO DOS PRODUTORES RURAIS RESPONDENTES

A primeira questão tratou do aceite para participação na pesquisa e, dentre os 67 respondentes, 100% se disponibilizaram em responder o questionário da presente pesquisa e manifestaram ciência de sua finalidade. Os cafeicultores estudados são todos da cidade de Santa Rosa da Serra, município de Minas Gerais. Seus nomes não foram divulgados por se tratar de dados confidenciais, respeitando, dessa forma, a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais, Lei nº 13.709/2018.

A caracterização dos respondentes englobou o seu estado civil, sexo, idade, escolaridade, número de residentes em casa, participação de familiares nas atividades e participação dos produtores rurais em órgãos de classe da categoria.

Com relação ao estado civil, 70,1% dos entrevistados se declararam casados(as); 13,4%, solteiro(as); 6%, amigados(as); 6%, viúvos(as); e 4,5%, divorciados(as). A grande maioria dos respondentes são do sexo masculino, correspondendo a 92,5% dos entrevistados, e os outros 7,5% são do sexo feminino. A idade da maior parte dos respondentes foi entre 51 e 60 anos, representando 34% dos pesquisados. As demais variações foram de 18,27% para produtores de 41 a 50 anos; 18% para idades entre 31 e 40 anos; 9% para 21 a 30 anos; 9% para 61 a 70 anos; e 3% para respondentes com mais de 70 anos. Com relação à escolaridade, 31,3% dos respondentes estudaram até o ensino fundamental incompleto; 22,4% responderam ter concluído o ensino médio; 20,9% concluíram o ensino fundamental; 14,9% fizeram o ensino médio parcialmente; 9% possuem curso superior; e os outros 1,5% possuem ensino superior incompleto. O IBGE, em uma pesquisa realizada no ano de 2017, aponta que o índice de escolaridade dos produtores de Minas Gerais está acima da média nacional. Cerca de 64,22% dos produtores rurais do Estado possuem ensino fundamental ou menos, enquanto, no Brasil, a média é de 63,3%. No ensino médio, Minas Gerais apresentou um índice de escolaridade de 16,12%, e, no Brasil, de 14,91%. Produtores com ensino superior completo correspondem a 8,54% em Minas, e, no País, a 5,84% (IBGE, 2017).

Os produtores rurais foram questionados sobre a quantidade de familiares residentes na mesma casa. Cerca de 34% dos respondentes informaram residir 3 pessoas; 33%, 4 pessoas;

21%, 2 pessoas; 6%, 5 pessoas; 3%, 1 pessoa; e os outros 3% não responderam. Com relação ao número de membros da família que são envolvidos na atividade rural, 37% responderam que são 2 pessoas; 22%, 1 pessoa; 20%, 3 pessoas; 9%, 4 pessoas; 6%, cinco ou mais pessoas; e os outros 6% não responderam à questão. Segundo a Lei 11.326, de 24 de julho de 2006, é considerado agricultor familiar aquele que, dentre outros requisitos, tem a mão de obra predominante da própria família (MAPA, 2019).

A última questão de caracterização dos respondentes foi sobre sua participação ou não em cooperativas ou associações. Foi possível constatar que a maioria dos respondentes participa, sendo que 94% responderam “sim”, e os outros 6%, “não”. Aos produtores que tiveram respostas afirmativas, foi solicitada a identificação de qual organização fazem parte, e obteve-se que 82,1% são cooperados da Cooxupé, 65,7% do Sicoob e 1,5% da Capecca, os demais 6% não participam de nenhuma associação ou cooperativa. Segundo Fagotti (2017), são diversos os motivos que desencadearam a multiplicação de associações de produtores rurais em diversos processos organizativos. Para ele, as associações surgem como um meio facilitador para obtenção de créditos agrícolas, canais de comercialização e de organização das demandas diante das instâncias governamentais.

Dessa forma, com relação à caracterização dos respondentes, o perfil típico foi de produtores rurais com idade entre 51 e 60 anos, casados, com ensino fundamental incompleto, com cerca de três pessoas residindo na mesma casa, sendo duas, em média, envolvidas na atividade rural, e participantes de cooperativas, em sua grande maioria, a Cooxupé e Sicoob.

Os próximos resultados são referentes à caracterização do empreendimento dos respondentes.

CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO, PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DOS PRODUTOS

Este tópico abordou sobre as informações que caracterizam o empreendimento, a produção e a comercialização de seus produtos. Esta caracterização envolveu o conjunto de respostas relativas à participação no PRONAF, linha de crédito do programa, área total da propriedade, área destinada a lavouras de café, produção média de café (sacas/hectare), mão de obra, assistência técnica, demais produções agropecuárias na propriedade, renda média mensal, comercialização e armazenamento do café.

Os produtores foram indagados sobre sua participação ou não no PRONAF, e, em caso de resposta afirmativa, perguntou-se de qual linha de crédito dentro do PRONAF participavam.

Do total de entrevistados, 50,7% responderam que sim, e tinham custeio; 28,4% sim, e investimento Mais Alimentos; 17,9% responderam que não tinham PRONAF; 1,5% sim, e tinham custeio e investimento; e os outros 1,5% tinham investimento agrícola feito no Sicoob Crediagro. O perfil dos respondentes que possuem a modalidade PRONAF Custeio são homens, casados, com idade entre 50 e 60 anos, com escolaridade até o nível fundamental e participantes de cooperativas, com renda média de um a três salários-mínimos. A maior parte dos participantes da pesquisa possui o PRONAF Custeio. Esse resultado já era previsto, pois as vantagens dessa modalidade de crédito para quem não possui um capital de giro se sobressaem em relação às taxas do mercado.

Dos respondentes, 27 têm propriedades entre 1 e 10 hectares, um produtor não informou a área, 15 produtores tem entre 10,1 e 20 há, 9 produtores tem entre 20,1 e 30ha, 3 produtores tem entre 30,1 e 40ha, 2 produtores possuem entre 40,1 e 50ha, outros 2 produtores possuem entre 50,1 e 60ha, 4 produtores entre 60,1 e 70ha, um produtor com o intervalo de 70,1 a 80ha, um produtor com entre 80,1 e 90ha e 2 produtores com mais de 100ha. De acordo com os resultados obtidos, todos os produtores responderam ter até quatro módulos fiscais, como determina a Lei 11.326/2006, que estabelece as diretrizes da agricultura familiar, caracterizando-os como agricultores familiares.

Com relação ao tamanho das áreas de produção de café de cada entrevistado, do total, 23 afirmaram ter entre 5,1 e 10 hectares de produção de café, o que corresponde a 34,33%; 28,36%, entre 0 e 5 hectares; 20,89%, entre 10,1 e 15; 5,97%, entre 15,1 e 20 hectares; 5,97%, entre 20,1 e 25; 1,49% afirmaram ter mais de 35 hectares; e 2,98% não quiseram responder essa questão. Quanto à produção média de café (sacas por hectare) no ano anterior à pesquisa, safra 2019/2020. Do total de respostas, 23,88% afirmaram ter produzido entre 20,1 e 30 sacas por hectare; 23,88%, entre 30,1 e 40 sacas; 16,41%, entre 50,1 e 60 sacas; 11,94%, entre 40,1 e 50 sacas; 8,95%, entre 60,1 e 70 sacas; 7,46% afirmaram ter produzido mais de 70,1 sacas; e 4,47% entre 0 e 10 sacas por hectare. Segundo a Conab, em 2020, a média de produtividade para o café arábica, no Brasil, devido à bionalidade positiva, foi de 31,27 sacas por hectare. Já em Minas Gerais, a média de produção por hectare foi de 32,12 sacas por hectare (CONAB, 2020). Isto significa que a maioria dos entrevistados teve produção média superior ou igual às médias estaduais e nacionais de produtividade média para o ano agrícola 2019/2020.

Os produtores foram questionados se os trabalhadores que são contratados são temporários ou permanentes, e verificou-se que 66,2% afirmam ter funcionários contratados de forma temporária. Ou seja, nenhum produtor respondente contrata de forma permanente. O



resultado acima já era esperado, pois, por se tratar de agricultura familiar, o comum é que a mão de obra seja predominantemente executada pelos membros da família.

Com relação à assistência técnica, 97% dos entrevistados responderam que recebem, e 3%, não. Nos casos em que as respostas obtidas foram afirmativas, foi solicitado que respondessem quem lhes fornece a assistência, e a grande maioria conta com a assistência técnica prestada pelas cooperativas às quais são associados e pela Emater-MG. Diante dos resultados, nota-se que os 3% que responderam não obter assistência técnica são homens, um solteiro e o outro casado, com idades de 25 e 57 anos, com ensino médio completo e fundamental, respectivamente, participantes de cooperativa, com PRONAF, sendo que um possui funcionários contratados temporariamente, e o de 57 anos, não.

Além do cultivo de café, foi solicitado que cada entrevistado informasse qual ou quais produtos também eram cultivados na propriedade. As respostas obtidas apresentaram grande variação quanto às combinações de produção. Porém, os produtos se repetem em muitas respostas, com ênfase para o feijão, milho e gado de corte. Outra parte (10,45%) dos entrevistados afirmou não ter outro tipo de produção além do café, e 19,40% não quiseram responder. Esses resultados eram esperados, pois, na agricultura familiar, é comum a diversificação da produção para manutenção da família e comercialização do excedente. A diversificação da produção é vista como favorável para a agricultura familiar, diminuindo os riscos e proporcionando alternativas de renda (SIMÃO, 2005).

Com relação à renda média mensal das famílias dos entrevistados, 41,8% dos respondentes afirmaram ter renda média mensal de 1 a 3 salários-mínimos; 23,9%, de 3 a 5 salários; 17,9% preferiram não informar; 9%, de 5 a 10 salários; 6%, até 1 salário-mínimo; e 1,5% responderam que têm mais de 10 salários-mínimos de renda média mensal da família.

Dentre as respostas obtidas para as formas de comercialização do café, obteve-se que 89,6% comercializavam via cooperativas, 37,3% por meio de compradores intermediários, 13,4% por meio de troca por insumos com as revendas, 3% realizam a venda de forma direta para os consumidores, 3% por meio de corretoras, 1,5% em feiras, 1,5% para agroindústrias, e nenhuma resposta foi obtida para a venda de forma virtual. A maioria dos respondentes informou comercializar sua produção de café através de cooperativas, as quais focam na assistência técnica ao pequeno produtor e em sua qualificação, contribuindo para a ampliação das suas margens mercadológicas e produtivas. Para os produtores rurais, existem vantagens nesta forma de organização, garantindo mais renda, beneficiando toda a cadeia produtiva,



facilitando principalmente o contato com as outras organizações envolvidas, aumentando suas estratégias de negociação, diminuindo o custo de transação de produtos, introdução da tecnologia, de apoio técnico agrícola e financeiro, sendo que, ao final do período, se houver sobras, são distribuídas para os cooperados (BIALOSKORSKI NETO, 2010).

A última questão de caracterização da propriedade foi a respeito da forma de armazenamento da produção de café. Dos entrevistados, 58,2% responderam que armazenam seus produtos, e 41,8% não, realizando a comercialização logo após a colheita. Ao armazenar o café, o produtor guarda o produto por determinado período, conservando suas características originais, para poder vendê-lo quando o preço estiver melhor (CAFÉ POINT, 2007). A partir da análise foi possível identificar que a maioria dos produtores que armazenam sua produção opta pelo armazenamento através de cooperativas. Esse perfil é formado por homens, casados, todos participantes de cooperativas agropecuárias.

Os produtores que responderam não realizar o armazenamento da sua produção caracterizam-se por homens, casados, com escolaridade igual a ensino fundamental, com área de produção média de 5,6 hectares, com renda média familiar variando entre um e cinco salários-mínimos. Dessa forma, é possível observar que os produtores que não armazenam sua produção são agricultores com menor área de produção e renda mensal familiar mais baixa.

A partir dos resultados obtidos, pode-se traçar o perfil típico das propriedades dos respondentes. A maioria participa do PRONAF, predominantemente o custeio, com propriedade entre 1 e 10 hectares, sendo de 5,1 a 10 hectares de produção de café, com produção média por hectare, em 2020, de 20,1 a 40 sacas por hectare, que fazem contratação de mão de obra temporária para as operações de manejo das lavouras, que recebem assistência técnica dos técnicos da Cooxupé e Emater-MG, que produzem, além do café, milho e feijão, com renda média mensal familiar entre 1 e 3 salários-mínimos e que realizam a venda e/ou armazenamento de seus produtos em cooperativas. Os próximos resultados são referentes à percepção dos agricultores familiares sobre a pandemia e os impactos causados por ela em seus negócios.

PERCEPÇÃO DOS AGRICULTORES FAMILIARES SOBRE A PANDEMIA

Essa parte dos resultados refere-se aos impactos da pandemia diretamente sobre os empreendimentos dos produtores, suas vidas e de seus familiares. As questões desse tópico foram representadas de forma gráfica e/ou dissertativa.

Os produtores foram indagados a responder sobre a infecção ou não do vírus da Covid-19 até a data presente da pesquisa (31/05/2021). Dos 67 entrevistados, 93,9% responderam que



não contraíram o vírus. Esse resultado é positivo e mostra que os produtores tomaram as devidas medidas protetivas em relação à pandemia, e, até o momento da coleta de dados, não haviam se contaminado. Em caso de infecção, os produtores foram questionados sobre como se sentiram em relação à doença. Dos 6,1% que afirmaram ter contraído o vírus, três disseram ter se sentido bem, e um, relativamente bem.

Indagou-se aos produtores se eles ou alguém da família teve problemas com a doença, inclusive sintomas de depressão e ansiedade, sendo que 67,2% afirmaram não ter desenvolvido problemas acarretados pela doença. Já os outros 32,8% responderam de forma afirmativa ter apresentado problemas, incluindo sintomas causados por depressão e/ou ansiedade. A maioria dos produtores que responderam de forma afirmativa ter apresentado problemas em decorrência da Covid-19 são do sexo masculino, com idade entre 30 e 60 anos, casados, com ensino fundamental incompleto e rendimentos mensais em torno de três salários-mínimos. Grande parte possui crédito rural, PRONAF e todos possuem assistência técnica em suas lavouras.

Cerca de 81,8% dos respondentes foram vacinados até a data da pesquisa (31/05/2021) ou conheciam alguém que foi vacinado. É de suma importância a vacinação da população para conter o avanço da pandemia da Covid-19. Os números divulgados pelo Ministério da Saúde mostram uma desaceleração da pandemia com o aumento da vacinação (CNS, 2021). Ao se realizar a análise dos dados coletados, verificou-se que os respondentes vacinados são pessoas com idade acima de 39 anos, podendo, de acordo com o calendário de vacinação divulgado pela Secretaria de Saúde do Estado de Minas Gerais, terem sido vacinados por idade ou por apresentar comorbidades.

Após o início da pandemia, 17,9% dos entrevistados afirmaram ter tido que buscar atividades alternativas para complementar a renda da família. As atividades complementares mencionadas pelos produtores foram atuar como: agente de saúde, apicultura, babá, cuidador de idoso, caminhoneiro, comércio, fisioterapia, caixa de supermercado, motorista, prestador de serviço, serviços na construção civil, trabalho na prefeitura, tratorista, venda de doces e hortaliças. A maioria dos produtores que responderam ter tido que buscar outras fontes de renda durante a pandemia são homens, casados, com idade entre 35 e 53 anos, com ensino fundamental incompleto, participantes de cooperativas agropecuárias e pronafianos, com propriedades com área média de 7 hectares. Todos possuem assistência técnica fornecida pela Cooxupé e/ou Emater de Santa Rosa da Serra. Apresentam renda entre 1 e 3 salários-mínimos e comercializam suas produções através de cooperativas agropecuárias. Pode-se verificar que os produtores que precisaram complementar a renda com outras atividades são de renda mais



baixa e nível de escolaridade menor. Isso é esperado, uma vez que pessoas de classe financeira superior têm maior tranquilidade para se manter em épocas de crise do que pessoas de maior dificuldade econômica.

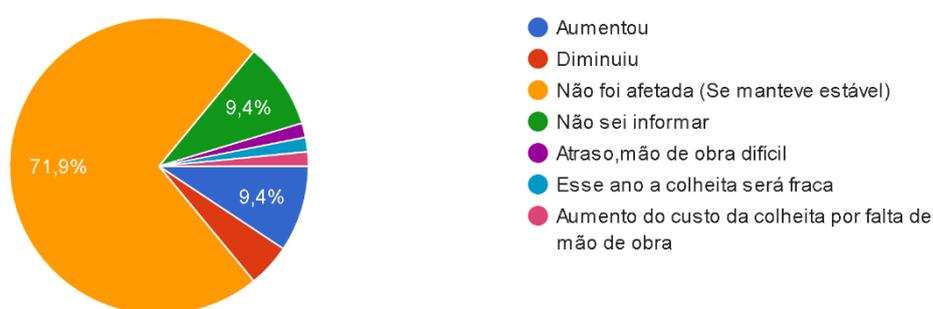
Os respondentes foram questionados se tiveram que demitir colaboradores por causa da pandemia, e verificou-se que 67,2% afirmaram não ter funcionários; 32,8%, não ter sido necessário demiti-los por esse motivo; e nenhum produtor afirmou ter demitido funcionário. A segunda parte desta questão indagou quantos colaboradores foram demitidos, para o caso de resposta positiva. Como a maioria não tem funcionários, e a outra parte não demitiu, 100% das respostas foram zero, significando que a pandemia não afetou os produtores a ponto de gerar demissão e que a grande maioria dos pesquisados conta apenas com o trabalho da família para desenvolvimento de suas atividades.

Com relação ao auxílio emergencial, que começou em 2020, 85,1% dos entrevistados declararam não ter feito a inscrição, 7,5% disseram ter feito a inscrição e recebido o benefício, e 7,5%, ter feito a inscrição, mas não receberam. Os respondentes que disseram ter realizado inscrição para recebimento do auxílio emergencial e terem recebido, com percentual de 7,5%, são em sua maioria homens, casados, com idade entre 40 e 60 anos e com ensino fundamental incompleto. Em suas casas, residem em média três pessoas, que compõem a renda e gastos da família, com rendimentos entre 1 e 3 salários-mínimos. Já os respondentes que fizeram inscrição para recebimento do auxílio e não receberam caracterizam-se em sua maioria por homens, casados, entre 30 e 40 anos, com ensino médio ou superior completo, participantes de cooperativas e pronafianos. Em suas casas, residem em média três pessoas, que compõem a renda e gastos da família, com rendimentos entre 1 e 3 salários-mínimos. Analisando-se os dados da questão anterior, é possível identificar que a diferença entre os produtores que receberam e que não receberam o auxílio está na escolaridade - grau maior dos que não receberam o auxílio, e idade - o grupo que recebeu o auxílio é composto por produtores com idade maior do que os que não receberam.

Os produtores foram questionados quanto à necessidade de terem usado novas linhas de crédito por causa da pandemia ou não. Do total de 67 respostas, 40,3% afirmaram não ter sido necessário utilizar uma nova linha de crédito, apenas o PRONAF que já tinham antes da pandemia, 26,9% responderam não ter sido necessário utilizar nenhuma linha de crédito, 19,4% declararam ter feito PRONAF, e 13,4% afirmaram ter tomado empréstimos pessoais em bancos.

Os produtores foram questionados sobre a forma como sua produção de café pode ter sido afetada pela pandemia. Do total de respostas, 71,9% afirmaram que a produção não foi afetada pela pandemia, 9,4% disseram que aumentou a produção, 9,4% não souberam informar, 4,7% declararam que a produção diminuiu, 1,6% relataram que, nesse ano agrícola, a colheita será menor, 1,6% mencionaram o aumento do custo da colheita devido à falta de mão de obra, e os outros 1,6% afirmaram que a produção foi afetada devido aos atrasos nas operações de manejo e também pela dificuldade de contratação de mão de obra, como pode ser observado no gráfico da Figura 1.

Figura 1: Forma como a produção pode ter sido afetada.

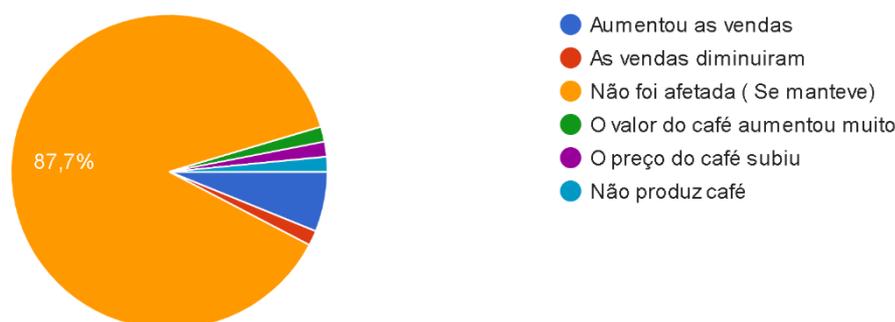


Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Esses dados significam que a Pandemia da Covid-19 não teve influência direta sobre a produtividade das lavouras, apenas indiretamente em alguns casos, em relação à mão de obra. Segundo reportagem do jornal Estado de Minas, em 2020, houve um receio inicial no momento da colheita, devido às restrições dos municípios ao trânsito de pessoas, principalmente em regiões montanhosas, onde há uma necessidade maior de mão de obra. Porém, assim mesmo, o Brasil obteve safra recorde (ESTADO DE MINAS, 2021).

Com relação à forma como a comercialização pode ter sido afetada ou não pela pandemia, um percentual significativo de entrevistados, 87,7%, respondeu não ter identificado alterações na venda do café, mantendo-se inalterada, 6,2% responderam ter percebido um aumento na comercialização e preço do café, 1,5% relataram ter diminuído as vendas, 1,5% afirmaram que, nesse ano agrícola, a produção foi zerada, e 1,5% disseram que a comercialização foi afetada pelo aumento do preço do café. As informações podem ser observadas no gráfico da Figura 2.

Figura 2: Percepção dos cafeicultores em relação ao impacto da pandemia na comercialização do café.



Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Esses dados demonstram que a comercialização não foi afetada diretamente pela Pandemia da Covid-19, possibilitando aos produtores uma tranquilidade maior para trabalhar durante esse período pandêmico. É importante ressaltar que, durante a pandemia, o consumo de café aumentou 35% (COOPERCAM, 2021). Segundo Del Grossi (2020), metade dos agricultores familiares do País relatou diminuição da receita, com perda média de 35% da renda bruta familiar mensal habitualmente auferida durante a pandemia. Porém, isso diverge dos resultados obtidos nesta pesquisa, pelo fato de que os agricultores familiares em foco neste trabalho são cafeicultores. A cafeicultura é uma atividade que traz uma maior segurança para os agricultores, pois não é um produto tão perecível quanto hortaliças, por exemplo. Outra justificativa se deve ao fato de serem comercializadas suas produções em cooperativas, e não em feiras livres, como agricultores familiares que cultivam hortaliças, ovos, entre outros. Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC, 2021), o consumo de café, no Brasil, cresceu cerca de 35%. Em 2021, comparando com o ano de 2019, o número de brasileiros que tomavam antes o equivalente a uma xícara de café por dia cresceu cerca de 5%. Esses dados foram coletados em uma pesquisa realizada pelo Instituto Agrônomo de Campinas, Universidade Estadual de Campinas e *Axxus Insitute*, que ouviram cerca de quatro mil brasileiros (INSTITUTO AXXUS, 2021).

PERCEPÇÃO SOBRE OS EFEITOS (POSITIVOS E/OU NEGATIVOS) DA PANDEMIA NA VIDA E NEGÓCIO DOS PESQUISADOS

Com relação ao ponto de vista dos entrevistados aos possíveis pontos positivos da pandemia em relação aos seus negócios, 88,1% afirmaram não terem observado pontos positivos em relação à pandemia, 3% disseram ter conseguido aumentar a produção, 3% declararam ter conseguido aumentar as vendas, 3% afirmaram ter criado formas de vender a produção, 3% mencionaram ter entrado em outra atividade e aumentado a renda, 1,5% disseram ter conseguido aumentar a produção, e 1,5% afirmaram ter feito travas de café com o preço



atual de alta, garantindo um bom preço para safras futuras. Os produtores que responderam ter identificado algum ponto positivo durante a pandemia são homens, casados, com idade entre 30 e 50 anos, em sua maioria, com ensino fundamental incompleto, participantes de cooperativas e pronafianos. Todos possuem assistência técnica da Emater e/ou Cooxupé, com rendimento médio de três salários-mínimos. As respostas abertas destes produtores foram: diminuí as adubações por causa da alta, entrei em outra atividade e estou com maior renda, preço do café subiu e fiz travas futuras para garantias de preço, consegui aumentar minha produção, entrei em outra atividade e estou com maior renda, consegui aumentar minha produção e comercialização, consegui aumentar minhas vendas do café e outros produtos, consegui aumentar minha produção.

Segundo FAO (2020), os produtores integrados em cadeias agroindustriais e cadeias de curto abastecimento têm tido menores perdas de renda. Isso ocorre porque não dependem de mão de obra em larga escala. Porém, em escala menor que os produtores de maior porte, os agricultores familiares também sofreram quedas em seus rendimentos mensais. Os insumos para produção agrícola registraram aumento no período de pandemia. Porém, em contrapartida, o preço das sacas da produção, principalmente do café, também cresceu de maneira significativa. Os produtores que já haviam investido anteriormente e estavam em período de colheita conseguiram aumentar seus lucros com a venda da produção; outros aproveitaram a alta do café para realizar travas em cooperativas rurais, garantindo um preço alto de venda para o próximo ano.

Com relação ao ponto de vista dos entrevistados aos possíveis pontos negativos da pandemia em relação aos seus negócios, 50,8% afirmaram não terem observado pontos negativos em seus negócios relacionados com a pandemia, 14,3% disseram não ter obtido auxílio emergencial, 7,9% declararam não ter recebido assistência técnica, 6,3% responderam ter diminuído a produção, 6,3% afirmaram ter reduzido a comercialização do café, 6,3% relataram ter perdido familiares pela Covid-19, entre outras respostas com frequência de 1% ou menor, foram: não vi pontos negativos; tudo ficou mais caro; reduzi minha produção; não obtive auxílio emergencial; perdi familiares para a covid; as restrições de locomoção; isolamento e a dor da perda de pessoas e negócios de muitos; reduzi minha produção e comercialização; não obtive assistência técnica; isolamento; preço dos insumos subiu demais.

Segundo Schneider (2020), estudos recentes realizados apontam efeitos da pandemia em três dimensões principais e interligadas: dificuldades de manutenção da dinâmica produtiva e comercial; impactos nos volumes de produção; efeitos nos preços recebidos e queda na renda



familiar nos últimos meses. Estudos realizados pela Federação da Agricultura do Estado do Paraná (CNA, 2020) indicam que já há sinalização de impactos negativos advindos da pandemia para os pequenos produtores, como queda de consumo, oscilação no comércio exterior e dificuldades de o produtor se preparar para a próxima safra.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O perfil típico dos agricultores familiares respondentes desta pesquisa pode ser definido como cafeicultores familiares com idade entre cinquenta e sessenta anos, casados, com ensino fundamental incompleto, com cerca de três pessoas residindo na mesma casa, sendo duas, em média, envolvidas na atividade e participantes de cooperativas.

Os empreendimentos e propriedades envolvidos nesta pesquisa podem ser definidos como participantes do PRONAF, sendo que predomina a linha de custeio, com áreas médias entre cinco e dez hectares, com produção de café, tendo sido produzidas na safra de 2020 de vinte a quarenta sacas por hectare. A maioria dos produtores não armazena sua produção, mas, quando necessário, realiza esse armazenamento em cooperativas. É também por meio das cooperativas que a maioria dos produtores comercializa suas produções, sendo que este, em sua maior parte, não realiza a contratação de mão de obra para as operações de manejo das lavouras; porém, quando necessário, é realizada de forma temporária. Recebem assistência técnica de profissionais da Cooxupé e Emater-MG, e utilizam como uma alternativa para complementação de renda outras culturas além do café, como milho e feijão, e também trabalham com gado de corte.

Em relação aos pontos negativos observados na pesquisa, destacam-se a dificuldade para a contratação de mão de obra para as operações de manejo durante a pandemia e a alta dos insumos nesse período. Em contrapartida, o preço da saca de café teve uma alta considerável, que, de alguma forma, acabou compensando as dificuldades sofridas pelo produtor. Com relação aos impactos positivos causados pela pandemia, identificados através do presente estudo, destacam-se a alta no preço de venda do produto, operações de trava de café para o ano seguinte, no preço atual, garantindo um bom preço para a safra futura, e aumento das vendas da produção. Como o estudo foi realizado com agricultores familiares, não é possível extrapolar os resultados para os produtores de médio e grande porte, sendo uma oportunidade de estudos futuros.

Neste trabalho realizado durante a pandemia, foi difícil a comunicação com alguns participantes, a qual ocorreu principalmente por telefone e WhatsApp, visto que muitos

produtores apresentam dificuldades com a utilização dos meios tecnológicos. As próprias restrições advindas do momento pandêmico não permitiram a entrevista pessoalmente.

Portanto, diante do presente estudo, foi possível concluir que, apesar de as pesquisas bibliográficas apontarem que os agricultores seriam afetados pela pandemia do novo coronavírus, os resultados obtidos durante esta pesquisa mostraram que a maioria dos agricultores familiares cafeicultores de Santa Rosa da Serra não foram impactados em seus negócios. As respostas obtidas evidenciam que boa parte dos agricultores respondentes desta pesquisa não identificaram pontos positivos nem negativos advindos da pandemia. Isso pode ter ocorrido por serem pequenos produtores e não demandarem uma mão de obra muito ampla, conseguindo realizar suas atividades, em sua maioria, por membros da família. Quanto à produção e comercialização do café, estas não foram afetadas, pois, apesar do fechamento de alguns pontos de comércio, as vendas da produção são realizadas, em sua maior parte, por meio de cooperativas. Além disso, o consumo das *commodities* aumentou durante o período de isolamento social. Por fim, apesar dos dados apontarem alta nos insumos para a produção do grão, o preço final de venda em alta compensou os gastos no período.

REFERÊNCIAS

ABIC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. **O café brasileiro na atualidade**, 2021. Disponível em: <https://www.abic.com.br/tudo-de-cafe/o-cafe-brasileiro-na-atualidade/>. Acesso em: 02 de dez. de 2021.

ANDRADE, H.C.C.; MOSS, M.C.B. A cafeicultura familiar e um possível modelo para o desenvolvimento do turismo do café em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v.5, n.3, set/dez-2012, pp.512-529. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/ecoturismo/article/view/6112/3935>. Acesso em: 02 de dez. de 2021.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Manual de Crédito Rural**, 2020. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/mcr>. Acesso em: 02 de dez. de 2021.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo** (L. de A. Reto & A. Pinheiro, Trads.). Lisboa: Edições 70, 1977.

BIALOSKORSKI NETO, S. Agronegócio cooperativo. In: BATALHA, M. O. **Gestão agroindustrial**. 3ª ed. – 4ª reimpr. São Paulo: Atlas, 2010, cap. 12, 711 – 734.

BRUNE, P. **Agricultura Familiar**. Universidade Federal do Paraná – Setor Litoral, 2014. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/50481/R%20-%20E%20-%20PATRICIA%20BRUNE.pdf;jsessionid=54C190D889FA2C12EDC7E462DD580697?sequence=1>. Acesso em: 05 de dez. de 2021.

CAFÉ POINT (BRASIL). **Armazenamento de café: Preservação da qualidade que vem do campo.** BRASIL, 23 mar. 2007. Disponível em: <https://www.cafepoint.com.br/noticias/tecnicas-de-producao/armazenamento-de-cafe-preservacao-da-qualidade-que-vem-do-campo-34893n.aspx>. Acesso em: 24 out. 2021.

CNA - CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **CNA apresenta balanço de 2020 e as perspectivas para 2021**, 2020. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/noticias/cna-apresenta-balanco-de-2020-e-as-perspectivas-para-2021>. Acesso em: 02 de dez. de 2021.

CNS – Conselho Nacional de Saúde. **Vacinômetro**, 2021. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/vacinometro>. Acesso em: 05 de out. de 2021

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Produção de café nacional deve ficar em 49 milhões de sacas**, 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4010-producao-de-cafe-nacional-deve-ficar-em-49-milhoes-de-sacas>. Acesso em: 02 de dez. de 2021.

COOPERCAM – Cooperativa dos Cafeicultores de Campos Gerais e Campo do Meio Ltda. **Mesmo na Pandemia, consumo de café cresceu 35% em março**. Disponível em: http://coopercam.com.br/noticias/selecionada/pandemia_consumo_cafe_marco. Acesso em: 02 de dez. de 2021.

DASA. **Dados covid-19**, 2021. Disponível em: <https://dadoscoronavirus.dasa.com.br/>. Acesso em: 02 de dez. de 2021.

EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais. **Emater-Mg garante 2º lugar na categoria serviços agropecuários do prêmio melhores do agronegócio**, da revista Globo Rural, 2020. Disponível em: https://www.emater.mg.gov.br/portal.do/site-noticias/emater-mg-garante-2-lugar-na-categoria-servicos-agropecuarios-do-premio-melhores-do-agronegocio-da-revista-globo-rural/?flagweb=novosite_pagina_interna&id=25320. Acesso em: 02 de dez. de 2021.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Agricultura Familiar: Políticas públicas**, 2020. Disponível em: https://www.embrapa.br/conteudo-web/-/asset_publisher/fHv2QS3tL8Qs/content/tema-embrapa-agricultura-familiar-politicas-publicas?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fwww.embrapa.br%2Fconteudo-web%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_fHv2QS3tL8Qs%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_count%3D1. Acesso em: 20 out. 2021.

ESTADO DE MINAS (Minas Gerais). **Café dribla a crise, mas desafios do clima persistem em 2021**: Após impacto inicial da COVID-19 e adaptações na colheita, produtores atingiram oferta recorde, investiram e exportação cresceu, mas, agora, geadas preocupam. [S. l.], 27 jul. 2021. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2021/07/27/internas_economia,1290200/cafe-dribla-a-crise-mas-desafios-do-clima-persistem-em-2021.shtml. Acesso em: 21 out. 2021.

FAGOTTI, L. N. O 'fazer-se' associativo: associativismo e agricultura familiar no interior paulista. Repositório Institucional UNESP, 2017. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11449/150693>. Acesso em: 21 out. 2021.

FAVARETO, A.; CAVALCANTE FILHO, P. G. **Sete efeitos da pandemia sobre a agricultura e o Brasil rural e interiorano**. Especial Pandemia. Disponível em: <<http://novosestudos.uol.com.br/category/especial-pandemia/>>. Acesso em: 1 jul. 2020.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Cities and local governments at the forefront in building inclusive and resilient food systems: key results from the FAO survey “Urban food systems and Covid-19”**. Roma: FAO, 2020.

G1. **Entenda os impactos da pandemia de coronavírus nas economias global e brasileira**: Pandemia paralisa a economia, afeta comércio global, fecha fronteiras, derruba bolsas, cancela eventos no mundo todo e coloca países em recessão, 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2020/02/26/entenda-os-impactos-do-avanco-do-coronavirus-na-economia-global-e-brasileira.ghtml>. Acesso em: 05 de mar. de 2021.

GOVERNO FEDERAL (BRASIL). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Agricultura Familiar: Afinal, o que é agricultura familiar?**. Brasil, 26 ago. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/agricultura-familiar/agricultura-familiar-1>. Acesso em: 21 out. 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agro 2017**. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/2012-agencia-de-noticias/noticias/25786-em-11-anos-agricultura-familiar-perde-9-5-dos-estabelecimentos-e-2-2-milhoes-de-postos-de-trabalho.html>. Acesso em: 02 de dez. de 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/santa-rosa-da-serra.html>. Acesso em: 02 de dez. de 2021.

INSTITUTO AXXUS. **Pesquisa Agrícola mostra que consumidor tem relação emocional com o café**, 2021. Disponível em: <https://axxus.institute/web-coach/pesquisa-o-consumidor-e-o-cafe.html>. Acesso em: 02 de dez. de 2021.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Agricultura Familiar**, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/agricultura-familiar/agricultura-familiar-1>. Acesso em: 02 de dez. de 2021.

SCHMIDHUBER, J.; QIAO, B. **Comparing Crises: Great Lockdown versus Great Recession**. Rome: FAO, 2020.

SCHNEIDER, S. *et al.* Os efeitos da pandemia da Covid-19 sobre o agronegócio e a alimentação. **Estudos Avançados**, v. 34, p. 167-188, 2020.

DEL GROSSI, M. **Efeitos crise Covid: análise nacional e agricultura familiar**. Centro de Gestão da Agricultura Familiar e Inovação. CEGAFI/UnB. Informativo julho 2020.

SEAD – SECRETARIA ESPECIAL DE AGRICULTURA FAMILIAR E DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. **Extrato DAP – Pessoa Física**, 2021. Disponível em: <http://smap14.mda.gov.br/extratodap/PesquisarDAP>. Acesso em: 02 de dez. de 2021.



ZANINI, E. de O.; FARIÑA, L. de O. Impacto da pandemia nas atividades dos agricultores familiares da feira municipal de Cascavel –Paraná, Brasil. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 9, e29310918074, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/18074>. Acesso em: 02 de dez. de 2021.

CAPÍTULO 24

CRESCIMENTO DE FEIJÃO-CAUPI CULTIVADO EM SOLO DE CERRADO SUBMETIDO A FONTES E DOSES DE FÓSFORO

Karla Samylle de Queiroz Costa
Adrielim Santiago Lima
Gabriel Bousse Picanço
Madson Pereira Melo
Nilvan Carvalho Melo
Fabricia Kelly Cabral Moraes
Raphael Leone da Cruz Ferreira

RESUMO

O feijão-caupi é uma cultura de grande importância socioeconômica, fato que se comprova por sua versatilidade de uso e sua adaptabilidade às condições edafoclimáticas. No entanto, a elevada acidez e a baixa fertilidade dos solos do cerrado amapaense são fatores que limitam o crescimento e produtividade da cultura. Além disso, as altas concentrações de Fe e Al favorecem a fixação do P fazendo com que este nutriente fique indisponível para as plantas. Foi estudado o crescimento inicial do feijão-caupi cultivado em solo de cerrado submetido a fontes e doses de fósforo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando-se vasos plásticos contendo 8 kg de solo coletado na camada de 0-20 cm, organizados em delineamento experimental inteiramente casualizado, arranjado em esquema fatorial 4x2, com quatro repetições. Os fatores foram constituídos de quatro doses de fósforo (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e duas fontes de fósforo (superfosfato simples e fosfato monoamônico). Foram analisadas a altura da planta, o diâmetro do colmo e a matéria seca da parte aérea, das raízes e total do feijão-caupi. O superfosfato simples e a dose de 180 kg ha⁻¹ de P proporciona maior crescimento inicial em altura, diâmetro do colmo e matéria seca do feijão-caupi cultivado em solo de cerrado amapaense.

PALAVRAS-CHAVE: *Vigna unguiculata*. Superfosfato simples. Fosfato monoamônico. Análise biométrica. Matéria seca.

INTRODUÇÃO

O feijão caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] é uma fabaceae de grande importância socioeconômica, devido ao seu alto valor nutritivo e baixo custo de produção, sendo cultivado tradicionalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil (FREIRE FILHO et al., 2011). Segundo os mesmos autores a produção de feijão-caupi tem avançado para outras regiões, como o Centro-Oeste, onde é cultivado em larga escala obtendo maior produtividade de grãos.

O cultivo de feijão-caupi constitui-se como uma alternativa aos arranjos produtivos em detrimento das culturas de custo de produção mais elevado, como a soja, devido ao uso de grande volume de insumos (FREIRE FILHO et al., 2011), além de possuir ampla adaptabilidade às condições edafoclimáticas e versatilidade de uso, podendo ser cultivado para consumo



humano, animal e também como adubação verde, contribuindo com a conservação e a manutenção da capacidade produtiva dos solos.

Segundo dados da safra de 2020/2021 a produção total brasileira de feijão-caupi foi estimada em 625,2 mil toneladas (CONAB, 2021). As regiões Norte e Nordeste concentram a terceira safra de feijão-caupi, com destaque para o Pará e Pernambuco, com projeção de obtenção de cerca de 35,3 mil toneladas em 2022 (CONAB, 2022).

No cerrado amapaense 3,47% da área, aproximadamente 24.840,54 ha, corresponde a classe de Argissolo Amarelo distrófico, esses solos apresentam baixo nível de fertilidade natural, acidez elevada e saturação por bases muito baixas (VENTURIERI et al., 2017). Em solos muito ácidos, semelhante aos solos do cerrado amapaense, as altas concentrações de Fe e Al em solução podem causar a precipitação do fósforo (DECHEN; NACHTIGALL, 2007), facilitando a formação de fosfatos de Fe e Al, que são formas não assimiláveis pelas plantas, em decorrência da fixação do P (TRINDADE et al., 2012).

O fósforo é o macronutriente extraído em menor quantidade pela planta e o mais limitante na produção de feijão-caupi (CARDOSO et al., 2017), por ser componente de muitas proteínas, coenzimas, ácidos nucléicos, substratos metabólicos e desempenhar funções importantes nos processos de fotossíntese e respiração da planta, o que promove o rápido crescimento das raízes e melhor qualidade dos grãos de feijão-caupi (DECHEN; NACHTIGALL, 2007).

As áreas do cerrado amapaense possuem boa aptidão agrícola, ocorrendo predominantemente em áreas de relevo plano e fisicamente aptos à mecanização (VENTURIERI et al., 2017). Além do grande potencial de produção de grãos, o estado do Amapá possui uma localização geográfica estratégica devido à proximidade com mercados exportadores, possibilitando a redução de custos com logística ao facilitar o escoamento da produção (MELÉM JÚNIOR et al., 2003).

Nesse contexto, é fundamental estudos sobre análise de crescimento inicial do feijão-caupi, sendo possível inferir através deste as mudanças morfológicas e fisiológicas da planta, além de auxiliar na compreensão do comportamento e desempenho agrônômico da cultura em resposta às doses de P aplicadas em solo com baixa fertilidade. Assim, objetivou-se avaliar o crescimento e a produção de matéria seca do feijão-caupi cultivado em solo de cerrado amapaense, submetido a fontes e doses de fósforo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, situada na fazenda experimental do Instituto Federal do Amapá-IFAP/*Campus* Agrícola Porto Grande, no período de abril a junho de 2022. As unidades experimentais foram compostas por vasos plásticos, contendo plantas de feijão-caupi (cultivar Tumucumaque), com 8 dm³ de solo, coletado na camada arável de 0,00-0,20 m, de um Argissolo Amarelo distrófico de textura franco-arenosa (SANTOS et al., 2018), em área de cerrado do município de Porto Grande/AP.

O solo coletado foi seco ao ar, destorroado, homogeneizado e passado em peneira de aço inoxidável, com malha de 2 mm de abertura. Para a caracterização química e granulométrica do solo foi retirada uma amostra composta do solo, formada a partir de seis amostras simples. O solo amostrado apresentou a seguinte análise química: pH 4,0; 12,07 g kg⁻¹ de matéria orgânica; 6 mg dm³ de P; K, Ca+Mg, H+Al, SB e CTC iguais a 0,02; 0,2; 3,1; 0,2 e 3,3 cmolc dm⁻³, respectivamente, e V = 6%. Os resultados da granulometria foram: 229, 610 e 161 g/kg de argila, areia e silte, respectivamente. A análise química foi realizada segundo metodologia descrita por Raij et al. (2001) e a análise granulométrica conforme Claessen (1997).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, arranjado em esquema fatorial 4x2, com quatro repetições, perfazendo 32 unidades experimentais. Os fatores foram constituídos de quatro doses de fósforo (0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e duas fontes de fósforo (superfosfato simples e fosfato monoamônico), aplicados por ocasião da semeadura.

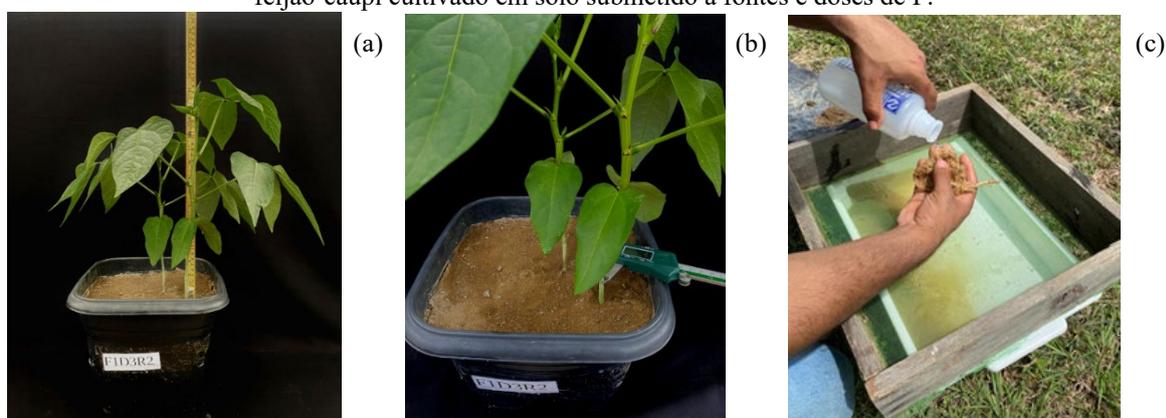
A acidez do solo foi corrigida 30 dias antes do semeio do feijão-caupi utilizando-se 1,9 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, com 32% de CaO, 15% de MgO e PRNT de 92,38%, para elevar a saturação por bases a 60% (RAIJ et al., 1997), acondicionando 8 g de calcário por vaso, em sacos plásticos para a incubação e reação do corretivo.

Após o período de incubação do calcário e antes da aplicação das doses de P foi realizada a adubação de base, por meio da água de irrigação em todos os vasos, com macro e micronutrientes, em um total de 0,18 g de N; 0,60 g de K, por dm⁻³ de solo, na forma de ureia e cloreto de potássio, respectivamente; e com 0,04 g de FTE BR 12 por dm⁻³ de solo, conforme recomendação de calagem e adubação para o estado do Pará (BRASIL; CRAVO; VIEGAS, 2020). As doses de P, corresponderam a: 0,00; 1,33; 2,67 e 4,00 g por dm⁻³ de solo, na forma de superfosfato simples; e 0,00; 0,44; 0,90 e 1,33 g por dm⁻³ de solo, na forma de fosfato monoamônico (MAP).

O semeio do feijão-caupi foi realizado utilizando seis sementes por vaso e mantendo-se duas plantas após o desbaste, realizado seis dias após a emergência (DAE). Durante a condução do experimento, a umidade do solo foi mantida a 60% do volume total de poros, condição de capacidade de campo, completando-se, quando necessário, com água destilada.

As plantas de feijão-caupi foram colhidas aos 35 dias após o semeio, quando atingiram o estágio fenológico (V3). Antes da colheita foram analisados a altura da planta, medida com uma fita métrica do colo da planta à extremidade final da gema apical (Figura 1a); e o diâmetro do colmo, com o auxílio de paquímetro digital (Figura 1b). O solo dos vasos foi revolvido e o sistema radicular das plantas retirado e lavado cuidadosamente para a retirada de resíduos de solo (Figura 1c).

Figura 1: Mensuração da altura da planta (a) e do diâmetro do colmo (b) e separação e lavagem das raízes (c) do feijão-caupi cultivado em solo submetido a fontes e doses de P.



Fonte: Autoria própria, 2022.

O material vegetal do feijão-caupi foi separado em parte aérea (folhas e colmos) e raízes, acondicionado em sacos de papel; e em seguida foi seco em estufa com circulação forçada de ar a 65-70 °C por 72 h, até o peso constante, para obtenção da matéria seca.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, quando significativo pelo teste F, sendo as médias das fontes de P comparadas pelo teste t ($p < 0,05$) e o efeito das doses de P analisado por regressão, ajustando-se às equações para expressar o comportamento das variáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre as fontes e doses de P para a matéria seca da parte aérea (MSPA) ($p < 0,01$), matéria seca das raízes (MSR) ($p < 0,05$) e matéria seca total (MST) ($p < 0,01$). As fontes de P influenciaram no crescimento inicial do feijão-caupi. As doses de P, também

influenciaram ($p < 0,01$) todas as variáveis de crescimento, com exceção do diâmetro do colmo. (Tabela 1).

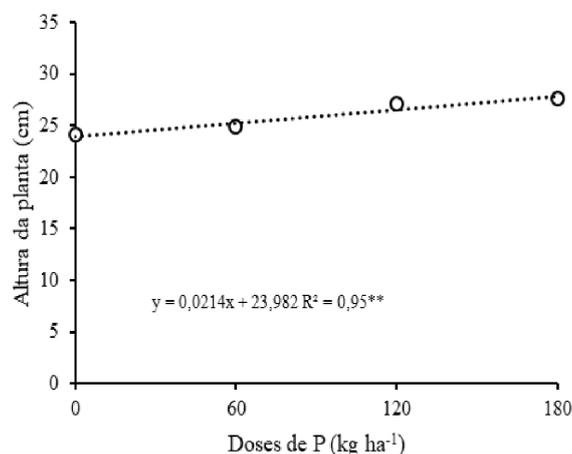
Tabela 1: Análise de variância para altura da planta, diâmetro do colmo, matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca das raízes (MSR) e matéria seca total (MST) do feijão-caupi cultivado em solo submetido a fontes e doses de P.

Fonte de variação	G.L	Quadrado Médio				
		Altura	Diâmetro	MSPA	MSR	MST
Doses de Fósforo (P)	3	23,339**	0,594 ^{ns}	6,994**	0,409**	10,737**
Fontes de P (F)	1	58,834**	1,858*	12,005**	1,721**	22,748**
P x F	3	5,365 ^{ns}	0,134 ^{ns}	1,962**	0,145*	3,054**
CV (%)	-	6,72	13,18	25,07	25,22	22,05

CV = coeficiente de variação; ^{ns} = não significativo; * = significativo ($p < 0,05$) e ** = significativo ($p < 0,01$), pelo teste t. **Fonte:** Autoria própria, 2022.

O crescimento do feijão-caupi em altura apresentou comportamento linear conforme o aumento das doses de P, sendo a altura máxima atingida de 27,65 cm, com a dose de 180 kg ha⁻¹ de P (Figura 2). A adubação fosfatada proporcionou maior altura do feijão-caupi, tendo um papel essencial no metabolismo das plantas, sendo importante para a transferência de energia da célula, respiração e fotossíntese (BONFIM-SILVA et al., 2014). Além disso, a principal função desse nutriente na planta é de ativador enzimático e regulador da pressão osmótica, logo, atuando diretamente na formação das folhas (PEREIRA et al., 2016).

Figura 2: Altura da planta de feijão-caupi em função das doses de P. Barras verticais em cada ponto representam os erros-padrão das médias sendo = ** significativo ($p < 0,01$) pelo teste t.

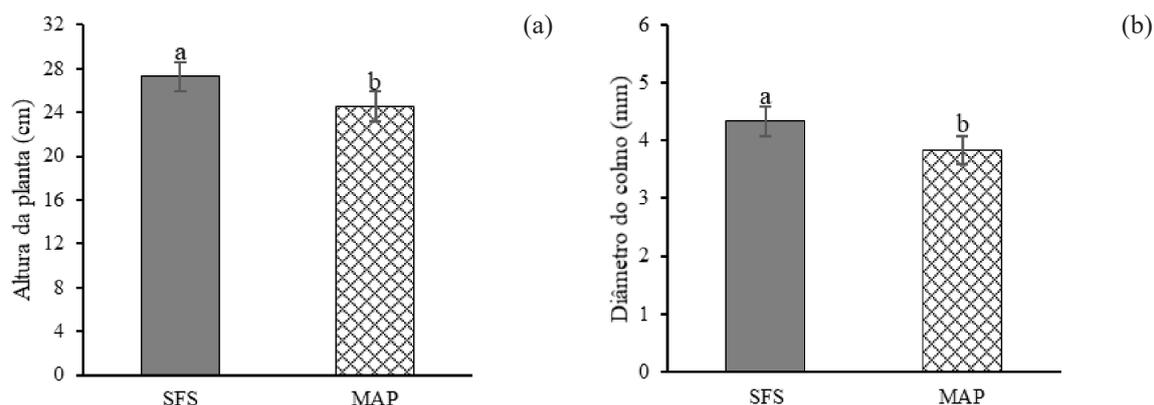


Fonte: Autoria própria, 2022.

Em experimento desenvolvido em campo com doses e fontes de fósforo na cultura da soja no município de Nova Andradina/MS, as doses de P não influenciaram na altura da planta, no qual a maior altura foi de 58 cm, com a dose de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅, no final do ciclo produtivo (KANEKO et al., 2020).

O superfosfato simples proporcionou maior altura da planta (Figura 3a) e diâmetro do colmo (Figura 3b), com valores médios de 27,27 cm e 4,33 mm, respectivamente; enquanto que o fosfato monoamônico apresentou menor altura da planta e diâmetro do colmo, com valores médios de 24,55 cm e 3,84 mm, respectivamente (Figura 3).

Figura 3: Altura da planta (a) e diâmetro do colmo (b) do feijão-caupi em função das fontes de P. Barras verticais representam os erros-padrão das médias. Letras distintas indicam diferença significativa pelo teste t. ** = significativo ($p < 0,01$) e * = significativo ($p < 0,05$), pelo teste t. SFT = superfosfato simples e MAP = fosfato monoamônico.



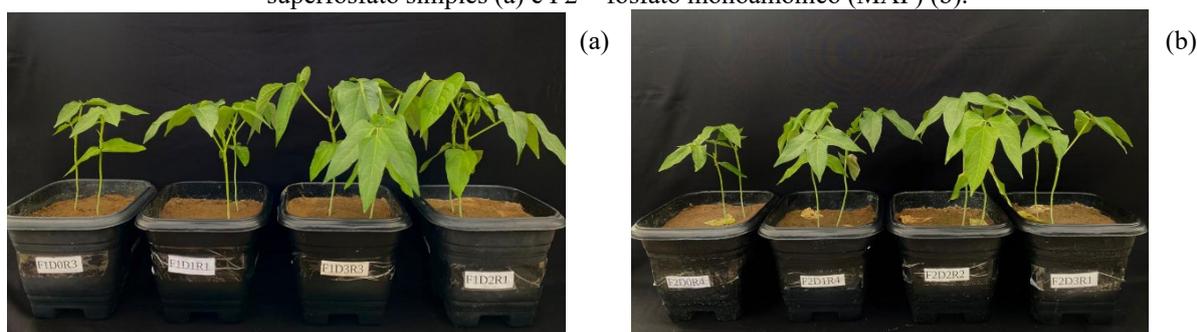
Fonte: Autoria própria, 2022.

Este resultado pode estar relacionado com a composição das fontes de adubação fosfatada utilizada. O superfosfato simples, além do fósforo, possui em sua formulação cálcio (25-28% CaO) e enxofre (12%) para o solo e, que conseqüentemente tem a função de suprir a exigência nutricional da planta por este nutriente. Por outro lado, o MAP apresenta maior concentração de P (54% de P_2O_5), diminuindo a quantidade a ser aplicada na adubação (SILVA et al., 2010).

Kaneko et al. (2020) estudando diferentes fontes de P na cultura da soja, também observaram influência do superfosfato simples na altura das plantas, atingindo valor médio de 58 cm. Em experimento avaliando diferentes fontes de fósforo e o crescimento inicial de mudas de jatobá-do-cerrado foi observado que o diâmetro do colmo apresentou média de 4,0 mm com a dose de 167 g/vaso de superfosfato simples (ALVES et al., 2015). Podemos também dizer, que o P proporcionou maior crescimento em altura e diâmetro do colmo, contribuindo para a resistência da planta ao acamamento (COUTINHO et al., 2014).

O crescimento inicial do feijão-caupi, em altura, diâmetro do colmo e produção de matéria seca pode ser melhor observado, na Figura 4.

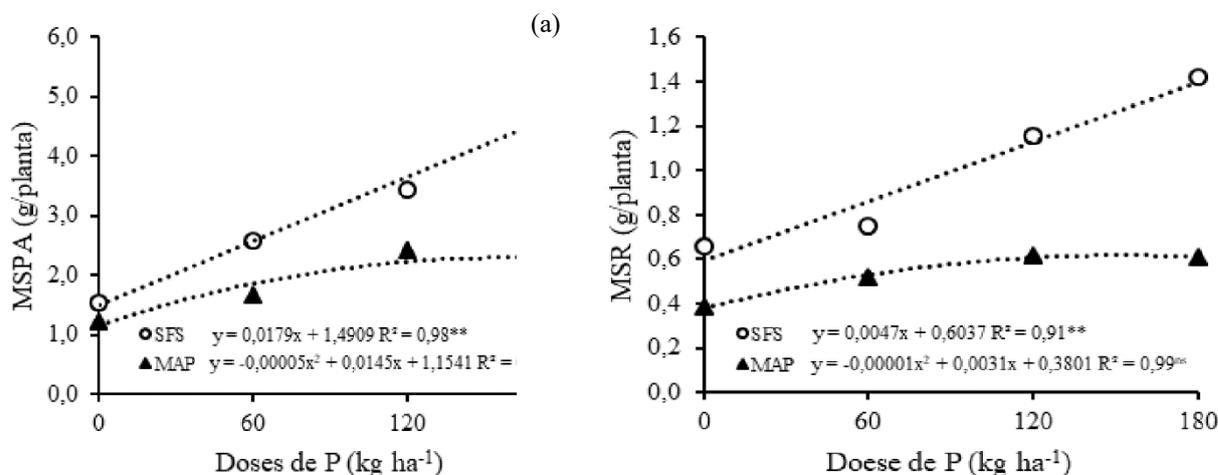
Figura 4: Comportamento visual do feijão-caupi cultivado em solo submetido a fontes e doses de P. F1 =superfosfato simples (a) e F2 = fosfato monoamônico (MAP) (b).

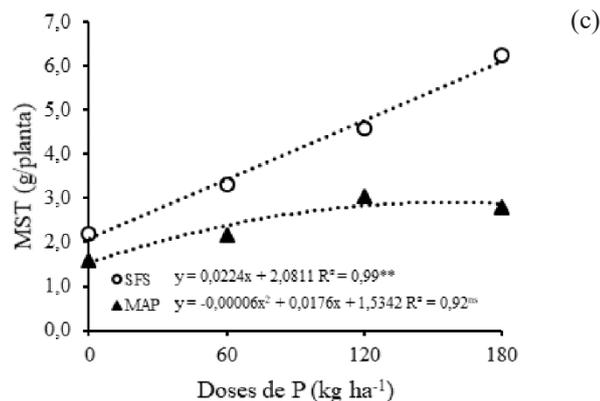


Fonte: Autoria própria, 2022.

O aumento das doses de P proporcionou maior MSPA, MSR e MST, apresentando crescimento linear, quando se aplicou as doses de SFS, e comportamento quadrático quando foi utilizado o MAP. A dose de 180 kg ha⁻¹ de SFS proporcionou maior produção de MSPA, MSR e MST correspondendo a 4,84; 1,42 e 6,26 g/planta, respectivamente. Enquanto que para o MAP, os maiores valores de MSPA, MSR e MST foram alcançados com a dose de 120 kg ha⁻¹, e corresponderam a: 2,43; 0,62 e 3,04 g/planta, respectivamente (Figura 4). Estes resultados reforçam o que já foi dito anteriormente, em que o SFS provavelmente proporcionou maior aumento na matéria seca do feijão-caupi devido sua vantagem de além do P, também adicionar Ca e S para o solo, suprimindo a exigência do nutriente pela cultura (SILVA et al., 2010). Segundo Dechen e Nachtigall (2007) a contribuição do superfosfato simples no teor de matéria seca da planta, varia de 0,5 a 3,0 g/kg de P, 5 a 80 g/kg de Ca e 1 a 5 g/kg de S.

Figura 4: Matéria seca da parte aérea (MSPA) (a), matéria seca das raízes (MSR) (b) e matéria seca total (MST) (c) do feijão-caupi cultivado em solo submetido a fontes e doses de P. ^{ns} = não significativo; * = significativo ($p < 0,05$) e ** = significativo ($p < 0,01$), pelo teste t. SFS = superfosfato simples e MAP = fosfato monoamônico.





Fonte: Autoria própria, 2022.

Araújo et al. (2018) estudando o efeito de fontes e doses de fósforo em feijão-caupi cultivado em casa de vegetação, em Rondônia, observaram que as doses de P também exerceram efeito linear crescente ($p < 0,05$) na produção de MSPA, MSR e MST, no qual foi obtido aumento de 25,86%; 31,25% e 25,30%, respectivamente. Os mesmos autores associam o aumento na produção de matéria seca com as doses de P devido este nutriente aumentar a disponibilidade de Ca para a planta, além disso, o solo tinha baixo teor de P, semelhante ao presente estudo, justificando a resposta linear crescente de todas as variáveis analisadas.

CONCLUSÃO

O superfosfato simples e a dose de 180 kg ha⁻¹ de P proporciona maior crescimento inicial em altura, diâmetro do colmo e matéria seca do feijão-caupi cultivado em solo de cerrado amapaense.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J. D. N.; SOUZA, F. C. A. de.; OLIVEIRA, M. L. de.; OLIVEIRA, M. C. M. de A.; OKUMURA, R. S. Fontes de fósforo no crescimento inicial de mudas de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.). **Nucleus**, v. 12, n. 2, p. 299-307, 2015.
- ARAÚJO, E.; FERREIRA, C.; SCHIOCHET, J.; ALMEIDA, W. Doses e fontes de fósforo sob a eficiência nutricional de genótipos de feijão-caupi. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 27, p. 1-11, 2018.
- BONFIM-SILVA, E.; GUIMARÃES, S.; FARIAS, L.; OLIVEIRA, J.; BOSA, J.; FONTENELLI, J. Adubação fosfatada no desenvolvimento e produção de feijão guandu em latossolo vermelho do cerrado em primeiro cultivo. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 5, p. 1380-1388, 2014.

BRASIL, E. C.; CRAVO, M. da S.; VIEGAS, I. de J. M. **Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2020. 419 p.

CARDOSO, M. J.; BASTOS, E. A.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de.; SOBRINHO, C. A. **Feijão-caupi: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 244 p

CLAESSEN, M. E. C. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212 p

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Safra 2020/2021, v. 8, n. 12, p. 1-98, 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Safra 2021/2022, v. 9, n. 6, p. 1-88, 2022.

COUTINHO, P. W. R.; SILVA, D. M. S.; SALDANHA, E. C. M.; OKUMURA, R. S.; SILVA JÚNIOR, 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, 2014.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. U.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: UFV, 2007. 1017 p.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. S. R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. 1. ed. Teresina, PI: Embrapa Meio-Norte, 2011. 80 p.

KANEKO, F. H.; RINZO, R. T.; OLIVEIRA, B. L. de.; PRADO, J. A. do.; ASSIS, G. P. B. de.; PILETTI, L. M. M. da S.; SILVA, I. P. de F. Doses e fontes de fósforo na cultura da soja. **Revista Cultura Agrônômica**, v. 29, n. 4, p. 400-411, 2020.

MELÉM JÚNIOR, N. J.; FARIAS NETO, J. T.; YOKOMIZO, G. K. **Caracterização dos cerrados do Amapá**. Macapá, AP: Embrapa Amapá, 2003. 5 p.

PEREIRA, C. S.; FREITAS, A. A. de.; CHAPLA, M. V.; LANGE, A. Doses de potássio com a presença de enxofre na cultura da soja. **Global Science and Technology**, v. 9, n. 1, p. 22-32, 2016.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas Instituto Agrônômico, 2001. 285 p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônômico/Fundação IAC, 1997. 285 p.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5.ed. revisada e ampliada. Brasília – DF: Embrapa, 2018. 356 p



SILVA, E. F. L.; ARAÚJO, A. S. F. de.; SANTOS, V. B. dos.; NUNES, L. A. P. L.; CARNEIRO, R. F. V. Fixação biológica do N₂ em feijão-caupi sob diferentes doses e fontes de fósforo solúvel. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 3, p. 394-402, 2010.

TRINDADE, E. F. da S.; VALENTE, M. A.; MOURÃO JÚNIOR, M. Propriedades físicas do solo sob diferentes sistemas de manejo da capoeira no nordeste paraense. **Agroecossistemas**, v. 4, n. 1, p. 50-67, 2012.

VENTURIERI, A.; SILVA, L. G. T.; MELEM JUNIOR, N. J.; ARAUJO, D. M. de F.; CASTRO, G. S. A.; ALVES, L. W. R.; VALENTE, M. A.; SILVA, R. de N. P. da.; GIBSON, V. M.; FERNANDES, A. V.; RABELO, B. V.; GUSMÃO, L. H. A. **Mapeamento de solos e aptidão agrícola das terras do Cerrado Amapaense, realizado em escala de reconhecimento de alta intensidade, como subsídio ao MacroZEE**. 1. ed. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2017. 48 p.

CAPÍTULO 25

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DE MILHO CULTIVADO EM SOLO DE CERRADO SUBMETIDO A FONTES E DOSES DE NITROGÊNIO

Lucia Ferreira da Silva
Jeferson de Deus Souza
Letícia Cardoso Gomes
Raqueline Shirlen da Silva Bezerra
Karla Samylle de Queiroz Costa
Madson Pereira Melo
Nilvan Carvalho Melo
Raphael Leone da Cruz Ferreira

RESUMO

Os solos do Cerrado possuem uma baixa fertilidade, além disso têm grande poder de fixação de P, que limita a absorção de N pela planta, comprometendo o crescimento do milho, que apresenta alta exigência nutricional pelo N. O objetivo foi avaliar o crescimento e a produção de matéria seca do milho cultivado em solo de cerrado amapaense em função de fontes e doses de nitrogênio. O experimento foi realizado em ambiente protegido, no Instituto Federal do Amapá, utilizando-se vasos plásticos contendo 8 kg de solo coletado na camada de 0-20 cm. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, arranjado em esquema fatorial 4x2, com quatro repetições. Os fatores foram compostos por quatro doses de nitrogênio (0, 30, 60 e 90 kg ha⁻¹ de N) e duas fontes de nitrogênio (ureia e sulfato de amônio). Foram analisadas as variáveis: altura da planta, diâmetro do colmo e matéria seca da parte aérea, das raízes e total das plantas de milho. A ureia é a fonte de N que proporciona melhor desempenho do crescimento inicial do milho. Como recomendação de adubação nitrogenada para solo do cerrado amapaense nas condições experimentais avaliadas, sugere-se a aplicação entre 50-60 kg ha⁻¹ de ureia, afim de obter o melhor desempenho da cultura.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays*. Ureia. Sulfato de amônio. Análise biométrica.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é uma Poaceae de grande importância socioeconômica internacional, devido seu potencial produtivo e valor nutricional. No Brasil é amplamente cultivado em todas as regiões, onde nas últimas décadas têm-se destacado a redução do cultivo de subsistência e o aumento da produção intensiva em resposta à demanda do mercado, contudo ainda existem algumas dificuldades na comercialização que envolvem o processo de escoamento da produção e a baixa produtividade (CONTINI et al., 2019).

O Brasil é o terceiro principal produtor mundial de milho com 101.000 toneladas, perdendo somente para Estados Unidos (347.488) e China (254.000) (CONAB, 2019). Na safra



de 2021/2022 a estimativa de área produzida foi de 21.661,2 mil ha, produtividade de 5.319 kg/ha e produção de 115.223,1 mil toneladas (CONAB, 2022).

Alguns fatores podem afetar a produtividade da cultura, tais como: o tipo de solo, o sistema de manejo adotado, características edafoclimáticas da região, e o desbalanço nutricional da cultura, dessa forma, o uso inadequado da adubação em quantidades insuficientes ou excesso que não corresponde a necessidade da cultura, pode resultar em perdas de produtividade.

Os solos do Cerrado possuem uma baixa fertilidade natural, além disso têm grande poder de fixação de fósforo, que limita a absorção de nitrogênio pela planta devido à escassez do P (VERGUTZ et al., 2015) comprometendo o crescimento da cultura, uma vez que o milho possui alta exigência nutricional, assim é necessário um manejo correto da fertilidade para o uso eficiente desses solos. Contudo, as áreas de cerrado amapaense apresentam boa aptidão para agricultura, uma vez que ocorrem possuem relevo predominantemente plano e sem impedimentos físicos para o preparo mecanizado (VENTURIERI et al., 2017).

O nitrogênio é componente de ácidos nucleicos, clorofila, proteínas, vitaminas, sistemas energéticos e aminoácidos, e conseqüentemente contribui para o incremento de proteínas (CANTARELLA, 2007). A exigência nutricional de N pelo milho aumenta linearmente à medida que ocorre o aumento da produtividade, dessa forma são extraídos 77 kg/ha de N para produtividade de 3,65 t/ha de grãos e 115 kg/ha de N para produtividade de 11,60 t/ha de silagem (CONAB, 2019). Além disso, a perda por volatilização deste nutriente pode expressar sintomas de deficiência de N, afetando o crescimento vegetativo e a expansão da área foliar, prejudicando o processo fotossintético do vegetal.

O aumento do fornecimento de nitrogênio para as plantas, que pode ocorrer via solução do solo ou fixação pelo ar e, posteriormente, é incorporado na forma de aminoácidos, proporciona o crescimento das folhas e conseqüentemente o aumento da superfície fotossintética, sendo fundamental para que a planta realize suas principais reações bioquímicas e fisiológicas (DECHEN; NACHTIGALL, 2007).

Diante disso, são necessários estudos que avaliem o crescimento e produção de matéria seca em função da adubação nitrogenada, a fim de auxiliar o entendimento acerca do comportamento e desempenho agrônômico do milho, na sua fase inicial de desenvolvimento. Assim, objetivou-se avaliar o crescimento inicial do milho cultivado em solo de cerrado amapaense em função de fontes e doses de nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá – IFAP, *Campus* Agrícola Porto Grande, no período de abril/2022 a junho/2022.

As unidades experimentais consistiram de vasos plásticos, contendo plantas de milho (VT PRO 3), com 8 dm³ de solo. O solo amostrado foi coletado, em área de cerrado do município de Porto Grande-AP, na camada de 0-20 cm de profundidade de um Argissolo Amarelo distrófico de textura franco-arenosa (SANTOS et al., 2018). O solo foi seco ao ar, homogeneizado e em seguida peneirado em peneira com malha de 2 mm.

A análise química do solo apresentou os seguintes resultados: pH 4,0; 12,07 g kg⁻¹ de matéria orgânica; 6 mg dm³ de P; K, Ca+Mg, H+Al, SB e CTC iguais a 0,02; 0,2; 3,1; 0,2 e 3,3 cmol_c dm⁻³, respectivamente, e V = 6%. Os resultados da granulometria foram: 229, 610 e 161 g/kg de argila, areia e silte, respectivamente. A análise química foi realizada segundo metodologia descrita por Raij et al. (2001) e a análise granulométrica conforme Claessen (1997).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2, com quatro repetições. Os fatores foram constituídos de quatro doses de nitrogênio (0, 30, 60 e 90 kg ha⁻¹ de N) e duas fontes de nitrogênio (ureia e sulfato de amônio).

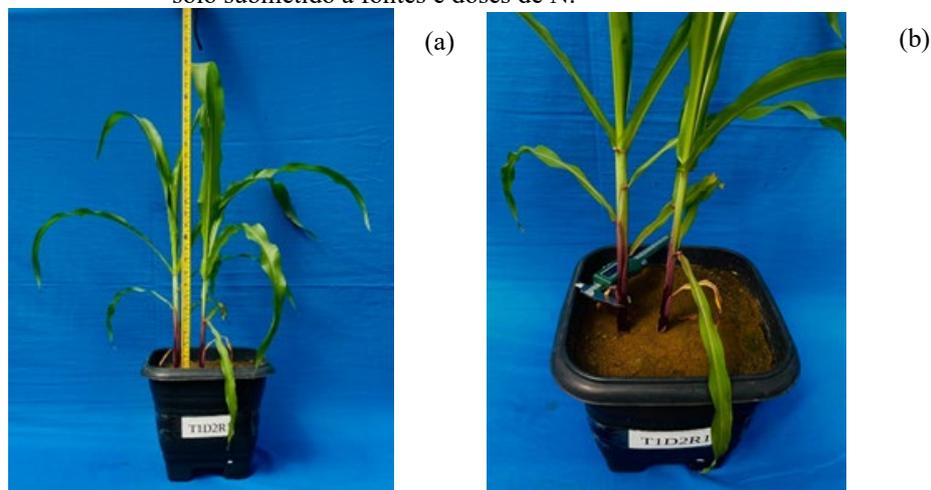
A acidez do solo foi corrigida 30 dias antes do semeio do milho utilizando-se 8 g de calcário dolomítico por vaso, em sacos plásticos para a incubação e reação do corretivo. Após o período de incubação do calcário e antes da aplicação das doses de N foi realizada a adubação de base, por meio da água de irrigação em todos os vasos, com macro e micronutrientes, em um total de 2,00 g de P; 0,47 g de K, por dm⁻³ de solo, na forma de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente; e com 0,04 g de FTE BR 12 por dm⁻³ de solo, conforme recomendação de calagem e adubação para o estado do Pará (BRASIL; CRAVO; VIEGAS, 2020). As doses de N, corresponderam a: 0,00; 0,27; 0,53 e 1,07 g por dm⁻³ de solo, na forma de ureia; e 0,00; 0,60; 1,20 e 2,40 g por dm⁻³ de solo, na forma de sulfato de amônio.

O semeio do milho foi realizado utilizando seis sementes por vaso e mantendo-se duas plantas após o desbaste, realizado seis dias após a emergência (DAE). Durante a condução do experimento, a umidade do solo foi mantida a 60% do volume total de poros, condição de capacidade de campo, completando-se, quando necessário, com água destilada.

As plantas de milho foram colhidas aos 35 dias após o semeio. Antes da colheita foram analisados a altura da planta, medida com uma fita métrica do colo da planta à extremidade

final da gema apical (Figura 1a) e o diâmetro do colmo, com o auxílio de paquímetro digital (Figura 1b).

Figura 1: Coleta dos dados de altura da planta (a) e de diâmetro do colmo das plantas de milho cultivadas em solo submetido a fontes e doses de N.



Fonte: Autoria própria, 2022.

O solo dos vasos foi revolvido e o sistema radicular das plantas retirado e lavado cuidadosamente para a retirada dos resíduos de solo. O material vegetal do milho foi separado em parte aérea (folhas e colmos) e raízes, acondicionado em sacos de papel; e em seguida foi seco em estufa com circulação forçada de ar a 65-70 °C por 72 h, até o peso constante, para obtenção da matéria seca.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, quando significativo pelo teste F, as fontes de N comparadas pelo teste t ($p < 0,05$) e o efeito das doses de N analisado por regressão, ajustando-se às equações para expressar o comportamento das variáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre os fatores fontes e doses de N para diâmetro do colmo ($p < 0,05$), matéria seca das raízes (MSR) ($p < 0,01$) e matéria seca total (MST) ($p < 0,01$). As doses de N influenciaram a altura da planta ($p < 0,05$), o diâmetro do colmo ($p < 0,01$), a matéria seca da parte aérea (MSPA) ($p < 0,01$), a matéria seca das raízes (MSR) ($p < 0,01$) e matéria seca total (MST) ($p < 0,01$) do milho. Ainda de forma isolada, as fontes de N influenciaram ($p < 0,05$ e $p < 0,01$) todas as variáveis de crescimento analisadas (Tabela 1).

Tabela 1: Análise de variância para altura da planta, diâmetro do colmo, matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca das raízes (MSR) e matéria seca total (MST) do milho cultivado em solo submetido a fontes e doses e N.

Fonte de variação	G.L	Quadrado Médio				
		Altura	Diâmetro	MSPA	MSR	MST
Doses de Nitrogênio (N)	3	4,132*	1,231**	9,439**	4,909**	24,168**
Fontes de N (F)	1	24,082**	1,005*	4,418**	30,772**	58,509**
N x F	3	0,863 ^{ns}	0,811*	0,713 ^{ns}	2,954**	5,296**
CV (%)	-	4,90	6,36	7,34	7,60	4,73

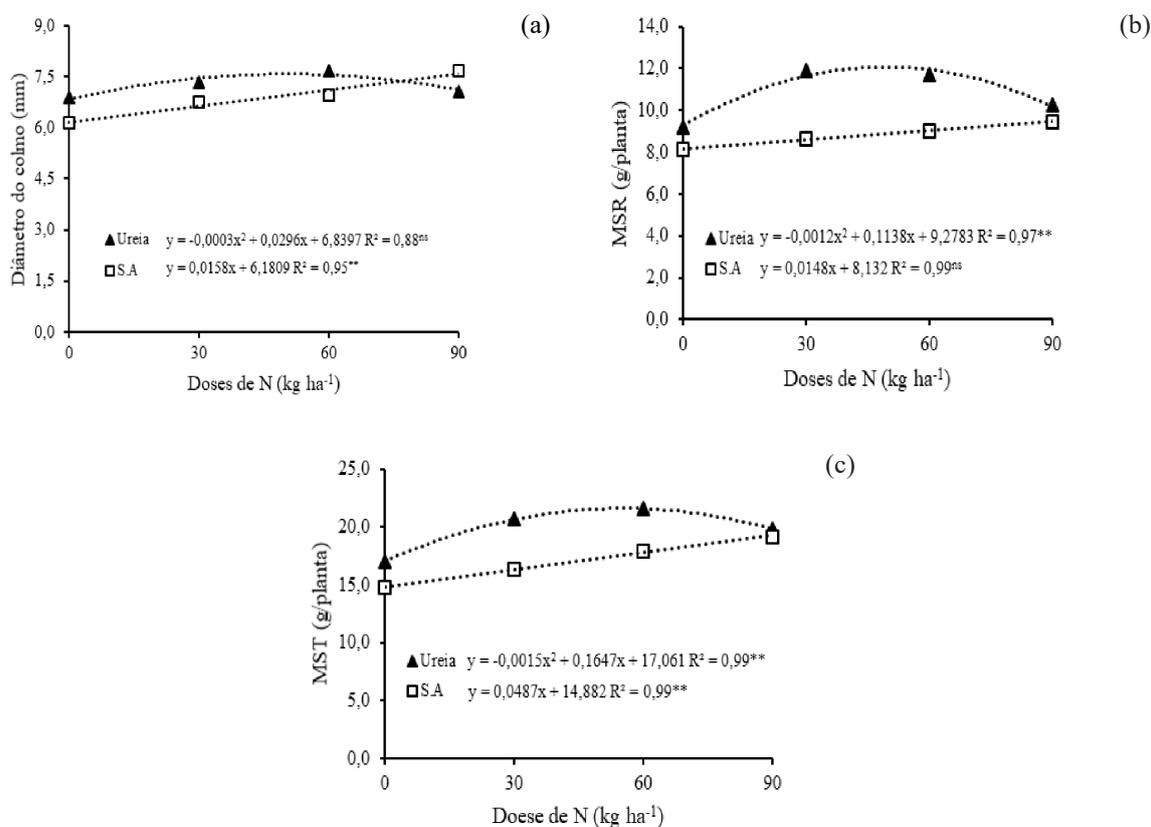
CV = coeficiente de variação; ^{ns} = não significativo; * = significativo ($p < 0,05$) e ** = significativo ($p < 0,01$), pelo teste t. **Fonte:** Autoria própria, 2022.

A ureia foi a fonte de N que proporcionou maior diâmetro do colmo, MSPA e MST, em comparação a fonte sulfato de amônio (S.A) (Figura 2). Para o diâmetro do colmo verificou-se ajuste quadrático para a ureia e o ponto de máximo correspondeu à dose de 49,33 kg ha⁻¹ de N; e para a fonte S.A o ajuste foi linear (figura 2a).

Mota et al. (2016) ao avaliarem o crescimento do diâmetro do colmo em função das fontes e doses de nitrogênio em cobertura no milho, no cultivo de safrinha em Jataí-GO, observaram melhor desempenho nas características agrônômicas quando a fonte de N utilizada foi a ureia.

Os resultados de MSR (Figura 2b) e MST (Figura 2c), também apresentaram comportamentos quadráticos para fonte ureia, alcançando seus pontos máximos nas doses de 47,41 e 54,9 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. Para ambas as variáveis descritas acima, o ajuste foi linear para fonte sulfato de amônio (Figura 2b e 2c). Comportamento semelhante, das variáveis MSR e MST, foi relatado em estudo que avaliou o efeito de fontes (ureia e sulfato de amônio) e doses de nitrogênio (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de N) em cobertura no milho safrinha em sistema conservacionista de plantio direto (GOES et al., 2013). Segundo os mesmos autores, o nitrogênio atua diretamente no crescimento vegetativo das plantas, resultando em processos de divisão celular, expansão celular e fotossíntese, dessa forma promove intenso crescimento vegetativo em culturas agrícolas.

Figura 2: Diâmetro do colmo (a), matéria seca das raízes (MSR) (b) e matéria seca total (MST) (c) do milho cultivado em solo submetido a fontes e doses de N. ^{ns} = não significativo e ^{**} = significativo ($p < 0,01$), pelo teste t. Ureia e S.A = sulfato de amônio.

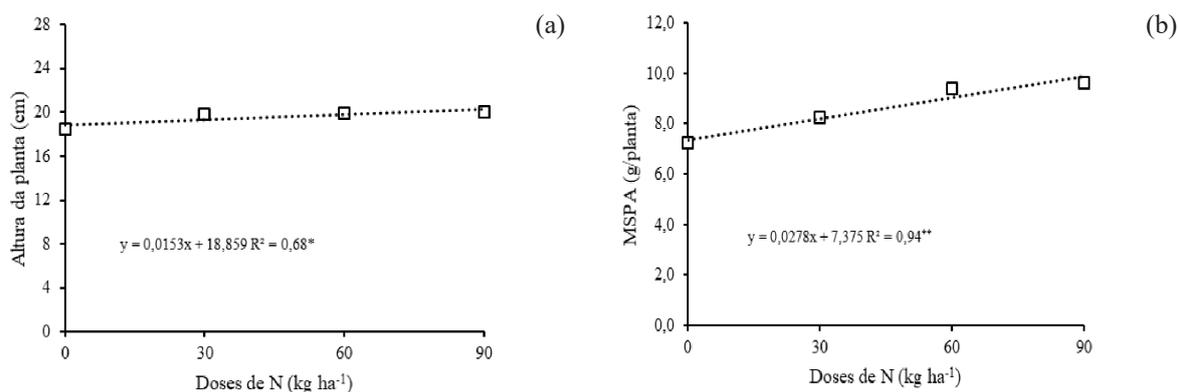


Fonte: Autoria própria, 2022.

A relação entre a aplicação de doses de nitrogênio e a altura da planta foi positiva, onde a adição de doses de nitrogênio em baixas concentrações já expressou boas respostas, obtendo-se um ponto máximo de altura (19,88 cm) com a dose de 60 kg ha⁻¹ de N, posteriormente, após a maior dose de N que foi de 90 kg ha⁻¹, o crescimento do milho em altura foi linear (Figura 3a). Para a variável MSPA o ajuste também foi linear, onde as doses crescentes das fontes de nitrogênio (ureia ou sulfato de amônio) promoveram maior produção de matéria seca, com máxima de 9,64 g/planta, com a dose de 90 kg ha⁻¹ de N (Figura 3b).

Em estudo avaliando fontes de adubação nitrogenada nas doses de 0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹ de N, em cultivos de milho em sucessão à soja, chegaram à conclusão que a dose de 60 kg ha⁻¹ de N, na fonte de ureia, obtiveram melhores respostas para as variáveis de crescimento como, altura da planta e diâmetro do colmo, quando comparado com as demais fontes utilizadas no ensaio experimental (KAPPES; SILVA, 2016), assim, os resultados encontrados corroboram com dos autores acima.

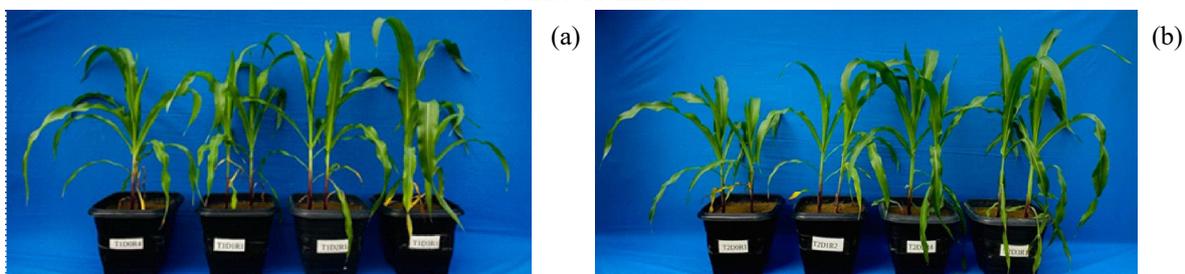
Figura 3: Altura da planta (a) e matéria seca da parte aérea (MSPA) (b) do milho em função das doses de N. * = significativo ($p < 0,05$) e ** = significativo ($p < 0,01$), pelo teste t.



Fonte: Autoria própria, 2022.

O incremento na altura da planta e MSPA observado ocorre porque uma planta com quantidades ideais de N tem melhor desenvolvimento, pois o nitrogênio influencia na síntese de proteínas, processos fotossintéticos, absorção de íons, multiplicação e diferenciação celular, desta forma, este nutriente promove maior e rápido crescimento vegetal (BERNARDI et al., 2020). Este rápido crescimento da cultura do milho pode ser observado na Figura 4, onde há diferenças visuais nas duas fontes de N utilizadas no experimento (ureia e S.A), em função das doses de N.

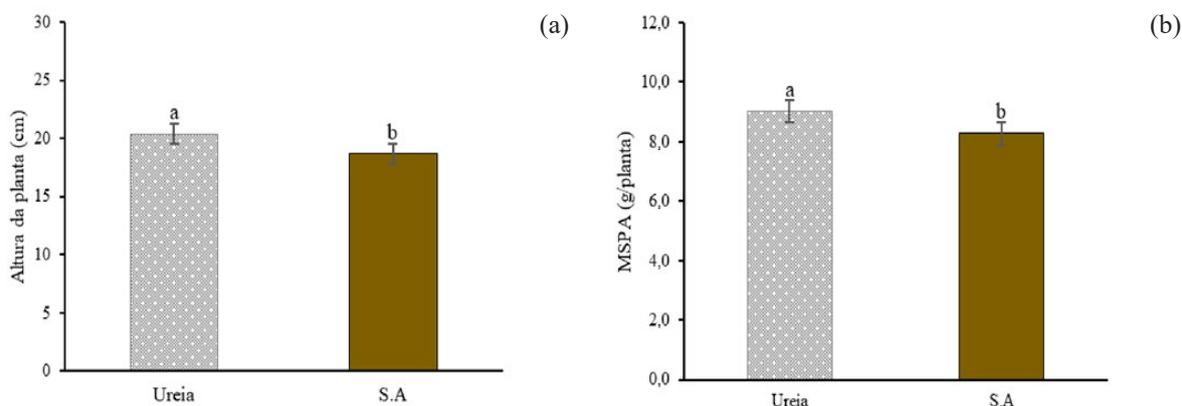
Figura 4: Comportamento visual das plantas de milho em função das fontes e doses de N. T1 = ureia e T2 = sulfato de amônio.



Fonte: Autoria própria, 2022.

A relação da variável altura e fontes de nitrogênio diferiu estatisticamente, tendo a fontes ureia (20,41 cm) sobressaindo-se a fonte sulfato de amônio (18,68 cm), além desta variável, a matéria seca da parte aérea (MSPA) obteve comportamento similar, onde a fonte ureia (9,02 g/planta) promoveu maiores incrementos quando comparado ao uso de sulfato de amônio (8,27 g/planta) como fonte fornecedora de N (Figura 5).

Figura 5: Altura da planta (a) e matéria seca da parte aérea (MSPA) (b) do milho em função das fontes de N. Barras verticais representam os erros-padrão das médias. Letras distintas indicam diferença significativa pelo teste t ($p < 0,01$). Ureia e S.A = Sulfato de amônio.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Estudos conduzidos por Portela et al. (2016), com objetivo de avaliar características agronômicas na cultura do milho, com níveis de parcelamento e fontes nitrogenadas, apesar de no parcelamento o desempenho as demais características estudadas fossem melhores com sulfato de amônio, a altura da planta teve maior crescimento quando a fonte de nitrogênio utilizada foi a ureia.

Outros autores que trabalharam com fontes de nitrogênio para adubação em milho, chegaram à conclusão de que das diversas fontes existentes, o uso da ureia ainda continua sendo a mais rentável, entregando boas respostas a nível de análises de crescimento, produção de matéria seca e produtividade, sendo assimilada facilmente pelo vegetal com efeitos positivos na cultura do milho (LINS et al., 2017; PORTELA et al., 2016; KAPPES; SILVA, 2016; MOTA et al., 2016).

O desempenho superior da fonte nitrogenada ureia, é explicado pela sua alta quantidade de N (45%), o que sugere sua rápida absorção e assimilação pela planta, contribuindo para uma melhor eficiência fotossintética com melhor interceptação solar, respondendo fisiologicamente mais rápido que as demais fontes de N utilizadas, resultando em crescimento vegetativo mais eficiente (GOES et al., 2013).

CONCLUSÃO

A ureia é a fonte de N que proporciona melhor desempenho do crescimento inicial do milho. Como recomendação de adubação nitrogenada para solo do cerrado amapaense nas condições experimentais avaliadas, sugere-se a aplicação entre 50-60 kg ha⁻¹ de ureia, afim de obter o melhor desempenho da cultura.

REFERÊNCIAS

- BERNARDI, B.; MARODIN, L. G.; DAI PRAI, M.; SORDI, A. Crescimento do milho submetido a aplicações de nitrogênio. **Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc São Miguel do Oeste**, v. 5, p. 1-8, 2020.
- BRASIL, E. C.; CRAVO, M. da S.; VIEGAS, I. de J. M. **Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2020. 419 p.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. U.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: UFV, 2007. 1017 p.
- CLAESSEN, M. E. C. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212 p
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Brasil). Milho: Análise mensal junho/julho de 2019. Brasília: 2019. <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-serie-historica-graos.html>>. Acesso em: 18 jul. 2022.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Boletim da safra de grãos, 7. ed. Julho, 2022. Brasília: CONAB, 2022. <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-serie-historica-graos.html>>. Acesso em: 18 jul. 2022.
- CONTINI, E.; MOTA, M. M.; MARRA, R.; BORGHI, E.; MIRANDA, R. A. de; SILVA, A. F. da; SILVA, D. D. da; MACHADO, J. R. de A.; COTA, L. V.; COSTA, R. V. da; MENDES, S. M. **Milho: caracterização e desafios tecnológicos**. Brasília, DF: Embrapa; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2019. 45 p.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. U.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: UFV, 2007. 1017 p.
- FERRARI, A. C.; GURGEL, G. C. de S.; PRATES, F. B. de S.; ZONTA, E.; POLIDORO, J. C. Desenvolvimento inicial de milho em função e doses de ureia aplicadas em semeadura. In: congresso brasileiro de ciência do solo, 34., 2013, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Costão do Santinho Resort, 2013. p. 1-4.
- GOES, R. J.; RODRIGUES, R. A. F.; TAKASU, A. T.; ARF, O. Características agronômicas e produtividade do milho sob fontes e doses de nitrogênio em cobertura no inverno. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 3, p. 250-259, 2013.
- KAPPES, C.; SILVA, R. G. Fontes e doses de nitrogênio no cultivo do milho safrinha em sucessão à soja. **Enciclopédia Biosfera**, v.13, n .23; p. 646-659, 2016.
- LINS, F. J. A.; FERREIRA, P. V.; ASSUNÇÃO, M. C.; SANTOS, D. F.; CARVALHO, A. P. V.; SANTOS, N. E. A. Crescimento de genótipos experimentais de milho em função de doses
- MOTA, J. H.; PORTUGAL FILHO, C. C. Características agronômicas e produtividade de milho safrinha em função de fontes e doses de nitrogênio. **Revista Agrotecnologia**, v. 7, n. 2, p. 47-52, 2016.

PORTELA, M. G. T.; ARAÚJO, R. L.; BARBOSA, R. P.; ROCHA, D. R. da. Características agronômicas do milho submetido a fontes e parcelamento de nitrogênio em cobertura. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 10, n. 3, p. 248-258, 2016.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas Instituto Agrônomo, 2001. 285 p.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5.ed. revisada e ampliada. Brasília – DF: Embrapa, 2018. 356 p

VENTURIERI, A.; SILVA, L. G. T.; MELEM JUNIOR, N. J.; ARAUJO, D. M. de F.; CASTRO, G. S. A.; ALVES, L. W. R.; VALENTE, M. A.; SILVA, R. de N. P. da.; GIBSON, V. M.; FERNANDES, A. V.; RABELO, B. V.; GUSMÃO, L. H. A. **Mapeamento de solos e aptidão agrícola das terras do Cerrado Amapaense, realizado em escala de reconhecimento de alta intensidade, como subsídio ao MacroZEE**. 1. ed. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2017. 48 p.

VERGUTZ, L.; NOVAIS, R. F. Recomendação de corretivos e adubação. **Milho: do plantio a colheita**. Editora UFV, Viçosa, 2015. 107 p.

CAPÍTULO 26

CRESCIMENTO INICIAL DA SOJA CULTIVADA EM SOLO SUBMETIDO A ADUBAÇÃO POTÁSSICA

João Vitor de Andrade Soares
Ana Caroline de Freitas Gonçalves
Cláudia Brenda da Conceição de Freitas
Cleverton França Vaz
Gizeli Santiago Lima
Nilvan Carvalho Melo
Fabricia Kelly Cabral Moraes

RESUMO

A soja é uma cultura de grande importância econômica em âmbito nacional, principalmente devido à exportação. A cultura vem se difundindo pelos solos do cerrado, entretanto esses solos apresentam baixos teores de potássio (K), sendo necessária a utilização de grandes quantidades de fertilizantes potássicos. Assim, o objetivo foi avaliar o crescimento inicial das plantas de soja, utilizando sementes tratadas e não tratadas, em função das doses de K. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em um Argissolo amarelo distrófico de textura franco-arenosa. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2, com quatro repetições. Os fatores constituíram-se de quatro doses de K (0; 90; 180 e 270 kg ha⁻¹ de K₂O), na forma de cloreto de potássio; e duas condições de tratamento das sementes de soja (soja não tratada e soja tratada), ambas da cultivar FTR 4181 IPRO. A coleta dos dados foi feita aos 35 dias após o semeio sendo que foram analisados os parâmetros: altura da planta; diâmetro do colmo; matéria seca das folhas, colmo e raízes. A soja tratada possibilita maior crescimento inicial das plantas em altura e produção de matéria seca, com exceção do diâmetro do colmo. Dentre as doses de K, a maior dose de 270 kg ha⁻¹ é a que proporciona maior crescimento inicial das plantas de soja.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*. Solo de cerrado. Semente tratada. Cloreto de potássio.

INTRODUÇÃO

Os grãos de soja (*Glycine max* L.) são utilizados principalmente na produção de óleos vegetais, proteína texturizada, medicamentos e biodiesel, além de possuir alimentos destinados aos animais como ração e farelo (FREITAS, 2011). Diante disto, a soja é um dos produtos mais exportados e, é a oleaginosa mais importante do mundo (BRASILEIRO, 2017).

O Brasil é o maior produtor mundial de soja com uma produção de 135,9 milhões de toneladas na safra de 2020/21 em uma área plantada de 38 milhões de hectares, sendo a média de produtividade de 3.405,85 kg ha⁻¹. Segundo a mesma safra, o estado do Amapá alcançou uma produtividade média de 2.420 kg ha⁻¹ em 5,3 mil hectares, indicando possibilidade de expansão para o cultivo da soja, no estado (SILVA et al., 2022). Além disso, sua estratégica



localização territorial tendo em vista a facilidade do escoamento de seus produtos, torna o estado do Amapá ainda mais atraente para a produção deste grão (MARGARIT, 2018).

O cultivo da soja vem crescendo na região do cerrado devido aos avanços em pesquisas que visam o desenvolvimento de tecnologias de produção (TOLLER et al., 2018). Muitos foram os mecanismos usados para auxiliar a expansão do cultivo de soja pelo Brasil, entre eles podemos citar o tratamento de sementes, pois existem alguns fatores bióticos e abióticos com potencial para causar sérios danos à produtividade (DAN et al., 2012; TRAFANE, 2014).

Pesquisas quanto ao uso de fertilizantes são importantes, uma vez que os solos das regiões de cerrado apresentam baixa fertilidade natural, sendo necessária a utilização de grandes quantidades de adubos para atender as exigências da cultura, dentre estes se encontram os adubos com fontes de potássio (MALAVOLTA, 2006; BOTTEGA et al., 2013).

O Potássio (K) é um cátion que permanece em sua forma iônica no vegetal, por isso não apresenta função estrutural, no entanto se encontra envolvido em diversas reações, sendo responsável pela regulação do potencial osmótico e pela ativação de algumas enzimas (TAIZ et al., 2017). Na cultura da soja o K possui capacidade de permitir uma maturação mais uniforme, resistência ao déficit hídrico e ao acamamento, dentre outros. Além disso, o K é responsável pela formação, translocação e metabolismo dos carboidratos, o que para a soja é muito importante visto que seu produto comercial é o grão (SILVA et al., 2022).

O crescimento inicial é determinante para o estabelecimento da cultura, uma vez que qualquer alteração interfere no desenvolvimento da planta, sendo assim são necessários estudos para condicionar bons índices de produtividade ao final do ciclo (KOLCHINSKI; SCHUCH; PESKE, 2006).

As análises de crescimento são artifícios baseados em modelos matemáticos utilizados para embasar os estudos quanto à fisiologia das plantas, muitos deles têm relação direta com a atividade fotossintética. Tais análises conseguem diferenciar quantitativamente as plantas de acordo com as condições ambientais em que estão inseridas, entre os índices utilizados para essa análise podemos citar a altura, a matéria seca dentre outros (REIS; MÜLLER, 1979).

Diante do exposto, objetivou-se verificar o efeito da aplicação de doses de K no crescimento inicial de plantas de soja oriundas de sementes tratadas e não tratadas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no período de março de 2022 a junho de 2022, na fazenda experimental do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Amapá - IFAP, *Campus* Agrícola Porto Grande.

A coleta do solo foi realizada em uma área de cerrado do município de Porto Grande – AP. Após a coleta, o solo foi seco ao ar, destorroado, homogeneizado e passado em peneira com malha de aço inoxidável, com abertura de 2 mm. Foram utilizados vasos com capacidade para 6 kg de solo e sementes de soja tratada e não tratada. A semente de soja foi tratada com inseticida prêmio, fungicida certeza, fertilizante comô nutri virtus e cumpnicida fipronil.

O solo, amostrado da camada arável (0,00-0,20 m) de um Argissolo Amarelo distrófico de textura franco-arenosa (SANTOS et al., 2018), apresentou os seguintes atributos químicos: pH 4,0; 12,07 g kg⁻¹ de matéria orgânica; 6 mg dm³ de P; K, Ca+Mg, H+Al iguais a 0,02; 0,2; 3,1 cmol_c dm⁻³, respectivamente, com base nesses valores foram calculados os índices de soma de bases (SB) e capacidade de troca de cátions (CTC), tais índices tiveram valores iguais a 0,2 e 3,3 cmol_c dm⁻³, respectivamente, por fim ainda foram definidos os valores de V% = 6% e m% = 78%. Os resultados da análise granulométrica foram: 229, 610 e 161 g/kg de argila, areia e silte, respectivamente. A análise química obedeceu a metodologia descrita por Raij et al. (2001) e a análise granulométrica conforme Claessen (1997), essas análises foram feitas a partir de uma amostra composta do solo, formada por seis amostras simples.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), arranjado em esquema fatorial 4x2, com quatro repetições, perfazendo um total de 32 unidades experimentais. Os fatores constituíram-se de quatro doses de K (0; 90; 180 e 270 kg ha⁻¹ de K₂O), na forma de cloreto de potássio; e dois tipos de semente de soja (soja não tratada e soja tratada).

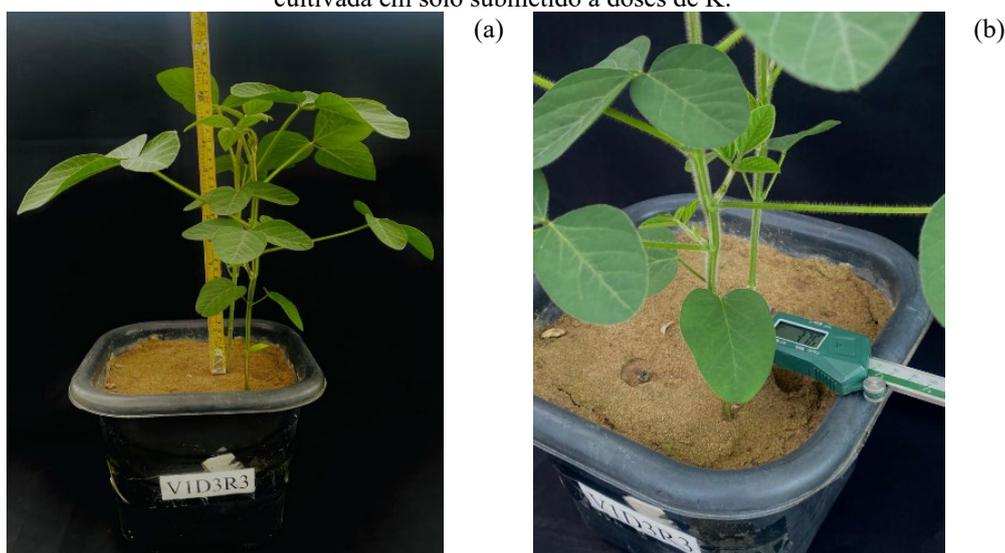
A correção da acidez do solo foi realizada 30 dias antes do semeio da soja, com 2,27 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (32% de CaO, 15% de MgO e PRNT de 92,38%), para elevar a saturação por bases a 70 % (RAIJ et al., 1997), adicionando 7 g/vaso de calcário, em sacos plásticos para a incubação e reação do corretivo. Após o período de incubação do calcário e antes da aplicação das doses de K foi efetuada uma adubação de base, por meio da água de irrigação em todos os vasos, com macro e micronutrientes, em um total de 0,13 g de N; 1,67 g de P; por dm⁻³ de solo, na forma de ureia e superfosfato simples, respectivamente; e 0,03 g de FTE BR 12 por dm⁻³ de solo, conforme recomendação de calagem e adubação para o estado do

Pará (BRASIL; CRAVO; VIEGAS, 2020). As doses de K, foram iguais a: 0,00; 0,45; 1,0 e 1,35 g/vaso, correspondentes a 0; 90; 180 e 270 kg ha⁻¹.

O semeio da soja foi efetuado utilizando seis sementes por vaso da cultivar FTR 4181 IPRO, e mantendo-se duas plantas após o desbaste, que foi realizado seis dias após a emergência (DAE). Durante a condução do experimento, a umidade do solo foi mantida a 60% do volume total de poros, condição de capacidade de campo, completando-se, quando necessário, com água destilada.

Os parâmetros de crescimento avaliados antes da colheita da soja, foram: altura da planta (utilizando uma régua, medindo-se desde o colo da planta até o nó do broto terminal) (Figura 1a); e diâmetro do colmo (medido com o auxílio de um paquímetro digital inserido na base da planta) (Figura 1b).

Figura 1: Medições da altura da planta (a) e do diâmetro do colmo (b), da planta de soja tratada e não tratada cultivada em solo submetido a doses de K.



Fonte: Autoria própria, 2022.

A soja foi colhida 35 dias após o semeio quando a maioria das plantas estavam no estágio fenológico (V5), ou seja, apresentavam o quinto nó e a quarta folha trifoliolada totalmente desenvolvida (NEUMAIER et al., 2000). O material vegetal da parte aérea da soja foi dividido em folhas e colmos; e o solo dos vasos foi revolvido e o sistema radicular das plantas de soja retirado e lavado cuidadosamente para a retirada de resíduos de solo.

O material vegetal da parte aérea e das raízes da soja foi acondicionado em sacos de papel, pesado e em seguida seco em estufa com circulação forçada de ar a 65-70 °C por 72 h, até o peso constante, para determinação da matéria seca.

Os resultados foram submetidos a análise de variância, quando significativo pelo teste F, as condições de tratamento da soja foram comparadas pelo teste t ($p < 0,05$) e o efeito das doses de K analisado por regressão, ajustando-se às equações para expressar adequadamente o comportamento das variáveis

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses de K influenciaram ($p < 0,01$) em todos os parâmetros avaliados, com exceção do parâmetro matéria seca das raízes (MSR). Para o fator soja tratada e não tratada, observou-se diferença significativa em todos os parâmetros estudados. Houve interação entre as doses de K e as condições de tratamento das sementes de soja, apenas para o parâmetro altura da planta ($p < 0,01$) (Tabela 1).

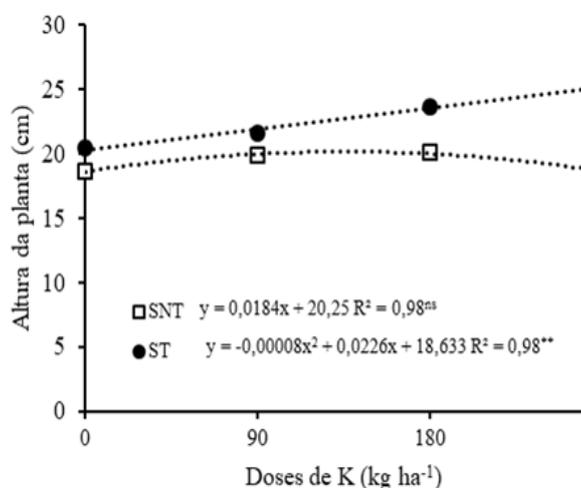
Tabela 1: Valores médios obtidos pela análise de variância para a altura das plantas, diâmetro do colmo, matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR) e matéria seca total (MST) de soja tratada e não tratada cultivada em solo submetido a doses de K.

Fonte de variação	G.L	Quadrado Médio				
		Altura	Diâmetro	MSPA	MSR	MST
Doses de Potássio (K)	3	10,092**	0,303**	1,042**	0,003 ^{ns}	1,149**
Tratamento da Soja (S)	1	93,332**	0,699**	0,813*	0,149**	1,652**
K x S	3	10,925**	0,065 ^{ns}	0,232 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,273 ^{ns}
CV (%)	-	6,54	5,64	10,57	7,87	7,68

CV = coeficiente de variação; ^{ns} = não significativo; * = significativo ($p < 0,05$) e ** = significativo ($p < 0,01$), pelo teste t. **Fonte:** Autoria própria, 2022.

A soja tratada (ST) apresentou comportamento linear, ou seja, a planta foi ganhando maior porte em altura com o aumento das doses de K, sendo que a dose máxima de 270 kg ha⁻¹ foi a que proporcionou maior altura da planta (25,22 cm). Por outro lado, a soja não tratada (SNT) apresentou comportamento diferente, onde observou-se efeito quadrático da aplicação de K no solo. Para a SNT, a altura máxima estimada foi de 20,23 cm com a dose estimada de 141,25 kg ha⁻¹ (Figura 2). O potássio aplicado em doses adequadas, ainda que não tenha funções estruturais, é muito importante para o metabolismo dos vegetais, incluindo a soja (TAIZ et al., 2017).

Figura 2: Altura da planta de soja tratada e não tratada cultivada em solo submetido a doses de K. ** = significativo ($p < 0,01$), pelo teste t. SNT = soja não tratada e ST = soja tratada.



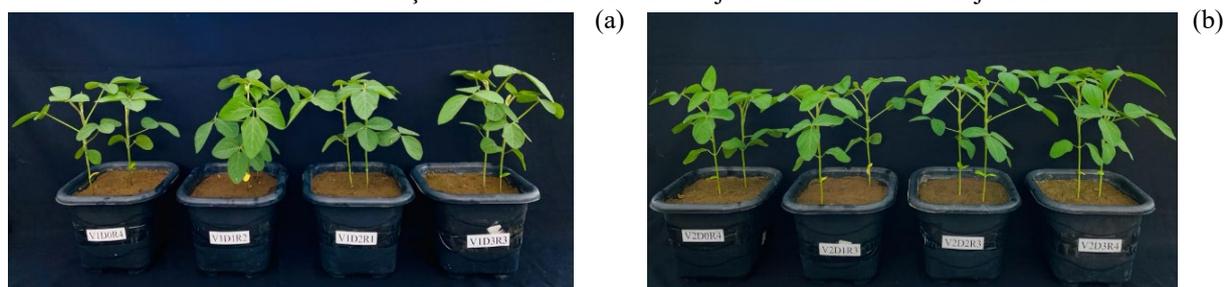
Fonte: Autoria própria, 2022.

Com base no resultado da análise do solo observou-se os teores P e K estavam muito baixos, dessa forma, pode-se dizer que a aplicação das doses com (270 kg ha^{-1} e $141,25 \text{ kg ha}^{-1}$), acima do recomendado (90 kg ha^{-1}) possibilitou maior crescimento das plantas de soja, independentemente do tratamento realizado na semente. Partindo disso, Petter et al. (2012) também visualizaram que as doses de K foram significativas para o crescimento em altura da soja, em condições do cerrado piauiense, entretanto a dose que maior contribuiu para o crescimento da soja foi a de 90 kg ha^{-1} .

Outro ponto pertinente envolve o tratamento das sementes, isso porque esse processo possibilita a preservação ou o aperfeiçoamento do desempenho das culturas, permitindo que a planta expresse seu maior potencial genético (PARISI; MEDINA, 2013), por isso, pode-se inferir que as plantas de soja tratada obtiveram maior crescimento em altura quando submetidas à mesma dose de adubação potássica. Em contrapartida, observa-se que a soja não tratada apresentou decréscimo em altura a partir da dose de $141,25 \text{ kg ha}^{-1}$ de K, indicando que mesmo adicionando doses maiores não haverá resposta para este parâmetro.

Visualmente, há um comportamento desuniforme da SNT, com o aumento das doses de K (Figura 3a). Por outro lado, a ST apresentou comportamento linear e uniforme quando as plantas foram submetidas à adubação potássica (Figura 3b).

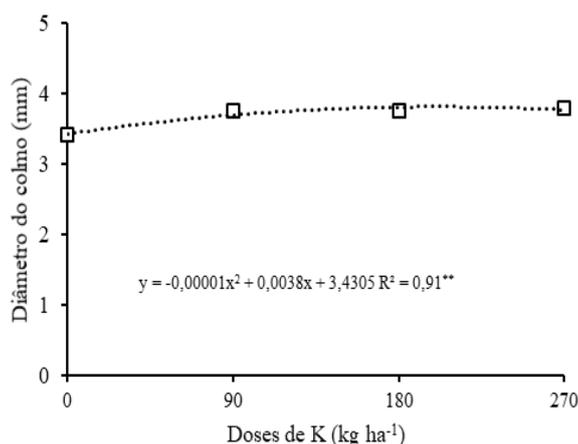
Figura 3: Comportamento visual da altura das plantas de soja não tratada (a) e soja tratada (b) cultivadas em solo submetido em função das doses de K. V1 = Soja não tratada e V2 = Soja tratada.



Fonte: Autoria própria, 2022.

O diâmetro do colmo, independente do tratamento das sementes, apresentou crescimento quadrático em função das doses de K. O diâmetro máximo estimado foi de 3,79 mm com relação à dose de 190 kg ha⁻¹ de K (Figura 4).

Figura 4: Diâmetro do colmo das plantas de soja cultivada em solo submetido a doses de K. ** = significativo ($p < 0,01$), pelo teste t.

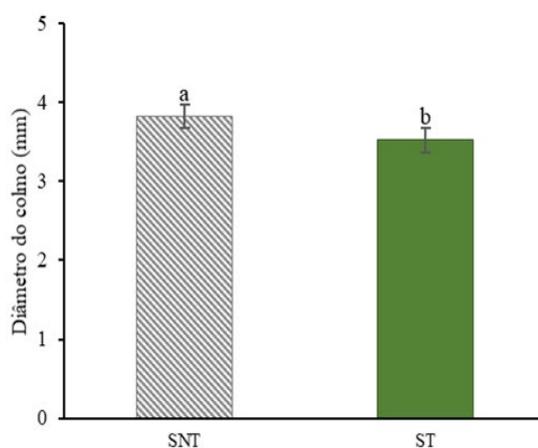


Fonte: Autoria própria, 2022.

Pereira et al. (2016) trabalhando com a adubação de potássio e enxofre na cultura da soja em Santa Catarina (SC) encontraram resultados semelhantes ao verificar que a dose de 84 kg ha⁻¹ de KCl proporcionou o maior diâmetro do caule, comprovando o efeito do potássio no diâmetro do colmo da soja. Entretanto, assim como para o parâmetro altura da planta, o diâmetro do colmo expressou seu crescimento máximo em uma dose (190 kg ha⁻¹) muito maior do que a recomendada (90 kg ha⁻¹), independentemente do tratamento da semente de soja. Isso pode ter relação com o fato do solo utilizado no experimento ter apresentado baixo teor de K. A partir do diâmetro máximo (3,79 mm) a curva inicia um decréscimo para este parâmetro, por isso doses maiores de K podem apresentar efeito positivo para o aumento do diâmetro do colmo das plantas de soja.

A SNT apresentou maior diâmetro do colmo (3,82 mm) quando comparada à soja tratada (3,52 mm) (Figura 5). Esses resultados podem indicar que assim como o tratamento das sementes de soja podem proporcionar efeito positivo para alguns parâmetros como a altura da planta, também podem contribuir para redução do potencial de crescimento de outros parâmetros como o próprio diâmetro. Essa relação é expressa por Dan et al. (2012), que demonstram que dependendo da composição do tratamento da semente pode haver influência negativa no desenvolvimento inicial da soja.

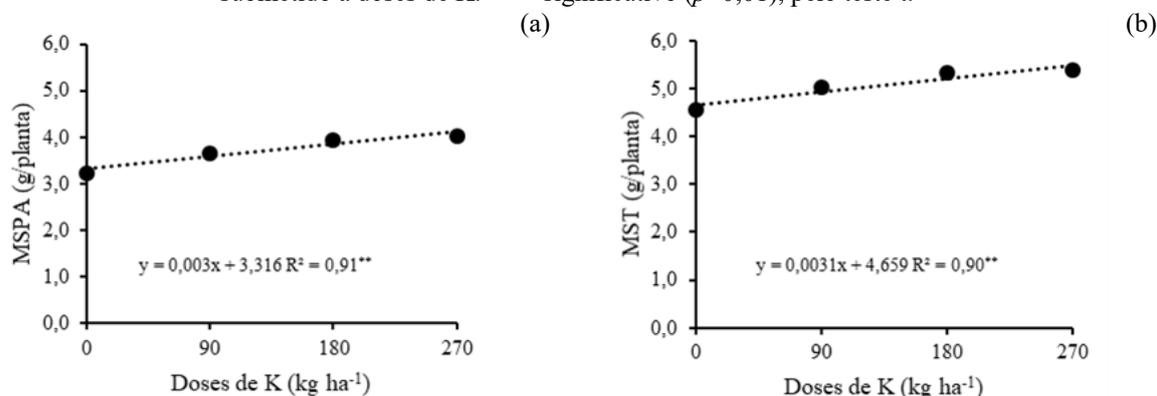
Figura 5: Diâmetro do colmo das plantas de soja tratada e não tratada. Barras verticais representam os erros-padrão das médias. Letras distintas indicam diferença significativa pelo teste t ($p < 0,01$). SNT = soja não tratada e ST = soja tratada.



Fonte: Autoria própria, 2022.

A matéria seca da parte aérea (MSPA) e a matéria seca total (MST) apresentaram comportamento linear, ou seja, a matéria seca da soja aumentou com o aumento das doses de K (Figura 6). A maior produção de MSPA foi de 4,13 g/planta alcançada com a dose 270 kg ha⁻¹ de K (Figura 6a). A produção de MST apresentou o mesmo comportamento, uma vez que a produção média foi de 5,50 g/planta, com a dose 270 kg ha⁻¹ de K (Figura 6b).

Figura 6: Matéria seca da parte aérea (MSPA) (a) e matéria seca total (MST) (b) da soja cultivada em solo submetido a doses de K. ** = significativo ($p < 0,01$), pelo teste t.

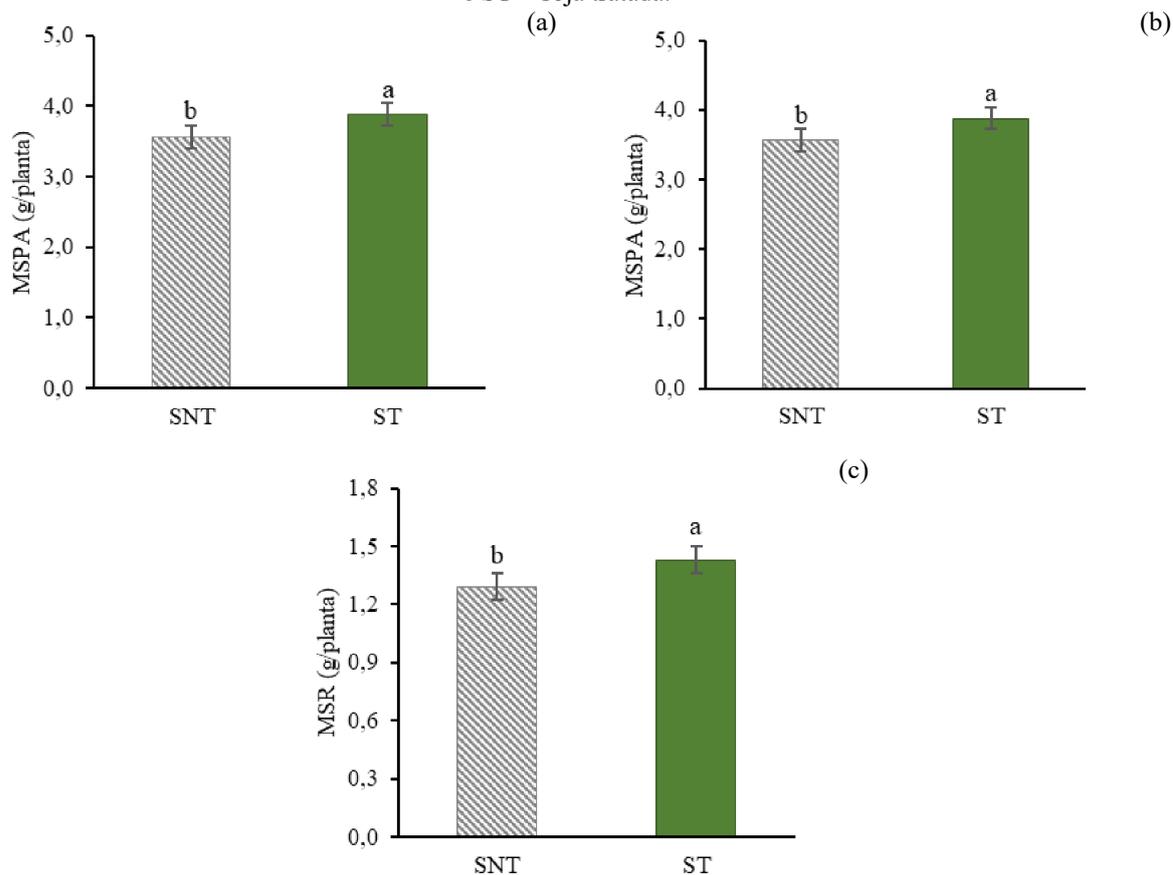


Fonte: Autoria própria, 2022.

O potássio é o segundo macronutriente mais absorvido pela soja, principalmente no estágio vegetativo interferindo significativamente no acúmulo de matéria seca (SEBASTIANI et al., 2019). Os acúmulos de MSPA e MST das plantas de soja podem ser explicados pelas próprias funções do potássio na soja, que envolvem justamente o uso eficiente da água, translocação de água e nutrientes e a formação, translocação e metabolismo de carboidratos, na planta (SILVA et al., 2022).

A ST apresentou maior produção de MSPA, MSR e MST correspondendo a: 3,88; 1,43 e 5,31 g/planta, respectivamente; quando comparada à soja ST que apresentou 3,56; 1,29 e 4,85 g/planta, respectivamente (Figura 7). Esses valores quando associados ao parâmetro de altura da planta, indicam que o tratamento das sementes pode permitir que a planta expresse todo seu potencial genético de crescimento.

Figura 7: Matéria seca da parte aérea (MSPA) (a), matéria seca da raiz (MSR) (b) e matéria seca total (MST) (c) das plantas de soja tratada e não tratada. Barras verticais representam os erros-padrão das médias. Letras distintas indicam diferença significativa pelo teste t. (a) $p < 0,05$; (b) $p < 0,01$ e (c) $p < 0,01$. SNT = soja não tratada e ST = soja tratada.



Fonte: Autoria própria, 2022.

CONCLUSÃO

A soja tratada possibilita maior crescimento inicial das plantas em altura e produção de matéria seca, com exceção do diâmetro do colmo. Dentre as doses de K, a maior dose de 270 kg ha⁻¹ é a que proporciona maior crescimento inicial das plantas de soja.

REFERÊNCIAS

BOTTEGA, E. L.; PINTO, F. de A. de C.; QUEIROZ, D. M. de.; SANTOS, N. T.; SOUZA, C. M. A. de. Variabilidade espacial e temporal da produtividade de soja no Cerrado brasileiro. *Agrarian*, Dourados, v. 6, n. 20, p. 167-177, 2013.

BRASIL, E. C.; CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M. **Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2020. 419 p.

BRASILEIRO, R. L. **Qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas sob manejo químico de plantas daninhas**. 2017. 23 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

CLAESSEN, M. E. C. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.

DAN, L. G. de M.; DAN, H. de A.; PICCININ, G. G.; RICCI, T. T.; ORTIZ, A. H. T. Tratamento de sementes com inseticida e a qualidade fisiológica de sementes de soja. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 45-51, 2012.

FREITAS, M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1-12, 2011.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 163-166, 2006.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MARGARIT, E. Integração do Amapá ao circuito produtivo da soja. **Interespaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, Grajaú, v. 4, n. 12, p. 108-119, 2018.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B.; OYA, T. Estádios de desenvolvimento da cultura de soja. *Embrapa Soja (ALICE)*, 2000. p. 20-44.

PARISI, J. J. D.; MEDINA, P. F. **Tratamento de sementes**. Instituto Agronômico de Campinas, 2013. p. 1-7.

PEREIRA, C. S.; FREITAS, A. A. de.; CHAPLA, M. V.; LANGE, A. Doses de potássio com a presença de enxofre na cultura da soja. *Global science and technology*, Rio Verde, v. 9, n. 1, p. 22-32, 2016.

PETTER, F. A.; SILVA, J. A. da.; PACHECO, L. P.; ALMEIDA, F. A. de.; NETO, F. de A.; ZUFFO, A. M.; LIMA, L. B. de. Desempenho agrônomo da soja a doses e épocas de aplicação de potássio no cerrado piauiense. **Revisita de Ciências Agrárias**, Belém, v. 55, n. 3, p. 190-196, 2012.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas Instituto Agrônomo, 2001. 285 p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285 p.

REIS, G. G.; MÜLLER, M. W. **Análise de crescimento das plantas**: mensuração do crescimento. Belém: FCAP, 1979. 39 p.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5.ed. revisada e ampliada. Brasília – DF: Embrapa, 2018. 356 p

SEBASTIANI, B. T. **Acúmulo e partição de matéria seca e nutrientes de cultivares de soja, semeadas em duas épocas**. 2019. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019.

SILVA, F.; BORÉM, A.; SEDIYAMA, T.; CAMARA, G. **Soja**: do plantio à colheita. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2022. 312 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TOLLER, M.; PELUZIO, J. M.; REINA, E.; LIMA, M. D. de.; HACKENHAAR, C.; HACKENHAAR, N. Adubação potássica e época de semeadura em soja para a produção de etanol. **Revista Agrogeoambiental**, v. 10, n. 2, p. 75-88, 2018.

TRAFANE, L. G. **Tratamento industrial de sementes de soja e seus reflexos na qualidade durante o período de armazenamento**. 2014. 38 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

CAPÍTULO 27

CRESCIMENTO INICIAL DE SORGO E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM SOLO DE CERRADO AMAPAENSE

Nilton dos Santos Torres
Arthur Vinicius Pires Moreira
Diomax Picanço Teixeira
Rayla Pinto Ramos Torres
Nilvan Carvalho Melo
Fabricia Kelly Cabral Moraes
Raphael Leone da Cruz Ferreira

RESUMO

O sorgo é uma cultura com alto potencial produtivo, principalmente por ser tolerante à seca e adaptável a vários tipos de solos. No entanto, o sorgo não tolera solos com baixa fertilidade, logo a manejo da adubação, principalmente com o N macronutriente essencial é de fundamental importância para o aumento da produtividade da cultura. Assim, o objetivo foi avaliar o crescimento inicial de sorgo granífero e forrageiro cultivados em solo de cerrado amapaense adubado com doses de nitrogênio. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando vasos plásticos com 8 kg de um Argissolo Amarelo distrófico de textura franco-argiloarenosa. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, arranjado em esquema fatorial 4x2, com quatro repetições. Os fatores constituíram-se de quatro doses de N (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹), na forma de ureia e duas cultivares de sorgo (granífero e forrageiro). As variáveis analisadas, foram: altura da planta, diâmetro do colmo e matéria seca da parte aérea, matéria seca das raízes e matéria seca total das cultivares de sorgo. O sorgo granífero apresenta maior crescimento inicial quando submetido à adubação nitrogenada. A dose de 80 ha⁻¹ de N proporciona maior crescimento inicial das plantas de sorgo.

PALAVRAS-CHAVE: Sorgo granífero. Sorgo forrageiro. Ureia. Matéria seca.

INTRODUÇÃO

O sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] ocupa o quinto lugar de cereal mais importante do mundo, e seu grão pode ser utilizado na alimentação humana, animal e para a produção de etanol (MENEZES et al., 2018). Além de ter importante papel na cobertura do solo, no Brasil, o sorgo ocupa uma área plantada de 1.058 ha, com uma produção de 3.019 t/ha, conforme a safra 2021/22 (CONAB, 2022); e vem ganhando destaque pela sua boa adaptação a regiões mais secas.

O Cerrado ocupa cerca de 25% do território brasileiro, e é o segundo maior bioma em extensão, com uma área de 2.045.000 km² (BANDEIRA, 2018). Por ser um dos cereais mais tolerantes à seca, o sorgo é considerado uma cultura de segurança para plantios em final de



chuva ou épocas com chuvas escassas e mal distribuídas (MENEZES et al., 2018), condição que favorece o cultivo de sorgo no cerrado para produção de forragem e sementes.

As espécies de sorgo mais utilizadas são o sorgo granífero e o sorgo forrageiro. O granífero apresenta porte baixo, adaptação à colheita mecânica, sendo os grãos sua principal utilização; já o sorgo forrageiro se caracteriza por apresentar porte alto, utilizado principalmente para pastejo, corte verde, fenação e cobertura morta, como camada protetora do solo (TROLEIS, 2020).

A demanda de fertilizantes aplicados na cultura do sorgo apresenta desempenho positivo para o nitrogênio (N), e tem papel fundamental por ser constituinte essencial das proteínas e interferir diretamente no processo fotossintético, pela participação na molécula de clorofila. Portanto, tornando-se limitante em sistema de utilização intensiva do solo, interferindo diretamente na composição química de espécies forrageiras, sendo influenciadas por fatores como solo, adubações realizadas, diferenças genéticas entre espécies, estações do ano e intervalo de cortes (SIMILI et al., 2008).

A adubação nitrogenada aumenta a atividade fotossintética da planta de sorgo e estimula a divisão celular, proporcionando aumentos nos teores de proteína e na biomassa total (FOLONI et al., 2008).

Este estudo teve como objetivo avaliar o crescimento inicial de sorgo granífero e forrageiro cultivados em solo de cerrado amapaense adubado com doses de nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da área experimental do Instituto Federal do Amapá, *Campus* Agrícola Porto Grande, no período de abril de 2022 a junho de 2022.

As unidades experimentais foram compostas por vasos plásticos, contendo plantas de sorgo com 8 dm³ de solo, coletado na camada arável de 0,00-0,20 m, de um Argissolo Amarelo distrófico de textura franco-argiloarenosa (SANTOS et al., 2018), em área de cerrado do município de Porto Grande/AP.

Após a coleta, o solo foi seco ao ar, destorroado, homogeneizado e passado em peneira com malha de 2 mm de abertura, de aço inoxidável, constituindo a terra fina seca ao ar (TFSA). Para a caracterização química e granulométrica do solo foi retirada uma amostra composta do solo, formada a partir de seis amostras simples. O solo amostrado apresentou a seguinte análise

química: pH 4,0; 12,07 g/kg⁻¹ de matéria orgânica; 6 mg/dm³ de P; K, Ca+Mg, Al, H+Al, SB e CTC iguais a 0,02; 0,2; 0,7; 3,1; 0,2 e 3,3 cmol_c/dm³, respectivamente e V% = 6. Os resultados da granulometria foram: 229, 610 e 161 g/kg de argila, areia e silte, respectivamente. A análise química foi realizada segundo metodologia descrita por Raij et al. (2001) e a análise granulométrica conforme Claessen (1997).

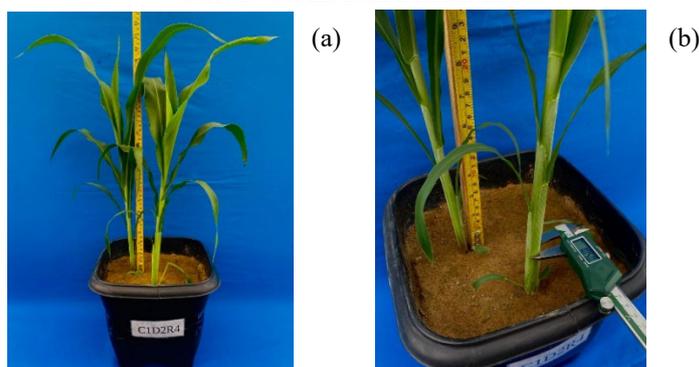
O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 4x2, com quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais. Os fatores foram constituídos de quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de N), na forma de ureia e duas cultivares de sorgo (granífero e forrageiro).

A correção da acidez do solo foi realizada 30 dias antes da semeadura do sorgo, utilizando 8 g/vaso de calcário dolomítico com as seguintes especificações: 32% de CaO, 15% de MgO e PRNT de 92,38%. Após o período de incubação do calcário foi realizada a adubação de base com macro e micronutrientes, em um total de 1,78 g de P; 0,40 g de K, por dm⁻³ de solo, na forma de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente; e com 0,04 g de FTE BR 12 por dm⁻³ de solo, conforme recomendação de calagem e adubação para o estado do Pará (BRASIL; CRAVO; VIEGAS, 2020). As doses de N corresponderam a: 0,00; 0,36; 0,71 e 1,07 g/vaso de ureia; correspondentes as doses de 0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de N, respectivamente.

O semeio do sorgo foi realizado utilizando sete sementes por vaso, mantendo-se duas plantas após o desbaste, que ocorreu em torno de sete dias após a emergência (DAE). Durante o experimento, a umidade do solo foi mantida a 60% do volume total de poros, completando-se, com água destilada, quando necessário.

Antes da colheita do sorgo foram analisados, a altura da planta (medida com uma trena, a partir de sua base, rente ao solo até o ponto de inserção da folha mais nova totalmente expandida) (figura 1a) e o diâmetro do colmo (utilizando paquímetro digital) (figura 1b).

Figura 1: Mensuração da altura (a) e do diâmetro do colmo (b) das plantas de sorgo cultivadas em solo de cerrado submetidas a doses de N.



Fonte: Autoria própria, 2022.

A colheita do sorgo foi realizada 35 dias após o semeio, e a parte aérea foi dividida em folhas e colmos. O solo dos vasos foi revolvido e o sistema radicular das plantas retirado e lavado cuidadosamente para a retirada de resíduos de solo. O material vegetal incluindo as raízes foi acondicionado em sacos de papel e em seguida foi seco em estufa de circulação forçada de ar, em temperatura de 65-70°C por aproximadamente 72 h, até atingir peso constante, para posterior determinação da matéria seca.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, quando significativo pelo teste F, as médias das cultivares de sorgo foram comparadas pelo teste t ($p < 0,05$) e o efeito das doses de N analisadas por regressão, ajustando-se às equações para expressar o comportamento das variáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses de N influenciaram ($p < 0,01$) as variáveis de crescimento, com exceção do diâmetro do colmo. As cultivares de sorgo interferiram ($p < 0,01$) no comportamento das variáveis estudadas. Houve interação entre as doses de N e as cultivares apenas para a altura da planta ($p < 0,01$), e para a matéria seca das raízes (MSR) e matéria seca total (MST) ($p < 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1: Análise de variância para altura da planta, diâmetro do colmo, matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca das raízes (MSR) e matéria seca total (MST) de sorgo cultivado em solo de cerrado submetido a doses de N.

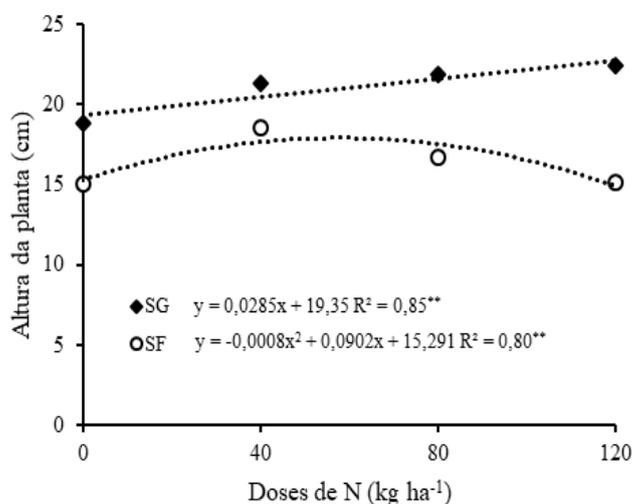
Fonte de variação	G.L	Quadrado Médio				
		Altura	Diâmetro	MSPA	MSR	MST
Doses de Nitrogênio (N)	3	13,281**	0,478 ^{ns}	0,799**	11,280**	4,082**
Cultivar (C)	1	178,274**	16,603**	7,440**	30,089**	16,922**
N x C	3	7,422**	0,816 ^{ns}	0,208 ^{ns}	2,261*	0,902*
CV (%)	-	5,37	8,49	13,69	13,85	10,51

CV = coeficiente de variação; ^{ns} = não significativo; * = significativo ($p < 0,05$) e ** = significativo ($p < 0,01$), pelo teste t. **Fonte:** Autoria própria, 2022.

Para a variável altura da planta, o sorgo granífero (SG) apresentou comportamento linear e o sorgo forrageiro (SF) comportou-se de forma polinomial. A altura da planta para o SG foi crescendo com o aumento das doses de N, alcançando altura máxima de 22,38 cm para a dose de 120 kg ha⁻¹ de N. Para o SF a altura máxima foi de 18,50 cm cuja dose aplicada foi de 40 kg ha⁻¹ de N (Figura 2). O crescimento em altura das cultivares de sorgo pode ser observado, visualmente, na Figura 3. Pode-se inferir que o resultado obtido, deu-se pelo genótipo das cultivares, haja vista que o SG é cultivado visando à produção de grãos e possui para sua altura um porte baixo e um ciclo mais curto, desenvolvendo o ganho de massa verde em menos tempo

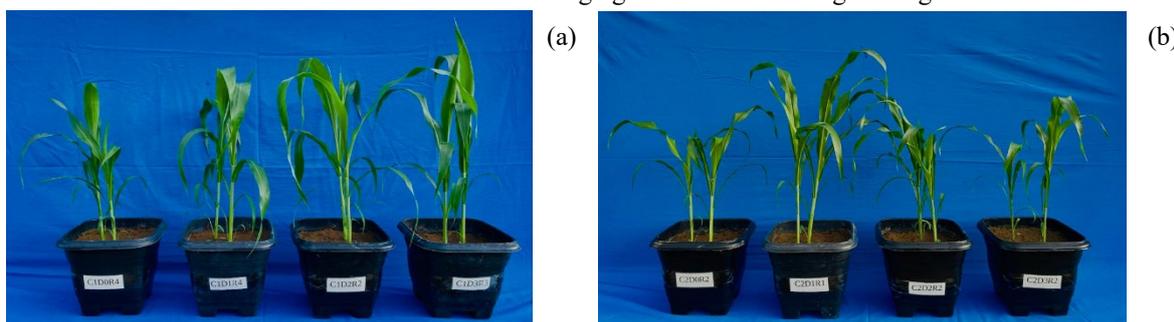
e se ajustando às doses de N.

Figura 2: Altura das plantas de sorgo cultivadas em solo de cerrado submetido a doses de N. ** = significativo ($p < 0,01$), pelo teste t.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Figura 3: Comportamento visual do sorgo granífero (a) e do sorgo forrageiro (b) cultivados em solo de cerrado submetido a doses de N. C1 = Sorgo granífero e C2 = Sorgo forrageiro.

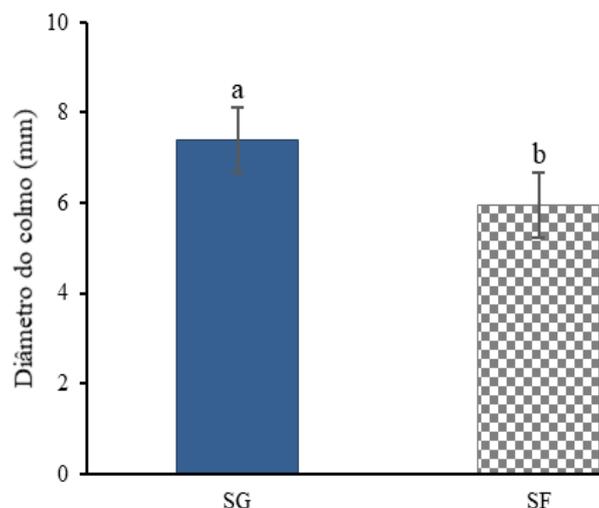


Fonte: Autoria própria, 2022.

Os resultados apresentados para o SF também é influência do genótipo, pois as cultivares de sorgo denominadas forrageiras, com ciclos mais longos e alturas superiores a 300 cm, tardias e de elevado potencial forrageiro (TABOSA et al., 2021), podem ainda não ter expressado todo seu potencial de crescimento em altura e produção de biomassa para período avaliado neste estudo, explicando a menor altura em relação ao sorgo granífero.

Em relação ao diâmetro do colmo o SG alcançou uma média de 7,38 mm de diâmetro e o SF atingiu uma média menor, equivalente a 5,94 mm de diâmetro (Figura 4).

Figura 4: Diâmetro do colmo das cultivares de sorgo cultivadas em solo de cerrado. Barras verticais representam os erros-padrão das médias. Letras distintas indicam diferença significativa pelo teste t ($p < 0,01$). SG = sorgo granífero e SF = sorgo forrageiro.



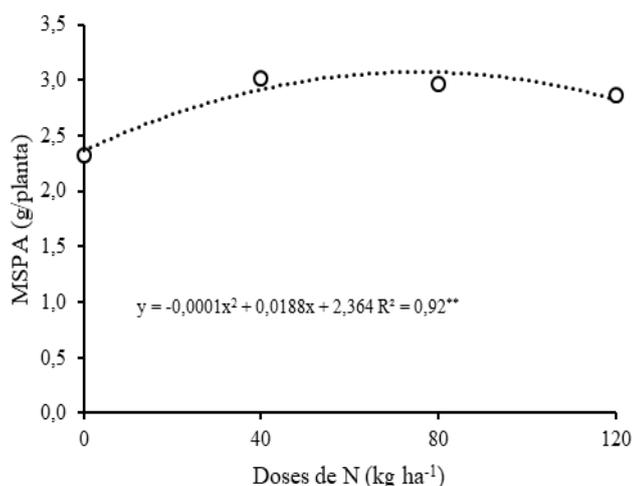
Fonte: Autoria própria, 2022.

O N tem papel fundamental no crescimento vegetativo, exercendo influência direta no processo fotossintético, promovendo acréscimo em altura de planta e no diâmetro do colmo (FORNASIERI FILHO, 2007). Assim, pode-se inferir que além das doses de N, outros fatores fenotípicos podem ter contribuído para os resultados apresentados.

Segundo Magalhães e Durães (2003) os híbridos de maneira geral têm uma formação de folhas e de sistema radicular mais rápida do que linhagens ou variedades. Em relação ao ambiente, a produtividade é mais elevada quando as condições climáticas permitem o plantio em outubro (RODRIGUES et al., 2015), justificando que o semeio em abril pode ter sido um fator limitante para o crescimento do SF.

A maior produção de MSPA foi de 3,02 g/planta alcançada com dose de 40 kg ha⁻¹ de N (Figura 5), que é a dose recomendada para o sorgo, conforme Brasil, Cravo e Viegas (2020). Malavolta (1979) explica que o N é um dos nutrientes mais absorvidos pelas culturas e quando aplicado na dose recomendada promove rápido crescimento, aumento da folhagem, além de aumentar o teor de matéria seca; o que justifica o aumento da produção de MSPA, independentemente da cultivar de sorgo.

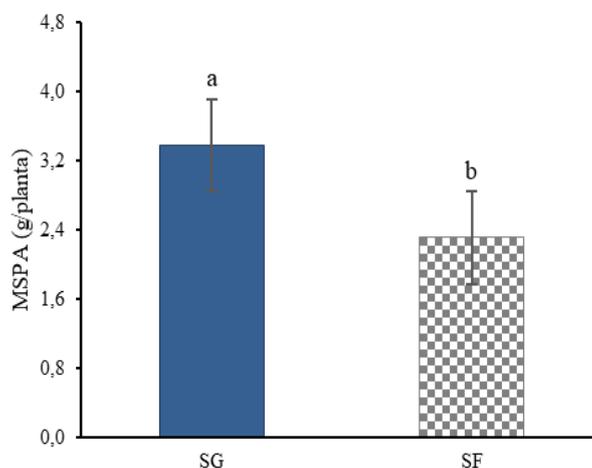
Figura 5: Matéria seca da parte aérea (MSPA) do sorgo cultivado em solo de cerrado submetido a doses de N. ** = significativo ($p < 0,01$), pelo teste t.



Fonte: Autoria própria, 2022.

O SG alcançou uma produção de MSPA de 3,38 g/planta, enquanto o SF atingiu uma produção média de 2,31 g/planta, apresentando menor produção de MSPA, em relação ao SG (Figura 6). Isto provavelmente ocorreu em virtude do SG ter expressado melhor crescimento em altura e diâmetro com a adubação nitrogenada.

Figura 6: Matéria seca da parte aérea (MSPA) das cultivares de sorgo cultivadas em solo de cerrado. Barras verticais representam os erros-padrão das médias. Letras distintas indicam diferença significativa pelo teste t ($p < 0,01$). SG = sorgo granífero e SF = sorgo forrageiro.

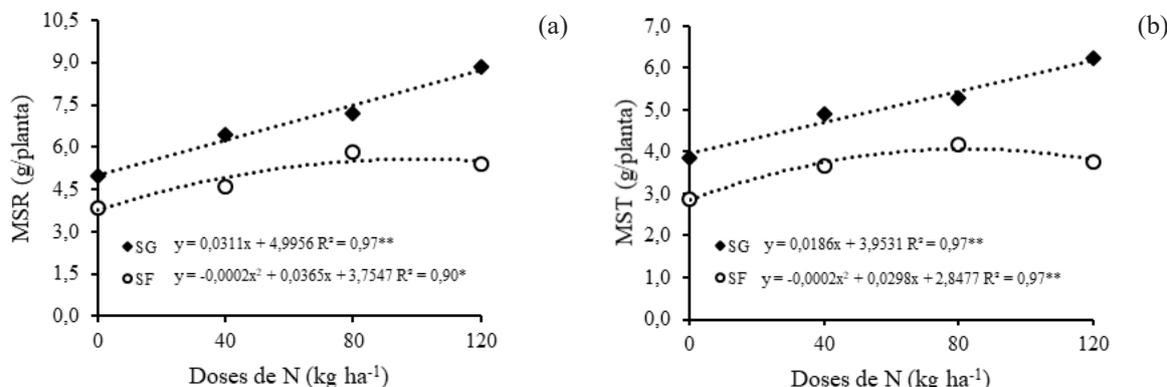


Fonte: Autoria própria, 2022.

O aumento das doses de N elevou a produção de MSR e MST do SG, com ajuste linear. Efeito quadrático foi observado para o SF, para as mesmas variáveis (Figura 7). A maior produção de MSR foi de 8,86 g/planta, obtida com a dose de 120 kg ha⁻¹ de N, com o SG. Para o SF, a maior (5,82 g/planta) produção de MSR foi alcançada com a dose de 80 kg ha⁻¹ de N (Figura 7a). Comportamento semelhante foi observado para a variável MST, em que o SG apresentou maior crescimento de matéria seca com o aumento das doses de N, alcançando

produção de 6,22 g/planta com a maior dose de 120 kg ha⁻¹ de N. Por outro lado, a dose de 80 kg ha⁻¹ de N foi a que proporcionou máxima produção, com 4,17 g/planta de MST (Figura 7b).

Figura 7: Matéria seca das raízes (MSR) (a) e Matéria seca total (MST) (b) de cultivares de sorgo cultivadas em solo de cerrado submetidas a doses de N. * = significativo ($p < 0,05$) e ** = significativo ($p < 0,01$), pelo teste t. SG = sorgo granífero e SF = sorgo forrageiro.



Fonte: Autoria própria, 2022.

De acordo com os resultados de MSR e MST, pode-se dizer que a aplicação de N até a dose de 80 kg ha⁻¹ se justificaria, uma vez que a produção de matéria seca das raízes e total foi máxima, para o SF, quando se aplicou a referida dose. Além disso, também podemos atribuir os resultados, de produção de matéria seca, ao período de condução do estudo, uma vez que o sorgo forrageiro é uma espécie de dias curtos, ou seja, quando a semeadura é realizada mais tardiamente pode haver efeito de fotoperiodismo, que reduz principalmente o porte da planta, afetando consequentemente a produção de matéria seca total (RODRIGUES et al., 2015).

CONCLUSÃO

O sorgo granífero apresenta maior crescimento inicial quando submetido à adubação nitrogenada. A dose de 80 ha⁻¹ de N proporciona maior crescimento inicial das plantas de sorgo.

REFERÊNCIAS

- BANDEIRA, M. N.; CAMPOS, F. I. Bioma cerrado: Relevância no cenário hídrico brasileiro. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO, 2., 2018, Anápolis. **Anais...** Anápolis: UniEVANGÉLICA, 2018. p. 399-409.
- BRASIL, E. C.; CRAVO, M. da S.; VIEGAS, I. de J. M. **Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2020. 419 p.
- CLAESSEN, M. E. C. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safra brasileiro - grãos: Série histórica de grãos, janeiro 2022 - safra 2021/2022. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2022. Disponível em: <<https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-serie-historica-graos.html>>. Acesso em: 18 jul. 2022.

FOLONI, J. S. S.; SANTOS, D. H.; CRESTE, J. E.; TOZATTI, H. de M. Desempenho de cultivares de sorgo e de milho submetidos à adubação nitrogenada de cobertura via pulverização foliar. *Colloquium Agrariae*, v. 4, n. 1, p. 30-39, 2008.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. 1. ed. Jaboticabal, SP: Funep, 2007. 574 p.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Ecofisiologia da Produção de Sorgo**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2003. 4 p. (Comunicado Técnico, 87).

MALAVOLTA, E. Adubos nitrogenados. In: MALAVOLTA, E. **Abc da adubação**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. p. 25-39

MENEZES, C. B. de.; COELHO, A. M.; SILVA, A. F. da.; SILVA, D. D.; MENDES, S. M.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; RODRIGUES, J. A. S. É possível aumentar a produtividade de sorgo granífero no Brasil? In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 32., 2018, Lavras. Soluções integradas para os sistemas de produção de milho e sorgo no Brasil: **livro de palestras**. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2018. cap. 4, p. 106-139.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas Instituto Agrônomo, 2001. 285 p.

RODRIGUES, J. A. S.; MENEZES, C. B. de; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; TABOSA, J. N. Utilização do sorgo na nutrição animal. In: PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Sorgo: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. cap. 14, p. 229-246.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5.ed. revisada e ampliada. Brasília – DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SIMILI, F. F.; REIS, R. A.; FURLAN, B. N.; PAZ, C. C. P. de.; LIMA, M. L. P.; BELLINGIERI, P. A. Resposta do híbrido de sorgo-sudão à adubação nitrogenada e potássica: composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 32, n. 2, p. 474-480, 2008.

TABOSA, J. N.; BARROS, A. H. C.; BRITO, A. R. de M. B.; SIMÕES, A. L.; SIMPLÍCIO, J. B.; CARVALHO, E. X. De.; TAVARES, J. A.; RODRIGUES, J. A. S.; NASCIMENTO, M. M. A. do.; FRANÇA, J. G. E. de.; SANTOS, V. F. dos. MENEZES, C. B. de.; TAVARES FILHO, J. J. In: MENEZES, C. B. de (ed.). **Melhoramento genético de sorgo**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. cap. 11, p. 293-340.



TROLEIS, M. J. B. **Atributos físico-químicos de um latossolo vermelho sob diferentes sistemas de manejo na produção de soja e sorgo em cerrado de baixa altitude.** 2020. 73 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Área de concentração em Sistemas de Produção) - Universidade Estadual de São Paulo, Ilha Solteira, 2020.

CAPÍTULO 28

ALTERNATIVAS RECENTES PARA O TRATAMENTO DA FUSARIOSE

Pedro Alves Bezerra Morais
Gabriel Sebastião Rocha Bertenceli
Jéssica Adalgisa Barbosa Silva
Lara Chaves de Freitas Ferreira
Mariana Alves Eloy
Valdemar Lacerda Junior

RESUMO

Em face a uma população mundial crescente e altos padrões de segurança alimentar, ambos sob influência de fatores complexos e mutáveis como a notável resistência a agroquímicos por doenças de culturas por pragas, ervas daninhas e microrganismos patogênicos, há uma necessidade urgente de novas estratégias apropriadas para enfrentá-los. O *Fusarium solani* f. sp. piperis é o agente causador de uma das principais doenças nas plantações de pimenta-do-reino. Este fungo filamentososo pode causar a podridão da raiz, a murcha amarela e até a morte das plantas infectadas, causando perda da lavoura e prejuízos econômicos aos pipericultores. Os métodos empregados no combate a fusariose da pimenta-do-reino são realizados com a prevenção ao fungo, com o uso de mudas de alto padrão, monitoramento da planta e erradicação de plantas sintomáticas. Entretanto, estes cuidados apresentam pouca eficiência e até o momento não há nenhum registro de cultivares resistentes ou fungicida específico para doença cadastrado no sistema de agrotóxicos fitossanitários. Neste capítulo são apresentadas questões sobre resistência fúngica a agroquímicos e planejamento racional e síntese orgânica na direção de novos candidatos a agroquímicos que atendam aos quesitos recém exigidos, alta eficiência e seletividade, frequência de uso e toxicidade reduzidas e custo-benefício.

PALAVRAS-CHAVE: Agroquímicos, Fusariose, Pimenta-do-reino, Resistência Fúngica, Planejamento Racional, Síntese Orgânica.

INTRODUÇÃO

A contínua redução da área agrícola per capita em consequência do crescimento da população mundial que atinge 7,6 bilhões introduz o grande desafio da sustentabilidade para os sistemas de produção de alimentos a fim de atender a este aumento da demanda (CARVALHO, 2017; GODFRAY *et al.*, 2010; TILMAN *et al.*, 2011). Condições climáticas, alterações no ambiente do solo, desenvolvimento de resistência por pragas, patógenos e ervas daninhas. Particularmente com relação aos patógenos o desenvolvimento de resistência é uma característica intrínseca a sua sobrevivência e traz consigo uma preocupação contínua e crescente. Doenças em cultivos oriundas da presença de bactérias, fungos, vírus, nematóides e oomicetos, são condições comumente observadas e de solução difícil o que resulta em significativas perdas na produção agrária. Aproximadamente, há uma perda anual de 16% a



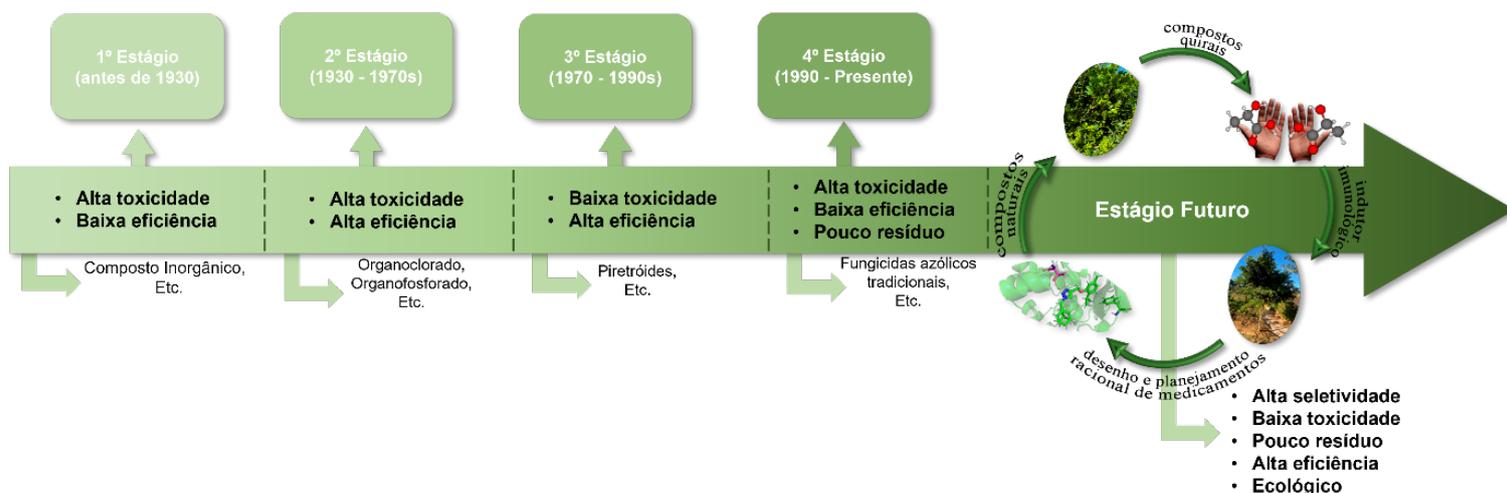
20% da produção agrária mundial em virtude de doenças pré-colheita (FRITSCHÉ, 2018; HOLLOMON, 2015; SAMARAS *et al.*, 2021; SAVARY *et al.*, 2019; SUNDIN; WANG, 2018).

Além disso, o uso contínuo de pesticidas conduziu ao aumento do número de eventos de toxicidade e contaminação do meio ambiente tendo como consequência, também, a proibição pelas agências reguladoras do uso de muitos inseticidas, herbicidas e fungicidas. Fungicidas tais como Topaze, Isoprothiolano, Metalaxil, Ácido Metano-arsênico, Mepronil, Validamicina, Iminoctadina, Anizalina, Oxadixil e Metalaxil foram banidos em países da União Européia em virtude de questões de segurança para o manipulador e ambiental (GUO *et al.*, 2021). Outros fungicidas, azólicos tradicionais tais quais Fluorociclazol, Tebuconazol, Flusilazol, e Propiconazol, utilizados como insumos de primeira escolha para controle de doenças desde a década de 70, mostraram-se capazes de interferir no sistema hormonal em mamíferos, *in vivo* e *in vitro* alterando a sua forma natural de comunicação, sendo assim, disruptores endócrinos (DRASKAU *et al.*, 2019). Portanto, devido a estes efeitos negativos sobre os níveis hormonais dos seres humanos, alguns desses fungicidas já foram banidos, e outros podem ser restringidos ou até banidos em um curto período, uma vez que, desde 2013, a União Européia se prepara para revisar os regulamentos legais sobre fungicidas azólicos. Desta forma, novos insumos agrícolas com novas moléculas ou mecanismos de ação são necessários a fim de reduzir o impacto causado por estas doenças e, conseqüentemente, aumentar o rendimento da produção agrícola com o intuito de atender a demanda nutricional da população crescente. Cabe ressaltar que a descoberta de novos insumos mais eficazes e resistentes, mais seguros ao ambiente e ao agricultor, de baixo custo, aplicados em menor quantidade e número de vezes, é um grande desafio (LI *et al.*, 2019).

Um dos contínuos e crescentes desafios para a agroindústria é a presença de fungos nas plantações uma vez que esses patógenos estão em, praticamente, todas as culturas e geram prejuízos em bilhões de dólares anualmente (PRESTES *et al.*, 2019). Soma-se a isto o fato que as monoculturas contribuem para o desenvolvimento de doenças em larga escala por oferecer ambientes uniformes e muitas vezes favoráveis a estes patógenos. Diante disso, os fungicidas agrícolas devem ser responsáveis pela redução de fitopatógenos em níveis que não prejudiquem a produção e nem a qualidade dos produtos agrícolas (DE OLIVEIRA *et al.*, 2019). A revisão de literatura publicada por GUO *et al.* (2021) traz uma interessante e atualizada percepção sobre o avanço cronológico da obtenção de pesticidas, subdividido em quatro estágios e apontando para a busca da alta eficiência e baixa toxicidade e quantidade residual para os novos pesticidas.

Os pesticidas mais recentes, desenvolvidos a partir da década de 90, são obviamente mais aceitáveis, considerando maior atenção à baixa toxicidade para os seres humanos e ao baixo resíduo associado aos objetos aplicados (GUO *et al.*, 2021). Corroborando com esta ideia, os padrões exigidos cada vez maiores para os pesticidas contemporâneos em sistemas de proteção ambiental, tornam obviamente mais difícil atender completamente às demandas dos sistemas agrícolas modernos. A alta eficiência não necessariamente precisa estar associada somente à redução da concentração aplicada ou ao controle significativo do efeito, mas ainda à alta seletividade e alta especificidade (YONGQUAN *et al.*, 2012) (Figura 1).

Figura 1: Ordem cronológica e perspectivas para os agroquímicos.



Fonte: Adaptado de Guo et al, 2021.

A pimenta-do-reino (*Piper nigrum*, L.), também conhecida como pimenta-da-índia ou pimenta preta, é uma antiga especiaria amplamente utilizada. Os seus grãos, secos e moídos, são muito empregados na culinária e seu sabor, parcialmente picante, estimula o consumo de pessoas no mundo inteiro. Em virtude do seu alto valor econômico, esta especiaria é muito conhecida na agroindústria, sendo o Brasil o terceiro maior produtor mundial, com aproximadamente 110 mil toneladas em 2019 (IBGE). O Pará e o Espírito Santo são responsáveis pela maior parte da produção da pimenta no Brasil (GALEANO; FERNANDES, 2021; IBGE, 2018; SOARES DE SOUZA LIMA *et al.*, 2010; TREMACOLDI, 2010). Recentemente, a produção da especiaria tem sido afetada por uma doença conhecida como fusariose, a qual é causada pelos fungos *Fusarium solani* f. sp. *piperis* e *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *piperis*, responsáveis pela podridão das raízes e pela murcha amarela, respectivamente. A presença deste fungo pode influenciar o ciclo reprodutivo, a conservação da planta e diminuir sua vida útil de colheita. Diante disso, as consequências da fusariose da pimenta-do-reino podem gerar impactos econômicos e ambientais significativos (ORIENTAL, 1999; ROCHA *et al.*, 2016).



Fusarium solani (Mart.) Sacc. f. sp. *piperis* Albuquerque pertence ao filo Ascomycota, à classe Ascomycetes, à ordem Hypocreales e à família Hypocreaceae. Este fungo hospeda-se no solo e sobrevive dos nutrientes da planta e da matéria orgânica presente. O controle para o *F. solani* acontece principalmente na prevenção ao fungo, com uso de mudas de maior padrão fitossanitário, monitoramento em campo e erradicação de plantas sintomáticas (OLIVEIRA *et al.*, 2011). A murcha vascular causada pelo *Fusarium oxysporum* Schlecht. atinge uma ampla variedade de plantas e apresenta como sintomas característicos o escurecimento vascular, epinastia foliar, nanismo, murcha progressiva, desfolha e morte da planta (AGRIOS, 2005). O grupo de espécies de *F. oxysporum* compreende diferentes formas especiais (f. sp.), as quais infectam mais de 100 hospedeiros diferentes, ocasionando perdas severas em culturas como melão, tomate, algodão e banana. O *Fusarium oxysporum* também é observado em humanos como causador de infecções invasivas em pacientes imunocomprometidos (MICHIELSE; REP, 2009; NUCCI; ANAISSIE, 2007; O'DONNELL *et al.*, 2004).

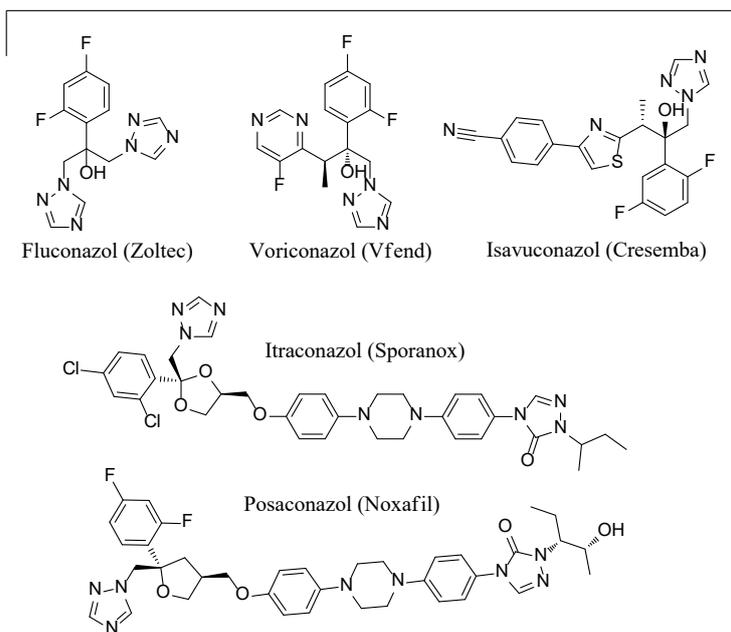
Estudos sobre os mecanismos moleculares da patogenicidade fúngica para o *F. oxysporum* mostram que este patógeno emprega estratégias de infecção fundamentalmente distintas em plantas e mamíferos. Uma análise genética usando formas mutantes direcionadas revelou componentes de sinalização essenciais para a infecção de tomateiros, como a proteína quinase ativada por mitógeno (MAPK) ou uma pequena proteína G, os quais são dispensáveis para virulência em camundongos. Por outro lado, o fator de transcrição PacC relacionado ao pH é necessário para a virulência em modelo de camundongo (DI PIETRO *et al.*, 2001; MARTÍNEZ-ROCHA *et al.*, 2008; ORTONEDA *et al.*, 2004).

TRIAZÓIS COMO ALTERNATIVA CLÁSSICA NA BUSCA DE NOVOS FUNGICIDAS

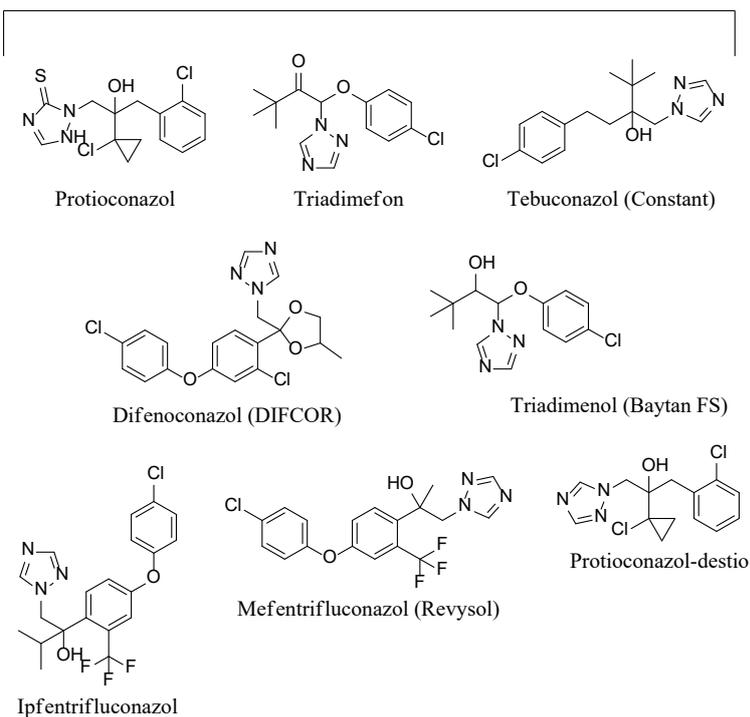
As propriedades dos fungicidas triazólicos são estudadas desde 1960 e, com exceção do fungicida bitertanol, a maioria dos triazóis exibe graus de sistemicidade variados e são absorvidos pela planta de forma rápida e vertical. Diante disso, os triazóis pertencem ao mais importante grupo de compostos já desenvolvidos para o controle de doenças fúngicas de animais e plantas (GROLL; GASTINE, 2020).

Figura 2: Triazóis clínicos e agroquímicos e respectivos nomes comerciais.

Triazóis Clínicos



Triazóis Agroquímicos



Fonte: Autoria própria, 2022.

Esta classe de agroquímicos representa aproximadamente 20% do mercado mundial de fungicidas sistêmicos. No Reino Unido, por exemplo, o Protiocanazol, Tebuconazol e Epoxiconazol são os mais comumente utilizados (TYNDALL *et al.*, 2016). Os azólicos são rotineiramente usados para tratar doenças como a mancha ocular e oídio em trigo e cevada, ferrugem negra, pústula e septoria foliar em trigo, escaldadura foliar em cereais, mancha foliar em beterraba sacarina, oídio em uvas, sigatoka em bananas, sarna de maçã e mofo em frutas cítricas, bem como, a produção de toxinas (PRICE; PARKER; *et al.*, 2015).

Dentre os agroquímicos triazólicos utilizados em plantações, destaca-se o fungicida tebuconazol. Este fungicida é amplamente conhecido na agroindústria, sendo utilizado em lavouras como café, arroz, cevada e milho, e suas aplicações podem ser terrestres, através de pulverizadores, ou aéreas, com utilização de aviões agrícolas empregando bicos hidráulicos. Embora seu modo de ação seja sistêmico, o uso descontrolado deste agroquímico pode contribuir para o aumento de fungos menos sensíveis ao seu mecanismo de ação. Outros exemplos de fungicidas de grande utilização são o ciproconazol, benzimidazol e flutriafol (BALARDIN *et al.*, 2017; TIETJEN, 2016). Sendo assim, o sucesso contínuo dos antifúngicos azólicos tem sido atribuído à sua eficácia no campo e à lenta evolução da resistência aos azóis

que geralmente tem sido combatida pelo desenvolvimento de fungicidas triazólicos mais ativos, como o Protioconazol.

Tabela 1: Relação entre patógeno, cultura e aplicação de agroquímicos triazólicos.

Tecido aplicado	Ingrediente ativo	Patógeno	Cultura
Terrestre e Aérea	<i>Benzovindiflupir</i> + <i>Protioconazol</i>	<i>Phakopsora pachyrhizi</i>	Soja
Tratamento de sementes	<i>Difenoconazol</i> + <i>Fludioxonil</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	Soja
Terrestre e Aérea	Tebuconazol	<i>Fusarium subglutinans</i>	Abacaxi, dentre outras
Foliar	Triadimefom	<i>Sphaerotheca fuliginea</i>	Cereais, pomáceas, frutos de caroço, café
Tratamento de sementes	Mefentrifluconazol	<i>Septoria tritici</i>	Cereais
Tratamento de sementes	<i>Triadimenol</i>	<i>Rhynchosporium secalis</i>	Cereais

Fonte: Autoria própria, 2022.

Considerando os fatores citados anteriormente e esperados para os novos pesticidas, um número significativo de recentes agroquímicos com alta eficácia e baixo risco foi desenvolvido. O mefentrifluconazol e o ipfentrifluconazol são antifúngicos triazólicos desenvolvidos recentemente pela indústria BASF os quais apresentam boa compatibilidade ambiental e excelente atividade fungicida em culturas de milho, grãos e soja, culturas comerciais como pimentão e uva, e gramíneas. A BASF submeteu os dados cadastrais do mefentrifluconazol às agências gestoras ficando disponível comercialmente em 2020 e se tornando um dos produtos pilares desta empresa (GU; BAI, 2018).

O mecanismo de ação dos triazóis atua na formação do ergosterol, uma fundamental estrutura lipídica presente na membrana plasmática dos fungos. Os fungicidas azólicos são capazes de inibir a enzima lanosterol 14 α -demetilase um membro da classe CYP51 da superfamília de monooxigenases do citocromo P450 ligada à membrana a qual é responsável pela conversão do lanosterol em ergosterol. Esta estrutura atua na regulação de fluidez, permeabilidade, estabilidade térmica e estrutura de proteínas presentes na membrana do fungo. Consequentemente, a depleção do ergosterol na camada da célula fúngica (micélio) promove o colapso na célula e interrompe o crescimento micelial (corpo fúngico) (BALARDIN *et al.*, 2017; DUPONT *et al.*, 2012).

A estrutura cristalográfica da lanosterol 14 α -demetilase ilustra algumas características importantes como, por exemplo, estabilidade conformacional, particularmente em complexo com inibidores. Um total de setenta e nove aminoácidos, dentre 537 resíduos que compõem a proteína, fazem parte do arcabouço, contribuindo para a superfície do sítio ativo contendo o grupo heme. Cabe destacar ainda os canais de entrada do substrato e de saída do produto no

portão de entrada deste sítio de ligação (PRICE; WARRILOW; *et al.*, 2015; TYNDALL *et al.*, 2016).

EFEITO DAS MUTAÇÕES SOBRE A RESISTÊNCIA FUNGICA E EFICÁCIA DOS TRIAZÓIS

Dentre as significantes limitações apresentadas por fármacos e agroquímicos antifúngicos, o notável crescimento da resistência intrínseca e adquirida merece destaque. A utilização disseminada dos triazóis na agricultura conduziu a uma resistência cruzada entre representantes clínicos e agroquímicos desta classe. Fenótipos e estruturas obtidas por cristalografia de Raio-X foram determinados para as formas mutantes de enzimas importantes para sobrevivência de fungos mostrando que mutações no CYP51 podem tornar triazóis, amplamente utilizados, menos eficazes e reduzindo obviamente as opções terapêuticas. Além disso, a utilização disseminada dessa classe de compostos na agricultura conduziu a uma resistência cruzada entre triazóis clínicos e agroquímicos. Embora a resistência intrínseca destes patógeno ao, por exemplo, Fluconazol tenha relação com mutações na isoforma do CYP51, a base molecular para esta resistência ainda necessita ser elucidada (FARIA-RAMOS *et al.*, 2014; MONK; KENIYA, 2021; SNELDERS *et al.*, 2012).

O Voriconazol não é afetado pelo mecanismo de resistência intrínseca sendo utilizado com fármaco de escolha para o tratamento de infecção de Aspergilose invasiva. Entretanto, uma significativa toxicidade e questões farmacocinéticas tornam necessário o monitoramento terapêutico deste fármaco durante o tratamento (SAGATOVA *et al.*, 2018).

Tabela 2: Relação entre mutação observada no sítio de ligação do ligante da CYP51 de *Candida albicans* e resistência aos azóis.

Mutação	Efeito Bioquímico
A61V	<i>Mudança no canal de entrada do substrato interferindo na ação de azóis de cadeia longa</i>
Y118A	<i>Ampliação do bolso de ligação do ligante. Confere perda de interações de ligação de H mediadas por água com Fluconazol, Voriconazol e VT-1161</i>
F126S	<i>Ampliação e aumento da polaridade do bolso de ligação do ligante na hélice B</i>
G307S	<i>Interfere sobre a ligação de hidrogênio entre o anel triazol e o resíduo de serina 307 na hélice I</i>
R467K	<i>Possível interação da cadeia lateral do resíduo de Lisina 467 com Asparagina 136 interfere sobre a ligação H da cadeia principal com a cadeia lateral da Lisina 143</i>
I471T	<i>Aumento da polaridade em região próxima ao Lisina 143, hélice I e o anel Heme C</i>

Fonte: Adaptado de Monk et al, 2021.

A utilização por longo período de Itraconazol conduz a resistência adquirida pelo patógeno por modificação no resíduo de glicina 54 na CYP51 e conferindo resistência cruzada

ao triazol de cadeia longa Posaconazol (DENNING; BROMLEY, 2015; TASHIRO *et al.*, 2012). Um alinhamento de sequência baseado na estrutura utilizando toda a extensão do CYP51 em complexo com Itraconazol (ScErg11p6His) (PDB código: 5EQB) mostrou que o resíduo de G54, da CYP51A de *Aspergillus fumigatus* (G73 em *S. cerevisiae*) está localizado na entrada do canal do substrato Lanosterol sugerindo que uma mutação envolvendo um resíduo promotor de impedimento estérico pode impedir a interação entre triazóis de cadeia longa com o interior do canal de ligação ao substrato. Com relação a mutação G448S do CYP51A em *A. fumigatus*, a qual está localizada próxima ao sítio ativo e ao grupo heme, esta apresenta um efeito oposto a mutações no resíduo G73 em *S. cerevisiae*, conferindo, assim, resistência a triazóis de cadeia curta, como o Variconazol, e não interferindo nas ações de Posaconazol e Itraconazol. Uma mutação equivalente, G464S, é encontrada em CYP51 *C. albicans* (CaCYP51) conferindo resistência ao Fluconazol (DENNING; BROMLEY, 2015; SAGATOVA *et al.*, 2018).

NOVAS ALTERNATIVAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE NOVOS AGROQUÍMICOS E CONTROLE DE FUNGOS DO GÊNERO FUSARIUM

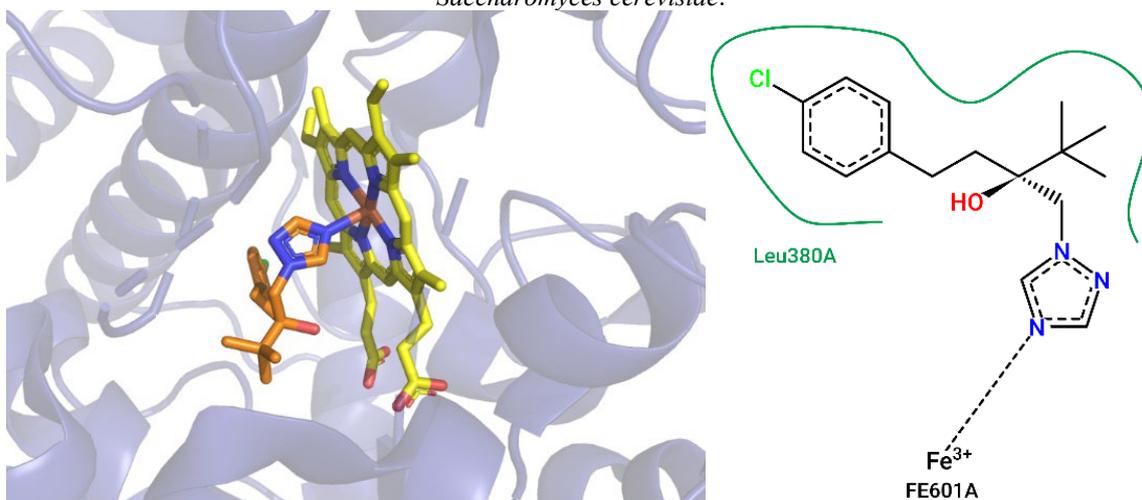
Desde a década de 70 com o advento dos supercomputadores e, logo em seguida, da técnica de cristalografia de raios-X, tem-se amplamente estabelecido que o conhecimento acerca das estruturas de biomoléculas, enzimas, receptores, e respectivos complexos envolvendo substratos e inibidores, pode abrir as portas para o planejamento racional e, conseqüente, descoberta de novos agentes antifúngicos. A aplicação de ferramentas computacionais como, Docagem Molecular, Triagem Virtual e Estudo de Relação Estrutura Atividade Quantitativo (QSAR-3D), as quais necessitam de um conjunto de habilidades para sua utilização, está tornando-se frutífera para a obtenção de candidatos a fármacos e agroquímicos oriundos de Programas de Pesquisa implementados em Indústrias Farmacêuticas. O acesso à comunidade científica de estruturas de potenciais alvo moleculares em alta resolução por meio da base de dados Protein Data Bank, incluindo informações que vão desde as conformações adotadas por ligantes nos complexos aos tipos de interações e aminoácidos cruciais no papel catalítico alvo em questão, complementam os paradigmas de descoberta de medicamentos. Na base de proteínas citada é possível encontrar um número relevante, superior a trinta, de estruturas cristalográficas de CYPs de fungos em complexo com substratos, antifúngicos comerciais e candidatos, como por exemplo *S*- e *R*-Tebuconazol (PDB 5EAB e 5EAC), *S*- e *R*-Protioconazole-destio (PDB 5EAD e 5EAE), Fluquinconazol (PDB 5EAF), Procloraz (PDB 5EAG), Difenoconazol (PDB 5EAH) e Lanosterol (PDB 4LXJ). Em posse destas estruturas, abordagens que permitem reduzir o tempo e o custo do processo de

descoberta, Docagem Molecular e seleção baseada no Farmacóforo, podem ser empregadas em triagem de milhões de compostos disponíveis em bases de dados, como o ZINC, e potenciais ligantes ranqueados os quais podem então serem sintetizados ou adquiridos. Concomitantemente, sistemas de expressão gênica e demais ferramentas de biologia de molecular, as quais reúnem informações privilegiadas, em conjunto com abordagens fisiológicas e de filogenia, estão também intrinsecamente relacionados a este processo (MONK; KENIYA, 2021; MONK *et al.*, 2014; TYNDALL *et al.*, 2016).

De modo notável Tyndall *et al.* (2016), por meio de estudo de modelagem molecular e utilizando estruturas cristalográficas de Raio-X de alta resolução da ScErg11p6×His em complexo com inibidores de demetilase, incluindo enantiômeros, revelaram as interações entre estes por coordenação mediada por triazol e a orientação específica no interior do sítio de ligação relativamente hidrofóbico. O destaque deste trabalho se deve ao fato de que as estruturas obtidas utilizando a lanosterol 14 α -demetilase de *S. cerevisiae* em complexo com estes agroquímicos permite o entendimento estrutural sobre os resultados de mutações no desenvolvimento de resistência aos azóis e, conseqüentemente, abre as portas para o planejamento racional na direção da próxima geração de inibidores de demetilase.

Observando o modo de interação entre os enantiômeros do tebuconazol e o sítio ativo da enzima lanosterol 14 α -demetilase a partir das estruturas cristalográficas obtidas no Protein Data Bank (PDB código: 5EAB e 5EAC) é possível identificar uma ligação coordenada entre o nitrogênio N3 do triazol e o ferro cofator no grupo heme.

Figura 3: Interação entre o *S*-Tebuconazol e o grupo Heme da enzima lanosterol 14 α -demetilase de *Saccharomyces cerevisiae*.



Fonte: Pymol e Proteins Plus (DELANO, 2002; FÄHRROLFES *et al.*, 2017).

O grupo hidroxila em ambos enantiômeros apontam em direção aos resíduos de Tirosina 126, Y126, e 140, Y140. A posição destas hidroxilas difere entre si em 1.6 Å devido a vizinha

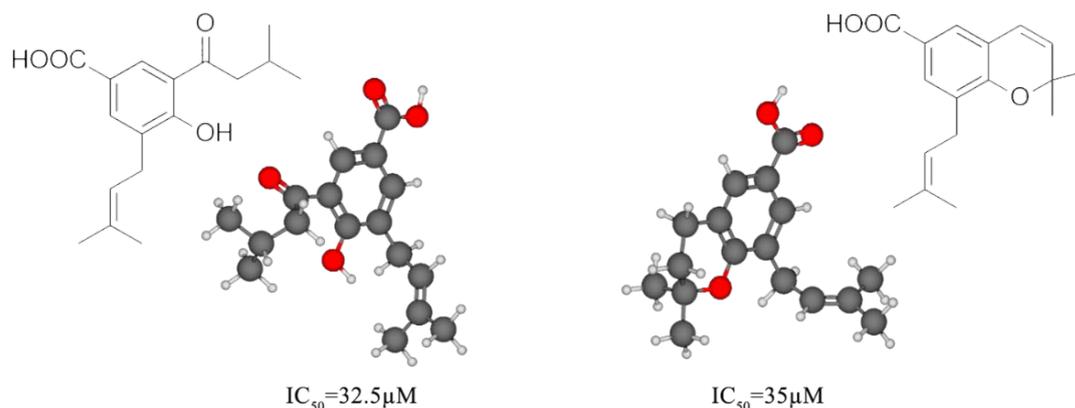


do grupo volumoso 4-clorofenil no *S*-Tebuconazol projetando-se no sítio ativo para a posição ocupada pelo anel fenil dissubstituído do Fluconazol. O grupo butil menos volumoso do *S*-Tebuconazol está posicionado em direção ao canal de entrada do substrato, enquanto para o enantiômero menos ativo *R*, é a porção 4-clorofenil que ocupa esta região. Os átomos de carbono quaternários centrais dos enantiômeros estão aproximadamente a 1 Å de distância, com o enantiômero *R* projetando-se para o fundo da cavidade do sítio ativo o qual acomoda facilmente o grupo terc-butil (SAGATOVA *et al.*, 2015).

Lebouvier *et al.* (2020) realizaram a síntese de uma série de 2-aryl-3-azolil-1-indolil-propan-2-ols como análogos do Fluconazol e, dentre estes compostos, os enantiômeros *R* e *S* do 2-(2,4-diclorofenil)-3-(1*H*-indol-1-il)-propan-2-ol foram os mais promissores candidatos a antifúngicos sendo o *S* cem vez mais ativo com um valor de CIM 0.2–167 ng/mL para uma variedade de espécies de *Candida*. Neste estudo a Docagem Molecular e Dinâmica Molecular foram abordados para justificar interação preferencial pela configuração *S*-absoluta com a estrutura cristalográfica da lanosterol 14 α -demetilase de *Candida albicans* (CaCYP51) sendo observado uma similaridade com a conformação de ligação do Posaconazol co-cristalizado (PDB ID: 5FSA). De modo semelhante Zhao *et al.* docaram antifúngicos derivados isoxazol frente a CYP51B de *Aspergillus fumigatus* mostrando que a interação por ligação de hidrogênio entre o átomo de oxigênio do isoxazol e o resíduo de tirosina 122 é crucial para a atividade (LEBOUVIER *et al.*, 2020).

Com o avanço na busca por agentes fitossanitários muitas plantas pertencentes ao gênero *Piper*, família *Piperaceae*, se mostram uma boa alternativa no controle de fungos patógenos. Dentre as substâncias propensas de serem encontradas estão as amidas, terpenoides, chalconas, flavonoides e derivados de ácido carboxílico. A ideia amplamente estabelecida da obtenção e utilização de produtos naturais consiste na extensa gama de compostos bioativos que as plantas produzem, possibilitando a aplicação direta ou como moléculas de partida no desenvolvimento de novas substâncias.

Figura 4: Estrutura química dos ácidos que apresentaram boa atividade frente ao *F. solani*.

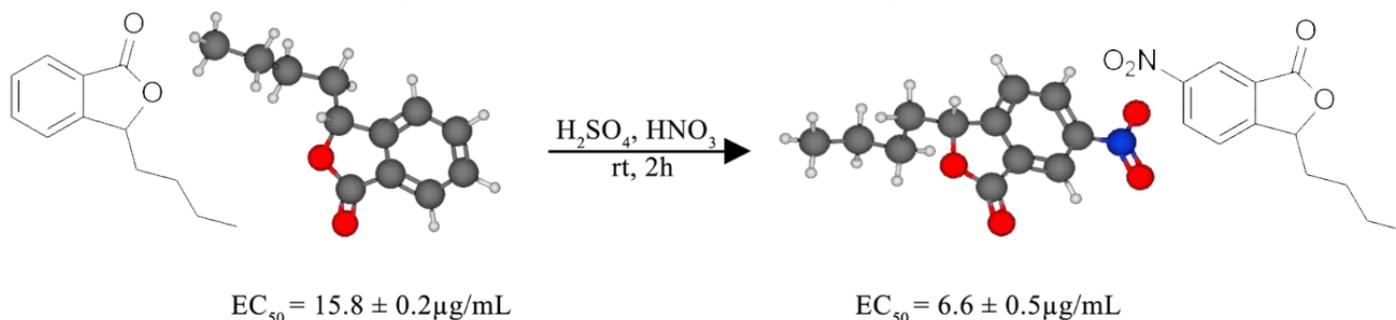


Fonte: Adaptado de Chitiva-Chitiva *et al.* (2021).

Em estudo recente, Chitiva-Chitiva *et al.* (2021) isolaram alguns compostos da espécie *Piper pesaresanum*, dentre eles o ácido 4-hidroxi-3-(3-metil-but-2-en-1-il)-5-(3-metil-but-2-enoil) benzoico, com uma hidroxila livre na posição 4, e cadeias do tipo isoprenil e oxoprenil, nas posições 5 e 3 respectivamente, e ácido 2,2-dimetil-8-(30,30-dimetilalil)-2H-1-cromeno-6-carboxílico. Os dois ácidos apresentaram atividade frente ao *F. solani* com valores de IC_{50} de $32.5 \pm 3.3 \mu M$ e $35.0 \pm 2.7 \mu M$, respectivamente. Os valores de IC_{50} dos compostos oriundos da planta foram comparados com o de uma substância padrão, O Mancozeb, o qual apresentou IC_{50} de $10.2 \pm 1.3 \mu M$. Os ácidos derivados apresentados podem ser considerados possíveis agentes biocontroladores (CHITIVA-CHITIVA *et al.*, 2021).

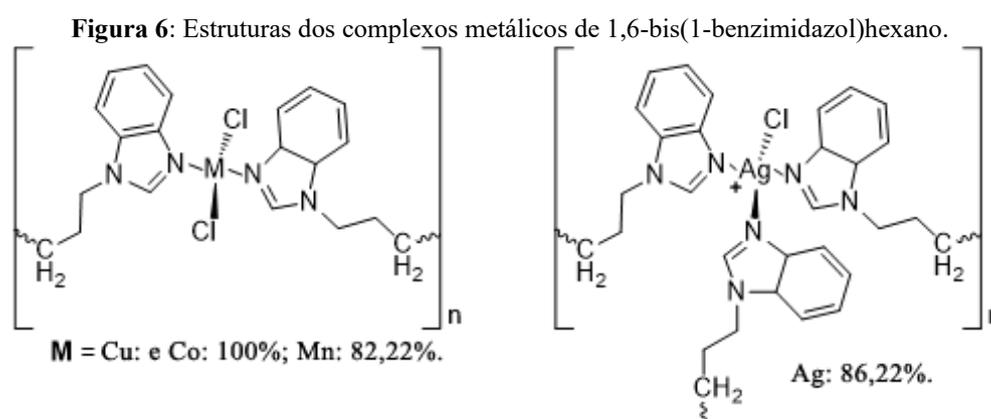
Ainda com relação a pesquisas envolvendo a potência antifúngica de derivados de produtos naturais, derivados de 3-*n*-butilftalida provenientes da substituição do carbono da posição seis foram submetidos a avaliação de atividade contra *F. solani*. O composto de partida, 3-*n*-butilftalida, revelou valor de EC_{50} de $15.8 \pm 0.2 \mu g mL^{-1}$ frente ao fungo de interesse, enquanto seu derivado, o qual apresenta um grupo nitro, exibiu EC_{50} de $6.6 \pm 0.5 \mu g mL^{-1}$. Neste caso, a presença de um grupo nitro no anel benzênico da estrutura da 3-*n*-butilftalida foi capaz de apurar sua eficácia contra o patógeno (LI *et al.*, 2020).

Figura 5: Estrutura da 3-*n*-butilftalida e seu respectivo derivado.



Fonte: Adaptado de Li *et al.* (2020).

Salman *et al.* (2021), na busca por novos candidatos a pesticidas, preparou complexos metálicos de 1,6-bis(1-benzimidazol)hexano com Mn(II), Co(II), Cu(II), Zn(II) e Ag(I). Os complexos foram avaliados frente a diferentes fungos, incluindo *Fusarium solani*. No caso específico do *F. solani*, os complexos de Cu²⁺ e Co²⁺ mostraram 100% de inibição do crescimento a 20 ppm, sendo considerados os complexos mais eficazes, enquanto os complexos de Ag⁺ e Mn²⁺ apresentaram 86,22% e 82,22% de inibição respectivamente, também a 20 ppm. A concentração de 10 ppm, o percentual de inibição dos compostos variou de 23,71% a 65,00% (SALMAN *et al.*, 2021).



Fonte: Adaptado de Salman *et al.* (2021).

Derivados de sulfonamidas possuem inúmeras propriedades farmacológicas. Dessa forma, Ramudu *et al.* (2019) desenvolveram um método otimizado para a síntese de novas sulfonamidas derivadas do cloreto de *p*-nitrobenzila sulfonil, testando esses compostos contra quatro cepas de fungos, incluindo o *Fusarium solani*. Quando comparados ao fungicida padrão, Nistatina, os compostos recém-sintetizados mostraram boa atividade antifúngica frente ao *F. solani*, principalmente os derivados Metil-2-(4-nitrofenilsulfonamido)-3-fenilpropanoato com 70% de inibição de crescimento a 150 µg/mL, 1-(4-Fluorofenil)-4-((4-nitrofenil)-sulfonil)piperazina com 63% de inibição, (*S*)-Metil-4-metil-2-(4-nitrofenil-sulfonamido)pentanoato com 67% de inibição, *N*-(3,4-Diidróxifenetil)-4-nitrobenzeno-sulfonamida com 68% de inibição e 1-(4-Clorofenil)-4-((4-nitrofenil)-sulfonil)piperazina com 64% de inibição (RAMUDU *et al.*, 2019).

Kapadiya *et al.* (2013) avaliaram a eficácia de fungicidas contra a podridão das raízes do quiabo, causada pelo fungo *Fusarium solani*. A inibição de crescimento do fungo foi testada na presença de diversas concentrações de fungicidas sistêmicos e não sistêmicos, pela combinação entre fungicidas e herbicidas. Os resultados indicaram que todos fungicidas sistêmicos, Epoxiconazol, Metiram, Carbendazim, Kitazin e Hexaconazol, foram eficazes com



porcentagem de inibição do crescimento superior a 53% sobre o fungo a uma concentração de 50ppm. Dentre estes, o Epoxiconazol foi o que apresentou melhor resultado com 100% de inibição a 250 ppm, atuando como fungistático. Os fungicidas não sistêmicos também exibiram ótimos resultados de inibição do crescimento, sendo 91,94% e 78,04% para o Hidróxido de Cobre e Thiram, respectivamente. As combinações dos fungicidas mais eficazes, em concentrações inferiores a 250ppm, envolveram o Cimoxanil + Mancozebe, Metiram + Piraclostrobina e Carbendazim + Mancozebe. Quanto aos herbicidas, o que teve melhor inibição foi o Oxadiargil a 500ppm (KAPADIYA *et al.*, 2013).

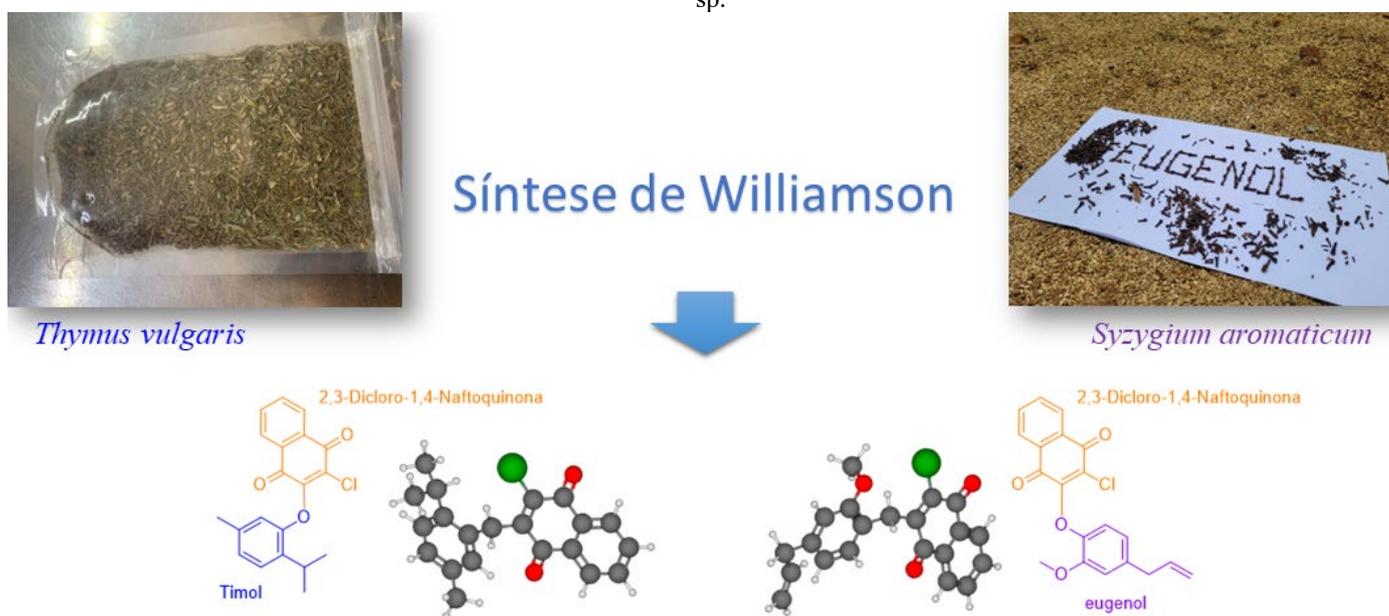
A utilização de agroquímicos comerciais como Mancozeb e Carbendazim interfere na qualidade do solo ao passo que são considerados substâncias de alta toxicidade. Dessa forma, foram analisados extratos de plantas e biofungicidas como possíveis antifúngicos naturais contra o *Fusarium solani*, presente em cultura de amora. O maior potencial de inibição em testes *in vitro* com os extratos de planta foi o obtido de *P. juliflora*, com cerca de 80% de inibição, seguido do *L. camara* com 68,9%. Os biofungicidas *T. viride* e o *P. fluorescens* também apresentaram percentual de inibição elevado, entre 80-88%. Além disso, estes extratos vegetais e biofungicidas também mostraram efeito de inibição contra o *F. solani* nos testes *in vivo* (RAMANJANEYULU, 2010).

Compostos orgânicos voláteis (COV's), produzidos por rizobactérias do gênero *Bacillus* e *Pseudomonas*, possuem propriedades antifúngicas, conferindo grande aplicabilidade como agentes de controle biológico em práticas agrícolas sustentáveis. Foram avaliados 45 COV's produzidos por rizobactérias da cultura do abacate como fungicidas frente ao *Fusarium solani*. Diferentes classes de compostos químicos foram obtidas a partir de sete isolados bacterianos, como cetonas, hidrocarbonetos, pirazinas, sulferetos e álcoois, sendo de perfil volátil os compostos relativos às pirazinas. Dentre isolados bacterianos, os compostos produzidos pelo gênero *Pseudomonas* causaram redução micelial de até 54,6% (GUEVARA-AVENDAÑO *et al.*, 2019).

Recentemente foram publicados, pelo nosso grupo de pesquisa, resultados da síntese e aplicação de 15 derivados inéditos a partir do Timol, encontrado frequentemente no condimento tomilho, *Thymus vulgaris*, e 7 derivados Eugenol, 4 inéditos, extraído do cravo-da-índia, *Syzygium aromaticum*, com o objetivo de encontrar novos agroquímicos no tratamento da Fusariose, *Fusarium Solani*, da Pimenta-do-reino. Tais derivados semissintéticos foram obtidos utilizando os métodos de síntese de Williamson e cicloadição azido-alcino catalisada por Cu(I) (CuAAC). Os derivados semissintéticos foram avaliados frente as cepas de *Fusarium solani*

ATCC 40099, utilizando os derivados do timol, e *Fusarium solani* f. sp. piperis E-053, cepa esta adquirida da coleção de fungos do Laboratório de Fitopatologia do Incaper, utilizando os derivados do eugenol. Em ambos os trabalhos, os compostos mais ativos contem o núcleo naftoquinona junto ao esqueleto dos produtos naturais com o objetivo de potencializar suas atividades. Os compostos foram mais ativos que o triazol de referência, o Tebuconazol, apresentando valores de concentração inibitória mínima de $25 \mu\text{g mL}^{-1}$, para o produto de acoplamento timol/naftoquinona, e $14 \mu\text{g mL}^{-1}$, eugenol/naftoquinona (ALVES ELOY *et al.*, 2021; RIBEIRO *et al.*, 2021).

Figura 7: Estruturas dos derivados semissintéticos do eugenol e timol ativos frente a cepas de *Fusarium solani* sp.



Fonte: Aatoria própria, 2022.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma visão holística dos pontos descritos neste capítulo permite constatar que grupos de pesquisa acadêmicos e existentes em indústrias agroquímicas têm feito importantes esforços na descoberta e desenvolvimento de novos defensivos agrícolas, por meio de ferramentas computacionais para o planejamento racional, preparação de novos ingredientes ativos e novos entendimentos sobre os mecanismos de resistência desenvolvidos pelos fungos. Uma vez que não há agroquímicos comerciais capazes de inibir o fungo nas plantações de pimenta, somando-se o importante valor econômico agregado desta cultura, a viabilidade de pesquisas mais aprofundadas é destacada. Uma alternativa promissora envolve a elaboração de cultivares resistentes a este fitopatógeno, entretanto, até o momento, não há nenhuma cultivar tolerante ou resistente.

REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. Elsevier, 2005. 0080473784.

ALVES ELOY, M.; RIBEIRO, R.; MARTINS MEIRELES, L.; ANTONIO DE SOUSA CUTRIM, T.; SANTANA FRANCISCO, C.; LIRIAN JAVARINI, C.; BORGES, W. d. S.; COSTA, A. V.; QUEIROZ, V. T. d.; SCHERER, R. Thymol as an Interesting Building Block for Promising Fungicides against *Fusarium solani*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 69, n. 25, p. 6958-6967, 2021.

BALARDIN, R.; MADALOSSO, M.; STEFANELLO, M.; MARQUES, L.; DEBORTOLI, M. Mancozebe: muito além de um fungicida. : Porto Alegre: Editora Bookman. 96p 2017.

CARVALHO, F. Pesticides, environment, and food safety. *Food Energy Secur* 6 (2): 48–60. 2017.

CHITIVA-CHITIVA, L. C.; LADINO-VARGAS, C.; CUCA-SUÁREZ, L. E.; PRIETO-RODRÍGUEZ, J. A.; PATIÑO-LADINO, O. J. Antifungal activity of chemical constituents from *Piper pesaesatum* C. DC. and derivatives against phytopathogen fungi of cocoa. **Molecules**, 26, n. 11, p. 3256, 2021.

DE OLIVEIRA, L. A.; DE JESUS, M.; MATSUURA, A. B. J.; GASPAROTTO, L.; OLIVEIRA, J. d. S.; DE LIMA-NETO, R.; DA ROCHA, L. Conhecimento, conservação e uso de fungos. 2019.

DELANO, W. L. PyMOL. 2002.

DENNING, D. W.; BROMLEY, M. J. How to bolster the antifungal pipeline. **Science**, 347, n. 6229, p. 1414-1416, 2015.

DI PIETRO, A.; GARCÍA-MACEIRA, F. I.; MEGLECZ, E.; RONCERO, M. I. G. A MAP kinase of the vascular wilt fungus *Fusarium oxysporum* is essential for root penetration and pathogenesis. **Molecular microbiology**, 39, n. 5, p. 1140-1152, 2001.

DRASKAU, M. K.; BOBERG, J.; TAXVIG, C.; PEDERSEN, M.; FRANDBSEN, H. L.; CHRISTIANSEN, S.; SVINGEN, T. In vitro and in vivo endocrine disrupting effects of the azole fungicides triticonazole and flusilazole. **Environmental Pollution**, 255, p. 113309, 2019.

DUPONT, S.; LEMETAIS, G.; FERREIRA, T.; CAYOT, P.; GERVAIS, P.; BENEY, L. Ergosterol biosynthesis: a fungal pathway for life on land? **Evolution: International Journal of Organic Evolution**, 66, n. 9, p. 2961-2968, 2012.

FÄHRROLFES, R.; BIETZ, S.; FLACHSENBERG, F.; MEYDER, A.; NITTINGER, E.; OTTO, T.; VOLKAMER, A.; RAREY, M. Proteins Plus: a web portal for structure analysis of macromolecules. **Nucleic Acids Research**, 45, n. W1, p. W337-W343, 2017.

FARIA-RAMOS, I.; TAVARES, P. R.; FARINHA, S.; NEVES-MAIA, J.; MIRANDA, I. M.; SILVA, R. M.; ESTEVINHO, L. M.; PINA-VAZ, C.; RODRIGUES, A. G. Environmental azole fungicide, prochloraz, can induce cross-resistance to medical triazoles in *Candida glabrata*. **FEMS yeast research**, 14, n. 7, p. 1119-1123, 2014.

FRITSCHÉ, J. Recent developments and digital perspectives in food safety and authenticity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 66, n. 29, p. 7562-7567, 2018.

GALEANO, E.; FERNANDES, M. d. S. Estatística da agricultura referente aos anos de 2019-2020. 2021.

GODFRAY, H. C. J.; BEDDINGTON, J. R.; CRUTE, I. R.; HADDAD, L.; LAWRENCE, D.; MUIR, J. F.; PRETTY, J.; ROBINSON, S.; THOMAS, S. M.; TOULMIN, C. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. **science**, 327, n. 5967, p. 812-818, 2010.

GROLL, A. H.; GASTINE, S. Therapeutic drug monitoring for antifungal triazoles: pharmacologic background and current status. *In: Handbook of Analytical Separations*: Elsevier, 2020. v. 7, p. 185-224.

GU, L.; BAI, Y. Application and development of 10 kinds of new pesticides with potential. **Mod. Agrochem**, 17, p. 1-7, 2018.

GUEVARA-AVENDAÑO, E.; BEJARANO-BOLÍVAR, A. A.; KIEL-MARTÍNEZ, A.-L.; RAMÍREZ-VÁZQUEZ, M.; MÉNDEZ-BRAVO, A.; VON WOBESER, E. A.; SÁNCHEZ-RANGEL, D.; GUERRERO-ANALCO, J. A.; ESKALEN, A.; REVERCHON, F. Avocado rhizobacteria emit volatile organic compounds with antifungal activity against *Fusarium solani*, *Fusarium sp.* associated with Kuroshio shot hole borer, and *Colletotrichum gloeosporioides*. **Microbiological research**, 219, p. 74-83, 2019.

GUO, S.; HE, F.; SONG, B.; WU, J. Future direction of agrochemical development for plant disease in China. **Food and Energy Security**, 10, n. 4, p. e293, 2021.

HOLLOMON, D. W. Fungicide resistance: facing the challenge-a review. **Plant protection science**, 51, n. 4, p. 170-176, 2015.

IBGE, I. I. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Estatística da Produção Agrícola. 2018.

KAPADIYA, I.; AKBARI, L.; SIDDHAPARA, M.; UNDHAD, S. Evaluation of fungicides and herbicides against the root rot of okra. **The Bioscan**, 8, n. 2, p. 433-436, 2013.

LEBOUVIER, N.; PAGNIEZ, F.; NA, Y. M.; SHI, D.; PINSON, P.; MARCHIVIE, M.; GUILLON, J.; HAKKI, T.; BERNHARDT, R.; YEE, S. W. Synthesis, Optimization, Antifungal Activity, Selectivity, and CYP51 Binding of New 2-Aryl-3-azolyl-1-indolyl-propan-2-ols. **Pharmaceuticals**, 13, n. 8, p. 186, 2020.

LI, S.; WU, Q.; SUN, Q.; COFFIN, S.; GUI, W.; ZHU, G. Parental exposure to tebuconazole causes thyroid endocrine disruption in zebrafish and developmental toxicity in offspring. **Aquatic Toxicology**, 211, p. 116-123, 2019.

LI, Y.; LUO, Z.; LUO, B.; LAN, Q.; FAN, J.; XUE, W.; MIAO, J.; LI, Y.; TANG, L.; FAN, L. Design, Synthesis and Antifungal Activities of 6-Substituted 3-Butylphthalide Derivatives against Phytopathogenic Fungi. **Chemistry & Biodiversity**, 17, n. 10, p. e2000435, 2020.

MARTÍNEZ-ROCHA, A. L.; RONCERO, M. I. G.; LÓPEZ-RAMÍREZ, A.; MARINÉ, M.; GUARRO, J.; MARTÍNEZ-CADENA, G.; DI PIETRO, A. Rho1 has distinct functions in morphogenesis, cell wall biosynthesis and virulence of *Fusarium oxysporum*. **Cellular Microbiology**, 10, n. 6, p. 1339-1351, 2008.

MICHELSE, C. B.; REP, M. Pathogen profile update: *Fusarium oxysporum*. **Molecular plant pathology**, 10, n. 3, p. 311, 2009.

MONK, B. C.; KENIYA, M. V. Roles for structural biology in the discovery of drugs and agrochemicals targeting sterol 14 α -demethylases. **Journal of Fungi**, 7, n. 2, p. 67, 2021.

MONK, B. C.; TOMASIAK, T. M.; KENIYA, M. V.; HUSCHMANN, F. U.; TYNDALL, J. D.; O'CONNELL, J. D.; CANNON, R. D.; MCDONALD, J. G.; RODRIGUEZ, A.; FINER-MOORE, J. S. Architecture of a single membrane spanning cytochrome P450 suggests constraints that orient the catalytic domain relative to a bilayer. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 111, n. 10, p. 3865-3870, 2014.

NUCCI, M.; ANAISSIE, E. *Fusarium* infections in immunocompromised patients. **Clinical microbiology reviews**, 20, n. 4, p. 695-704, 2007.

O'DONNELL, K.; SUTTON, D. A.; RINALDI, M. G.; MAGNON, K. C.; COX, P. A.; REVANKAR, S. G.; SANCHE, S.; GEISER, D. M.; JUBA, J. H.; VAN BURIK, J.-A. H. Genetic diversity of human pathogenic members of the *Fusarium oxysporum* complex inferred from multilocus DNA sequence data and amplified fragment length polymorphism analyses: evidence for the recent dispersion of a geographically widespread clonal lineage and nosocomial origin. **Journal of Clinical Microbiology**, 42, n. 11, p. 5109-5120, 2004.

OLIVEIRA, B. S.; NETO, A. P. D.; DA SILVA, M. B. Pimenta-do-reino: importância da defesa fitossanitária para a sustentabilidade da atividade na região norte do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, 2011.

ORIENTAL, E. A. Programa de melhoramento genético e de adaptação de espécies vegetais para a Amazônia Oriental. **Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E)**, 1999.

ORTONEDA, M.; GUARRO, J.; MADRID, M. P.; CARACUEL, Z.; RONCERO, M. I. G.; MAYAYO, E.; DI PIETRO, A. *Fusarium oxysporum* as a multihost model for the genetic dissection of fungal virulence in plants and mammals. **Infection and immunity**, 72, n. 3, p. 1760-1766, 2004.

PRESTES, I. D.; ROCHA, L. O.; NUÑEZ, K. V.; SILVA, N. C. Principais fungos e micotoxinas em grãos de milho e suas consequências. **Scientia Agropecuaria**, 10, n. 4, p. 559-570, 2019.

PRICE, C. L.; PARKER, J. E.; WARRILOW, A. G.; KELLY, D. E.; KELLY, S. L. Azole fungicides—understanding resistance mechanisms in agricultural fungal pathogens. **Pest management science**, 71, n. 8, p. 1054-1058, 2015.

PRICE, C. L.; WARRILOW, A. G.; PARKER, J. E.; MULLINS, J. G.; NES, W. D.; KELLY, D. E.; KELLY, S. L. Novel substrate specificity and temperature-sensitive activity of *Mycosphaerella graminicola* CYP51 supported by the native NADPH cytochrome P450 reductase. **Applied and environmental microbiology**, 81, n. 10, p. 3379-3386, 2015.

RAMANJANEYULU, R. Evaluation of certain plant extracts and antagonists against *Fusarium solani* and *Alternaria tenuissima*, the Incitants of root rot and die-back diseases of mulberry. **International Journal of Industrial Entomology**, 20, n. 1, p. 1-5, 2010.

RAMUDU, D.; SUBRAMANYAM, C.; RASOOL, S.; MURTHY, P. S.; DEVAMMA, M. N.; VENKATARAMAIAH, C.; RAJENDRA, W.; RAJU, C. N.; CHALAPATHI, P. V. Synthesis, spectral characterization and bioactivity evaluation of sulfonamide derivatives of p-nitrobenzene sulfonylchloride. 2019.

RIBEIRO, R.; ELOY, M. A.; FRANCISCO, C. S.; JAVARINI, C. L.; AYUSSO, G. M.; DA ROCHA FONSECA, V.; ROMÃO, W.; REGASINI, L. O.; ARAUJO, S. C.; ALMEIDA, M. O. Flavonoid derivatives targeting BCR-ABL kinase: Semisynthesis, Molecular dynamic simulations and Enzymatic inhibition. **Current Topics in Medicinal Chemistry**, 21, n. 22, p. 1999-2017, 2021.

ROCHA, F. d. S.; FERREIRA, G. H. S.; SILVA, T. C. S. R.; AMARAL, F. L.; MUNIZ, M. d. F. S.; PEREIRA, E. A. Caracterização de *Fusarium solani* f. sp. piperis, produção de fitotoxina e incidência da fusariose no norte de Minas Gerais. **Summa Phytopathologica**, 42, p. 67-72, 2016.

SAGATOVA, A. A.; KENIYA, M. V.; TYNDALL, J. D.; MONK, B. C. Impact of homologous resistance mutations from pathogenic yeast on *Saccharomyces cerevisiae* lanosterol 14 α -demethylase. **Antimicrobial agents and chemotherapy**, 62, n. 3, p. e02242-02217, 2018.

SAGATOVA, A. A.; KENIYA, M. V.; WILSON, R. K.; MONK, B. C.; TYNDALL, J. D. Structural insights into binding of the antifungal drug fluconazole to *Saccharomyces cerevisiae* lanosterol 14 α -demethylase. **Antimicrobial agents and chemotherapy**, 59, n. 8, p. 4982-4989, 2015.

SALMAN, A. W.; ALKOORANEE, J. T.; ARKAWAZI, H. D.; ALSHARIFI, H. K.; HARDIE, M., 2021, **Metal complexes of 1, 6-bis (1-benzimidazolyl) hexane: synthesis, characterization and biological activity against some soil-borne fungi**. IOP Publishing. 022047.

SAMARAS, A.; HADJIPETROU, C.; KARAOGLANIDIS, G. *Bacillus amyloliquefaciens* strain QST713 may contribute to the management of SDHI resistance in *Botrytis cinerea*. **Pest Management Science**, 77, n. 3, p. 1316-1327, 2021.

SAVARY, S.; WILLOCQUET, L.; PETHYBRIDGE, S. J.; ESKER, P.; MCROBERTS, N.; NELSON, A. The global burden of pathogens and pests on major food crops. **Nature ecology & evolution**, 3, n. 3, p. 430-439, 2019.

SNELDERS, E.; CAMPS, S. M.; KARAWAJCZYK, A.; SCHAFTENAAR, G.; KEMA, G. H.; VAN DER LEE, H. A.; KLAASSEN, C. H.; MELCHERS, W. J.; VERWEIJ, P. E. Triazole fungicides can induce cross-resistance to medical triazoles in *Aspergillus fumigatus*. **PloS one**, 7, n. 3, p. e31801, 2012.

SOARES DE SOUZA LIMA, J.; BATISTA DE OLIVEIRA, R.; DA ROCHA, W.; OLIVEIRA, P. C.; ZANCANELLA QUARTEZANI, W. ANÁLISE ESPACIAL DE ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E DA PRODUÇÃO DA CUTURA PIMENTA-DO-REINO (*PIPER NIGRUM*, L.). **Idesia (Arica)**, 28, n. 2, p. 31-39, 2010.

SUNDIN, G. W.; WANG, N. Antibiotic resistance in plant-pathogenic bacteria. **Annual Review of phytopathology**, 56, p. 161-180, 2018.

TASHIRO, M.; IZUMIKAWA, K.; HIRANO, K.; IDE, S.; MIHARA, T.; HOSOGAYA, N.; TAKAZONO, T.; MORINAGA, Y.; NAKAMURA, S.; KURIHARA, S. Correlation between triazole treatment history and susceptibility in clinically isolated *Aspergillus fumigatus*. **Antimicrobial agents and chemotherapy**, 56, n. 9, p. 4870-4875, 2012.

TIETJEN, K. Contribution of plant responses to efficacy of fungicides—A perspective. **Deising HB, B. F, A. M, EC O, H. S, G. S, editors. Modern Fungicides and Antifungal Compounds. VIII.(Submitted)**, 2016.

TILMAN, D.; BALZER, C.; HILL, J.; BEFORT, B. L. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. **Proceedings of the national academy of sciences**, 108, n. 50, p. 20260-20264, 2011.

TREMACOLDI, C. R. Principais doenças fúngicas da pimenteira-do-reino no Estado do Pará e recomendações de controle. **Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E)**, 2010.

TYNDALL, J. D.; SABHERWAL, M.; SAGATOVA, A. A.; KENIYA, M. V.; NEGRONI, J.; WILSON, R. K.; WOODS, M. A.; TIETJEN, K.; MONK, B. C. Structural and functional elucidation of yeast lanosterol 14 α -demethylase in complex with agrochemical antifungals. **PloS one**, 11, n. 12, p. e0167485, 2016.

YONGQUAN, Z.; HAIBIN, S.; FENGSHOU, D. High-efficiency and low-risk is the only way for pesticide development. **Plant Protection**, 2012.

CAPÍTULO 29

OCUPAÇÃO DO SOLO POR CANA-DE-AÇÚCAR E SUA INFLUÊNCIA NA REDE DE DRENAGEM

Bruna Soares Xavier de Barros
Zacarias Xavier de Barros
Ronaldo Alberto Pollo

RESUMO

O levantamento do uso e ocupação do solo tornou-se muito importante para se conhecer e determinar as principais culturas de uma região, pois a ação antrópica pode modificar profundamente as feições de uma paisagem nativa. Neste contexto, este trabalho visou analisar a ocupação do solo na bacia Fazenda Serra Negra, Botucatu-SP, no período de 1962 a 2014, no intuito de verificar a influência das diferentes culturas sobre as redes de drenagem e as nascentes na bacia. A bacia está situada entre as coordenadas geográficas de 22° 46' 42" a 22° 48' 12" de latitude S e 48° 24' 04" a 48° 25' 54" longitude WGr, perfazendo uma área de 963,97 ha. O estudo possibilitou constatar que os córregos existentes em 1962 cederam espaços para o plantio da cana-de-açúcar restando apenas vestígios da rede de drenagem; pode-se também constatar que a várzea sofreu diminuição devido à construção de uma rede de drenos.

PALAVRAS-CHAVE: Imagens aéreas; bacia hidrográfica; ocupação do solo.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui cerca de doze por cento da reserva de água doce do mundo, sendo que mais de setenta por cento das reservas hídricas do País se concentram na Amazônia. Devido a essa aparente abundância, muitas vezes, o recurso é tratado como infindável, entretanto, a importância da preservação dos rios e nascentes é preponderante.

As nascentes podem ser definidas como o afloramento do lençol freático, que vai dar origem a uma fonte de água de acúmulo em represa ou cursos d'água. Elas se localizam em encostas ou depressões do terreno ou ainda no nível de base representado pelo curso d'água local; podem ser perenes, temporárias e efêmeras (CALHEIROS et al., 2004).

Ainda, segundo Calheiros et al. (2004) o desmatamento e a ocupação irregular do solo devastam as áreas de cabeceira ou de recarga, responsáveis pelo reabastecimento dos lençóis freáticos, aquíferos e nascentes, o que contribui em grande parte com a redução da quantidade e da qualidade de água disponível. Os cuidados devem se iniciar com a preservação das nascentes, pois, são as origens dos rios que abastecem os seres deste planeta. Elas são manifestações superficiais de água armazenadas em reservatórios subterrâneos, chamados de



aqüíferos ou lençóis, que dão início a pequenos cursos d'água, que formam os córregos, se juntando para originar os riachos e dessa forma surgem os rios.

Para a conservação de nascentes e mananciais em propriedades rurais, podem ser adotadas algumas medidas de proteção do solo e da vegetação, que vão desde a eliminação das queimadas, ao replantio de matas nativas associadas às práticas de conservação com, implantação de curvas de nível, cultivo mínimo ou mesmo o plantio direto. Valendo salientar que estes sistemas de cultivo apresentam uma série de benefícios, tais como a maior retenção e infiltração da água no solo, redução da erosão e da perda de nutrientes por arrasto para as partes mais baixas do terreno. Também evita o assoreamento de rios, ajuda a enriquecer o solo, mantendo a matéria orgânica na superfície por mais tempo e reduzindo a compactação do solo (FANCELLI, 1989).

O objetivo deste trabalho é analisar o uso e ocupação do solo e a influência do cultivo da cana-de-açúcar em possíveis degradações de córregos e nascentes de uma bacia hidrográfica no município de Botucatu-SP, por meio de imagens aéreas.

MATERIAL E MÉTODOS

Serviu de base para o presente estudo a bacia hidrográfica denominada córrego da Fazenda Serra Negra que compõe a drenagem do rio Tietê no município de Botucatu-SP, localizada na frente da “cuesta” e Depressão Periférica, situada entre as coordenadas de 22° 46' 42” a 22° 48' 12” de latitude S e 48° 24' 04” a 48° 25' 54” longitude W, perfazendo uma área de 963,97 ha, a qual está inserida na Área de Proteção Ambiental desde o Decreto Estadual nº 20.960, de 8 de junho de 1983 (SÃO PAULO, 1983).

A região estudada, Figura 1, segundo o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA et al., 1999), apresenta as unidades de solo Latossolos Vermelhos distrófico (LVdf) e Neossolos Litólicos (RL), sendo a última predominante na bacia, com altitudes variando de 473m a 731m, sendo que a cobertura vegetal original desses solos se apresentava com predomínio de campo cerrado e clima segundo o sistema Köeppen, classificado como subtropical chuvoso do tipo Cf.

Figura 1: Localização do município de Botucatu-SP.



Fonte: WIKIPÉDIA, 2022.

Para o inventário das coberturas vegetais foram utilizadas as fotografias aéreas verticais pancromáticas números 3001, 3002, 3003 e 2947, 2948, 2949 faixas 05 e 06, de agosto de 1962, na escala nominal aproximada 1:25.000, vôo realizado pela Prospec e as fotografias aéreas verticais coloridas números 8739, 8740 e 8741, faixa 026 de agosto de 2005, escala nominal de 1:30.000, vôo realizado pela Base S/A.

Utilizou-se também a ferramenta *Google Earth* com imagens de 25 de março de 2014 para a melhor localização da área, apoio planimétrico e identificação da cobertura vegetal recente da bacia estudada.

Como base cartográfica, para efetuar as devidas correções de escala das imagens aerofogramétricas, utilizou-se a Carta do Brasil SF-22-R-IV-3, escala 1:50.000, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, edição 1973, (IBGE, 1973).

Tendo como referência as fotografias aéreas e a carta planialtimétrica do IBGE, delimitou-se a bacia hidrográfica pelas linhas divisoras de água que demarcam seu contorno. Estas linhas são definidas pela conformação das curvas de nível existentes nas cartas planialtimétricas e ligam os pontos mais elevados da região em torno da drenagem.

Após a demarcação do divisor de águas realizou-se a fotointerpretação da ocupação do solo segundo unidades de ocorrência, para o ano de 1962, tais como: cultura de café, pastagem, matas, culturas anuais, várzea, cerrado e represa. Para os anos de 2005 e 2014 foram consideradas as coberturas de solo referentes ao ano de 1962 acrescidas das ocupações tipo cana-de-açúcar e pedreira.

As diferentes ocupações do solo na bacia obtidas por meio de fotografias aéreas (1962 e 2005), após devidamente identificadas e suas escalas corrigidas tendo como base a carta do IBGE, foram avaliadas, em hectares, utilizando-se do programa SPLAN - Sistema de Planimetria Digitalizada (SILVA et al., 1993), e as ocupações do solo da bacia referente ao ano

de 2014 identificadas no *Google Earth* foram avaliadas pela ferramenta *Google Earth Pro*, também em hectares.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os valores das áreas obtidos na Tabela 1, constata-se claramente que no ano de 1962 a bacia apresentava a predominância de três coberturas vegetais quais sejam: café, culturas anuais e pastagem, perfazendo um total de 883,94 hectares, ou seja, 91,70% da área da bacia hidrográfica da Fazenda Serra Negra, mostrando claramente a diversificação das culturas na região, tendo a pastagem com 54,51% da área total, servindo como suporte para criação de gado, desde antes da década de 1960.

Tabela 1: Uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica no ano 1962.

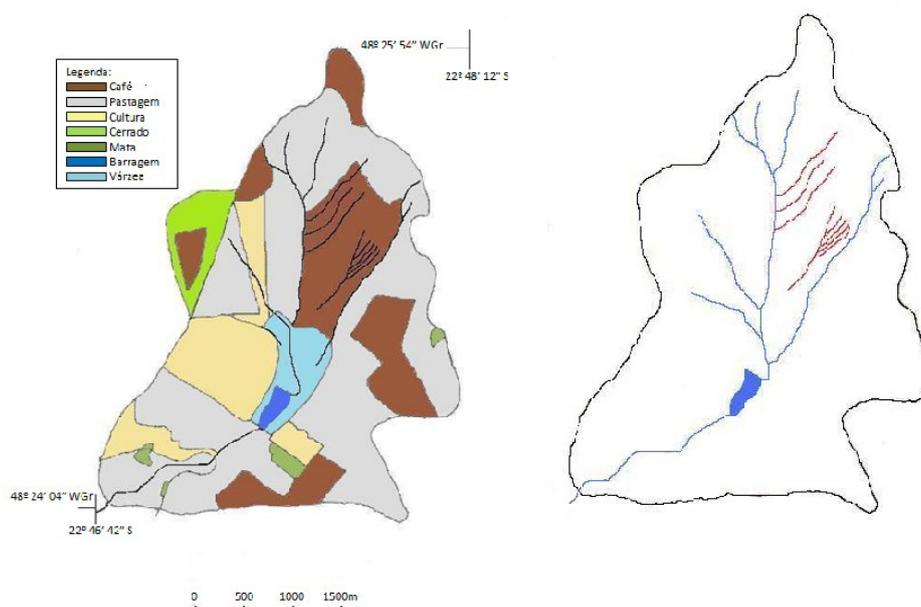
Uso e ocupação do solo								
Ano	Café	Mata	Varz.	Repr.	Cer.	Past.	Cult.	Total
1962								
ha	220,76	9,86	43,43	6,31	20,43	525,47	137,71	963,97
%	22,90	1,02	4,51	0,65	2,12	54,51	14,29	100

Café (cafezal); mata (fragmentos de mata); varz. (várzea); repr. (represa); cer. (cerrado); past. (pastagem); cult.(culturas).

Fonte: Autoria própria, 2016.

Na fotointerpretação da bacia no ano de 1962, Figura 2, constata-se que as áreas ocupadas pela cultura do café, com exceção de uma área junto ao divisor de água, a qual permanece no ano de 2014, Figura 3 e 4, se apresentavam totalmente abandonados com muitas falhas, sem tratos culturais e com visíveis sulcos de erosão (em vermelho) direcionados para a várzea.

Figura 2: Uso e ocupação do solo, rede de drenagem (azul) e erosões (vermelho) na bacia hidrográfica no ano de 1962.



Fonte: Autoria própria, 2016.

Ainda segundo a Figura 2 e a Tabela 1, as coberturas vegetais matas e cerrados aparecem em 1962 na forma de pequenos fragmentos totalizando somente 9,86 ha, ou seja, 1,02% e 20,43ha (2,12%) respectivamente da área total da bacia, fato preocupante por se tratar de uma bacia que está inserida totalmente na (APA) no município de Botucatu-SP.

Valendo salientar que estas ocorrências estão localizadas próximas aos divisores de água, Figura 2.

A ausência de matas ao longo dos córregos e principalmente ao redor das nascentes revela que desde antes da década de 1960, Figura 2, a bacia estudada já vinha apresentando sua rede de drenagem desprovidas de matas ciliares, pois segundo Silva, Cavalcante e Araújo (2011) a atuação da mata ciliar é direta em impedir o assoreamento dos corpos d'água, a erosão das bordas, manter a qualidade da água, portanto fica evidente o papel dessa cobertura vegetal no controle do processo de erosão, e das conseqüências deste processo.

A ocupação tipo várzea com 43,43ha (4,51%) da área da bacia assume grande importância uma vez que está a montante da represa, pois, de acordo com Ramos e Ahmad (2012), são as várzeas que dissipam as forças erosivas do escoamento superficial de águas pluviais, funcionando como importantes controladores de enchentes. As várzeas também facilitam a precipitação e a deposição de sedimentos suspensos na água, servindo como filtro biológico para o tratamento de água para abastecimento.

Analisando os valores da Tabela 2 e Figura 3, referentes ao ano de 2005, constata-se que a cobertura vegetal na bacia sofreu profundas mudanças. No ano de 1962, conforme a Figura 2 e Tabela 1, a bacia estudada não era cultivada com cana-de-açúcar, já em, 2005 esta cultura aparece com 774,08ha, ou seja, 80,30% da área total da bacia.

Tabela 2: Uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica no ano de 2005.

Uso e ocupação do solo								
Ano 2005	Café	Mata	Varz.	Repr.	Cana	Past.	Pedr.	Total
ha	11,50	24,47	38,11	11,63	774,08	98,38	5,80	963,97
%	1,19	2,54	3,95	1,21	80,30	10,21	0,60	100

Café (cafézal); mata (fragmentos de mata); varz. (várzea); repr. (represa); cana. (cana); past. (pastagem); pedr. (pedreira).

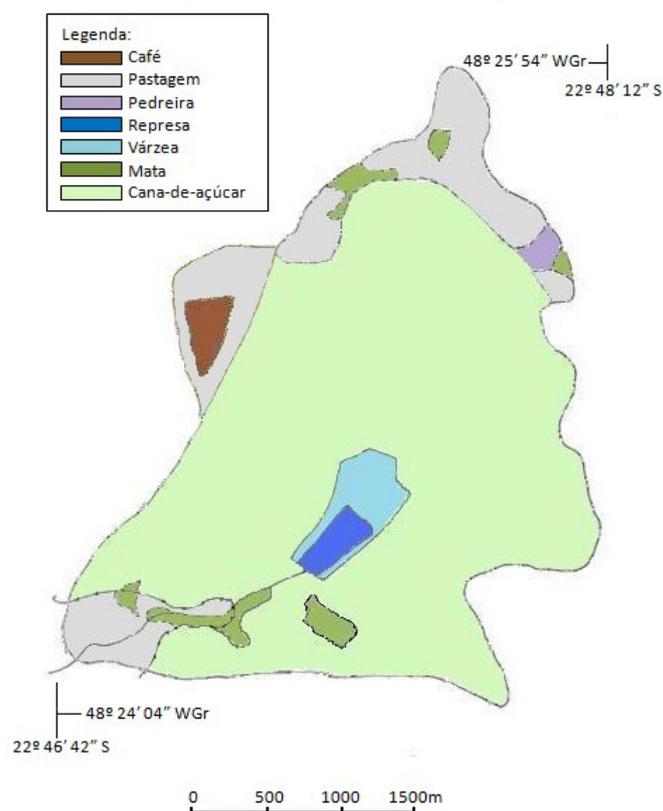
Fonte: Autoria própria, 2016.

O cultivo do café que até 1962 representava 22,90% da área e a pastagem com 54,51% foram reduzidas em 2005 a 1,19% e 10,21% respectivamente, pois de um modo geral os hábitos de cultivos e determinadas regiões são reflexos dos incentivos governamentais. Segundo Carvalho e Carrijo (2007), o Programa Nacional do Álcool foi o responsável pela expansão da cultura da cana-de-açúcar, ocorrida a partir de 1975 e teve importante repercussão na

substituição de culturas alimentares pela cultura da cana-de-açúcar, e também sobre o meio ambiente.

Entretanto, segundo Santos (2012) essa expansão pode acarretar diversos problemas ambientais, tais como: compactação do solo, erosão, deterioração dos recursos hídricos, destruição de matas ciliares, contaminação de solo e água por fertilizantes.

Figura 3: Uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica no ano de 2005.



Fonte: Autoria própria, 2016.

Analisando a Figura 3 e Tabela 2 referente ao uso e ocupação do solo em 2005, constata-se que a cultura canavieira não expandiu para os extremos norte e sul da bacia, regiões estas de difícil acesso devido ao relevo apresentar declividades acima do limite mecanizável, segundo Carta Planialtimétrica, (IBGE, 1973).

Nestes extremos da bacia, Figura 3, pode-se constatar a presença de pastagens (10,21%) e mata, sendo que, de um total de 24,47ha da cobertura tipo mata, somente 12,24ha pode ser considerada como mata ciliar, a qual está situada à jusante da represa longe da área ocupada por cana, o restante dessa cobertura aparece na forma de fragmentos dispersos pela bacia.

Na Figura 3, pode-se constatar que as erosões tipo sulcos observadas na Figura 2 foram controladas, certamente por meio de práticas culturais entre as quais as curvas de nível, plantio

em nível, associadas a correções de acides e adubações adequadas, uma vez que o cultivo da cana-de-açúcar exige tratamentos racionais para uma boa produtividade.

Segundo Verdum et al. (2016), muitos são os fatores que contribuem para os processos erosivos, sendo as práticas de conservação do solo fundamentais, pois permitem a produção de alimentos e matérias primas sem degradá-lo.

No intuito de realizar um estudo mais recente da expansão do cultivo da cana-de-açúcar em detrimento das demais coberturas vegetais, na bacia considerada, utilizou-se a ferramenta *Google Earth*, datada de 25 de março de 2014, portanto na última safra da cana nessa região.

A Tabela 3 revela que todos os tipos de uso e cobertura do solo da bacia, fora a cana-de-açúcar, totalizam 138,87 hectares, ou seja, apenas 14,40% da área total.

Tabela 3: Uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica no ano de 2014.

Uso e ocupação do solo								
Ano	Café	Mata	Varz.	Repr.	Cana	Past.	Pedr.	Total
2014								
ha	11,90	25,84	36,47	11,63	825,10	47,23	5,80	963,97
%	1,23	2,68	3,78	1,21	85,60	4,90	0,60	100

Café (cafezal); mata (fragmentos de mata); varz. (várzea); repr. (represa); cana. (cana); past. (pastagem); pedr. (pedreira).

Fonte: Autoria própria, 2016.

Analisando as imagens aéreas 1962, 2005 e mais recentemente a imagem de 2014, representadas pelas Figuras 2,3 e 4 constata-se que a rede de drenagem à montante da bacia, onde concentra hoje todo cultivo da cana-de-açúcar, já se apresentava totalmente desprovida de matas ciliares margeando os córregos assim como as nascentes.

Na Figura 4, pode-se visualizar onde antes existiam córregos, fato revelado pelo desenho da cultura implantada em nível, ou seja, as curvas apresentam inflexões no sentido montante, ou seja, sempre na direção das nascentes e também pela cor mais intensa do verde das plantas situadas nessas depressões do relevo.

Ainda conforme a Figura 3 pode-se constatar que a própria rede de drenagem foi suprimida, restando apenas a várzea, a represa e o córrego a jusante desta represa.

A várzea, elemento importante para a saúde dos rios e represas segundo Ramos e Ahmad (2012), conforme as Tabelas 1, 2 e 3 vêm sofrendo redução em sua área, ou seja, passando de 43,43 ha em 1962 para 36,47 em 2014.

Figura 4: Uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica (S/E) no ano de 2014.



Fonte: Google Earth, 2014.

Na imagem *Google Earth*, ampliada, Figura 4, pode-se constatar os canais de drenagem construídos ao longo de toda várzea com intuito de mobilizar o solo e expandir ainda mais o plantio da cana-de-açúcar. A cobertura vegetal tipo pastagem ocupava 98,38 ha, ou seja, 10,21% da área da bacia em 2005, Tabela 2, sofreu redução de 51,15 ha (52%) no período de 2005 a 2014, Tabela 3, mesmo estando a bacia hidrográfica estudada totalmente inserida na APA Perímetro - Botucatu, SP.

CONCLUSÕES

O estudo possibilitou constatar que os córregos existentes em 1962 cederam seus leitos de suas margens para o plantio da cana-de-açúcar restando apenas vestígios da rede de drenagem em 2014.

As matas ciliares ausentes no ano 1962 não foram recuperadas ao longo dos cinquenta e dois anos considerados, apesar da bacia estudada estar totalmente inserida na Área de Proteção Ambiental denominado Perímetro de Botucatu.

A várzea sofreu diminuição de área devido à construção de drenos para ampliar a área de cultivo da cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS

BARROS, B.S.X. DE; ZACARIAS, X. DE. A cultura da cana-de-açúcar como fator de risco para os córregos e as nascentes. **Irriga**, Botucatu, v. 21, n. 1, p. 202-210, janeiro-março, 2016. Disponível em: < <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/2037/1395>>. Acesso em: 07 jul. 2022.

CALHEIROS, R. O.; et al. **Preservação e recuperação das nascentes (de água e de vida)**. Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá; Câmara Técnica de Conservação e Proteção Aos Recursos Naturais, 2004. 53 p. Disponível em: < <http://saf.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/CartilhaNascentes.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2022.

CARVALHO, S. P. de; CARRIJO, E. L. A produção de álcool: do proálcool ao contexto atual. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIEDADE RURAL, 47. 2007, Londrina. **Anais...** 2007. Disponível em: < file:///C:/Users/STI-1769/Downloads/silo.tips_a-producao-de-alcool-do-proalcool-ao-contexto-atual.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2022.

FANCELLI, A. L. **Plantio direto no Estado de São Paulo**. Piracicaba: Fealq/Esalq/Usp, 1989. 190 p. Trabalhos apresentados no II Encontro Paulista de Plantio Direto, realizado em Assis/SP, no período de 10 a 14 de julho de 1989. Biblioteca(s): Embrapa Arroz e Feijão; Embrapa Solos. (impresso).

GOOGLE EARTH PRO. **Google Inc**, 2014. Disponível em: <earth.google.com/>. Acesso em: 15 mai 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Carta topográfica**: folha Botucatu - SF-22-R-IV-3. Rio de Janeiro: Serviço gráfico do IBGE, 1973. Escala 1:50.000. Disponível em: < <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#mapa15925>>. Acesso em: 07 jul. 2022.

OLIVEIRA, J. J.; CHAVES, L. H. G.; QUEIROZ, J. E.; LUNA, J.G. de. Variabilidade espacial de propriedades químicas em um solo salino-sódico. **R. Bras. Ciênc. Solo**, 23:783-789, 1999. Disponível em: < http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0100-06831999000400004&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 07 jul. 2022.

RAMOS, I. R.; AHMAD, I. T. **Relatório da consultoria referente à apreciação atualizada do Código Florestal**. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2012. Disponível em: < <https://www.docsity.com/pt/atualizacao-codigo-florestal/4875496/>>. Acesso em: 07 jul. 2022.

SÃO PAULO (Estado). Constituição (1983). Decreto nº 20.960, de 8 de junho de 1983. Área de Proteção Ambiental. **Diário Oficial do Estado**, São Paulo, v. 96, n. 2, jun. 1983. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/apas/20960.htm>>. Acesso em: 20 abr. 2015.

SILVA, C.M.; CATANEO, A.; CARDOSO, L.G. Sistema de planimetria digitalizada. In: JORNADA CIENTÍFICA DA ASSOCIAÇÃO DOS DOCENTES, Botucatu, 18, 1993. **Anais...** Botucatu - SP, JC, 1993, p.109. (impresso).

SILVA, C. B.; CAVALCANTE, L. N.; ARAÚJO, C. A. **Recuperação da Área de Preservação Permanente do Campus de Ciências Agrárias e Ambientais**. 2011. 19 f. Projeto (Curso Tecnólogo de Gestão Ambiental)-Faculdade Católica de Tocantins, Palmas, 2011. Disponível em: <<http://www.catolicato.edu.br/portal/portal/downloads>>. Acesso em: 24 abr. 2015.

TEÓFILO, T. S. **Expansão da cultura da cana-de-açúcar confrontada com o zoneamento agroambiental utilizando análise supervisionada de imagem**. 2012. 69 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)- Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012. Disponível em:<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90456/teofilo_ts_me_botfca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 07 jul. 2022.

VERDUM, R.; VIEIRA, C. L.; CANEPPELE, J. C. G. **Métodos e técnicas para o controle da erosão e conservação do solo**. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2016. 50f. Disponível em:<<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/189684/001007309.pdf?sequence=1>>. Acesso em 07 jul. 2022.

WIKIPÉDIA. 2022. Disponível em:
<https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:SaoPaulo_Municip_Botucatu.svg>. Acesso em: 07 jul. 2022.

CAPÍTULO 30

INDUÇÃO DE PLANTAS HAPLOIDES E DUPLO-HAPLOIDES: UMA REVISÃO

Aline dos Santos Bergamin
Geisiele Silva Martins
Mayla Bessa Scotá
Milene Miranda Praça Fontes

RESUMO

Estudos relacionados a genética e melhoramento de plantas contribuem diretamente para solução de problemas enfrentados pelo agronegócio. Dentre as diversas contribuições está a potencialização das características agronômicas como resistências a pragas e doenças, aumento de produtividade e adaptação a estresses abiótico. A obtenção de plantas duplo-haploides representa uma poderosa ferramenta no avanço do processo de produção de novas variedades, permitindo obter linhagens completamente homocigotas em um único ciclo de produção de plantas. A produção de indivíduos haploides e posterior duplicação para obter os duplo-haploides é uma técnica que reduz o tempo e o custo de obtenção de linhagens melhorando a eficiência na produção de novas cultivares híbridas. A eficiência no processo está diretamente relacionada a diversos fatores, como genótipo, fase de aplicação, concentração e tempo de tratamento com agente antimitótico. Essa revisão visa mostrar a importância dos duplo-haploides na agricultura, fazendo um levantamento sobre as técnicas atuais empregadas na obtenção dos duplo-haploides, relatando as vantagens e alguns entraves encontrados em cada método de obtenção.

Palavras-Chave: Biotecnologia. Duplicação Cromossômica. Expressão Gênica. Melhoramento.

INTRODUÇÃO

Em decorrência do aumento populacional surgem novas demandas no setor agrícola que precisam ser superados. Estudos relacionados a genética e melhoramento de plantas são vistas como as principais ciências que contribuem diretamente na solução dos problemas enfrentados pelo agronegócio onde precisam manter ou então melhorar a qualidade dos produtos, além de aumentar a sua produção, a fim de atender a demanda de consumo populacional (BORÉM *et al.*, 2021; GRUBLER, 2022).

Abordagens biotecnológicas como a cultura de tecidos vegetais, marcadores moleculares e a transgenias são, comumente, utilizadas no melhoramento genético de plantas (AMABILE *et al.*, 2018; BORÉM *et al.*, 2021). Dentre as contribuições do melhoramento podemos citar: a resistência a doenças e pragas em decorrência da introdução de novos genes; adaptação a diferentes estresses abióticos, como por exemplo a seca prolongada ou então extremos de temperatura e salinidade; aumento no rendimento de forma a manter ou melhorar



a qualidade nutricional; entre outros (AMABILE *et al.*, 2018; DE ALMEIDA *et al.*, 2019; HOOGHVORST *et al.*, 2020).

A heterose ou então vigor híbrido desperta atenção de pesquisadores no melhoramento genético devido ao notório desempenho quando comparado a plantas não híbridas (TAVARES *et al.*, 2019). Tal característica confere a mesma maior produtividade, resistência e até mesmo uma precocidade com relação ao seus pais (NIAZIAN, 2020; BORGES, 2022). Em decorrência do elevado tempo gasto em pesquisas para produzir indivíduos endogâmicos, as etapas de autofecundação e consanguinidade existentes no processo podem se estender por anos, podendo surgir diferentes problemas como a autoincompatibilidade genética (KHAN *et al.*, 2017; NIAZIAN, 2020). Neste sentido, abordagens biotecnológicas para a obtenção de indivíduos duplo-haploides tornam-se ferramentas eficazes para reduzir de forma considerável o tempo de produção (KALINOWSKA *et al.*, 2019). O uso de plantas duplo-haploide justifica-se pelo fato de a mesma ter o número de cromossomos duplicado, completamente homocigoto (GERG-KRAMER *et al.*, 2011; SOUZA, 2017; BORÉM *et al.*, 2021), o que as concede diferentes vantagens quando comparadas às plantas haploides, com apenas um conjunto cromossômico, facilitando a identificação de *locis* importantes a serem expressos, como resistência a doenças (SHARIATPANAH *et al.*, 2016; SANCHES *et al.*, 2018). Outro fator importante é a expressão de alelos recessivos deletérios que causam depressão endogâmica na autopolinização, estes serão expressos em menor tempo e maior intensidade devido a duplicação do material genético, o que facilita sua identificação (MUROVEC, J. 2013).

Técnicas de cultura de tecido vegetal são amplamente utilizadas para a obtenção de plantas duplo-haploide, no entanto, a escolha da técnica dependerá exclusivamente da espécie em estudo, pois diferentes genótipos respondem de forma diferenciada às técnicas empregadas (NIAZIAN, 2020). Além da duplicação cromossômica por haploidia que ocorre de forma natural, existem diferentes técnicas que são comumente utilizadas com intuito de reduzir o tempo gasto na obtenção desses indivíduos, dentre elas podemos citar o cruzamento interespecífico, por polinização com pólen irradiado e gene indutor (KOŠMRLJ *et al.*, 2014; KOUAKOU *et al.*, 2015); por ginogênese *in vitro* com a cultura de óvulo e ovário (LI *et al.*, 2013; CONNER, *et al.*, 2017); e androgênese *in vitro* que é a cultura de anteras e grãos de pólen *in vitro*, que é o método mais simples de indução de haploide (ABDOLLAHI *et al.*, 2016; NIAZIAN, 2020).

Em virtude da complexidade e importância das plantas duplo-haploides e o inestimado valor adaptativo conferido a esses organismos em relação a resistência a diferentes fatores, seja



eles ambientais ou de predação, aumento em sua produção, seja ela em tamanho ou quantidade, assim como a estabilidade ou melhoria em compostos produzidos por ela, este capítulo faz um levantamento sobre o conhecimento atual das técnicas de melhoramento genético empregadas na obtenção de plantas duplo-haploides e as vantagens encontradas em cada uma delas em decorrência da espécie utilizada.

MÉTODOS DE OBTENÇÃO DE DUPLO-HAPLOIDES

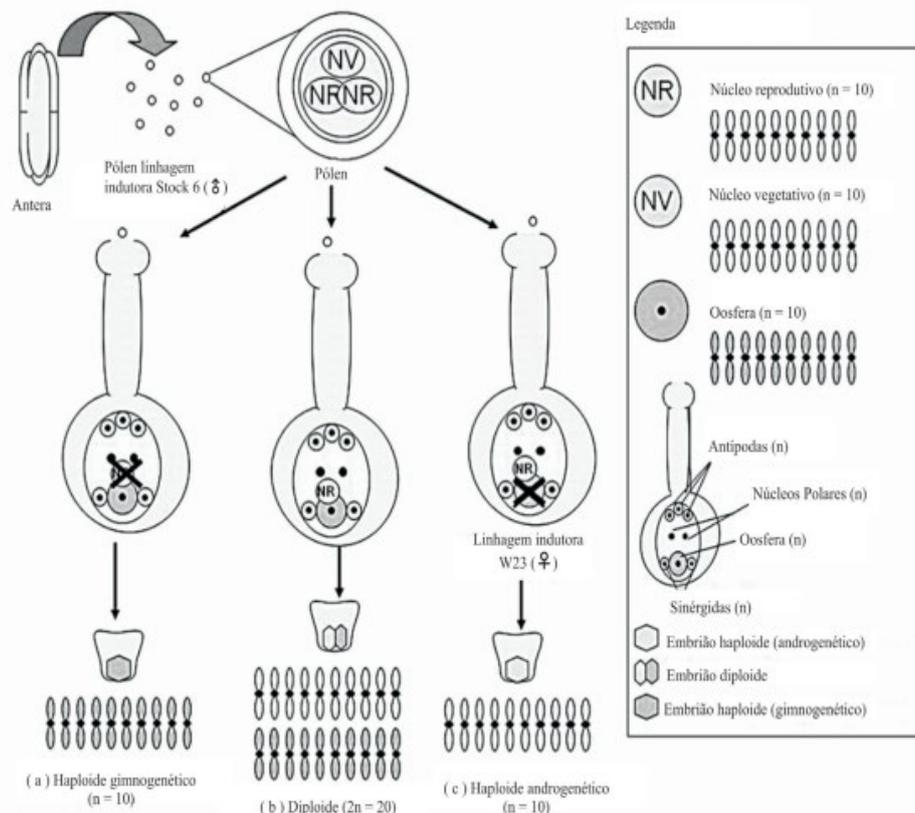
Para obtenção de duplo-haploides dois passos principais devem ser considerados, a indução do desenvolvimento de haploides e a indução da duplicação dos cromossomos desses indivíduos haploides (SEGUÍ-SIMARRO, 2008). A maior vantagem da haploidização, além de todas as plantas geradas pelas sementes haploides serem geneticamente idênticas, é a redução do tempo necessário para a obtenção de linhagens e, conseqüentemente de híbridos (SOUZA, 2017). A obtenção de plantas haploides pode ocorrer por cruzamentos interespecíficos, por polinização com pólen irradiado e gene indutor (KOŠMRLJ *et al.*, 2014; KOUAKOU *et al.*, 2015), por ginogênese *in vitro* com a cultura de óvulo e ovário (LI *et al.*, 2013) e androgênese *in vitro* que é a cultura de anteras e grãos de pólen *in vitro* (ABDOLLAHI *et al.*, 2016). A probabilidade de plantas haploides serem geradas *in vivo* sem que ocorra fusão dos gametas é muito baixa, variando de acordo com a espécie. Em melão, por exemplo, a taxa gira em torno de 2% (LOFTI *et al.*, 2003) e em algumas espécies de brássicas pode chegar até 35% (FOISSET *et al.*, 1997), portanto, a escolha do método para a produção dos haploides depende em grande parte da resposta específica da espécie para cada método.

GENE INDUTOR DE HAPLOIDIA

As plantas *in vivo* são cruzadas com o intuito de bloquear a dupla fertilização e conseqüentemente formar embriões haploides (DANG, 2010). As hipóteses conhecidas, que podem explicar a ocorrência de haploides naturais de origem materna são duas (Figura 1). A primeira sugere que um dos dois núcleos reprodutivos do pólen sofre uma alteração e se funde com a oosfera, com os cromossomos do indutor se degenerando e sendo eliminados após sucessivas divisões celulares. A segunda propõe que um dos núcleos do pólen não se funde com a oosfera, mas provoca a embriogênese haploide, com o segundo núcleo se fundindo com as células polares e formando um endosperma triploide (GEIGER E GORDILLO, 2009). O cruzamento trigo x milho, é um exemplo clássico, no qual o milho serve como indutor de trigo haploide, não há introgressão do DNA do milho no trigo, após ter sido polinizado pelo milho,

demonstrando a aplicabilidade do cruzamento (BRAZAUSKAS *et al.*, 2004). Adiante serão exemplificados alguns genes que estão envolvidos na indução de haploidia *in vivo*.

Figura1. Tipos de indução de haploidia *in vivo*. (A) Cruzamento envolvendo a linhagem indutora Stock6, gerando um indivíduo haploide ginogenético ($n=10$), resultante do desenvolvimento mitótico da oosfera não fecundada. Nesse caso, ocorre a degeneração do núcleo reprodutivo do grão de pólen. (B) Cruzamento normal, gerando um indivíduo diploide ($2n=20$), oriundo da fecundação normal do núcleo reprodutivo e oosfera. (C) Cruzamento envolvendo a linhagem indutora de haploidia W23, gerando um indivíduo haploide androgenético ($n=10$), resultante do desenvolvimento mitótico do núcleo reprodutivo do grão de pólen. Nesse caso, há a degeneração da oosfera.



Fonte: Pierre et al. (2011).

CRUZAMENTO INTERESPECÍFICO

De acordo com Simões (2021) o cruzamento interespecífico, também chamado de hibridação interespecífica, é feito entre indivíduos de espécies diferentes, porém relacionados ao mesmo gênero ou família. É comumente utilizado em programas de melhoramento para a produção de poliploides, como no caso do morangueiro (*Fragaria ananassa*) e também para a produção de haploides e duplo-haploides, seja pelo cruzamento interespecífico simples, entre duas espécies, ou pelo cruzamento de uma espécie com outra que possui um gene indutor de haploidia (SOUZA, 2017). No cruzamento interespecífico simples, há um estímulo do grão de pólen do doador no estigma do receptor do pólen, da espécie de interesse do melhorista, e espera-se que o receptor possa desenvolver um fruto completo com sementes haploides. Posteriormente, há a duplicação de cromossomos para a produção de duplo-haploides, como

pode ser visto em trabalhos com tomate (*Solanum lycopersicum*) e em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) (LEDO *et al.*, 2015).

No entanto, diversos fatores podem influenciar no sucesso dos cruzamentos, como a diferença de número cromossômico entre as espécies, o pólen dos doadores, que possuem diversos tamanhos e formatos, o que sugere que uma influência no desenvolvimento do tubo polínico e, conseqüente, na formação do fruto. Esta falha na germinação do grão de pólen e falta de desenvolvimento do tubo polínico é chamada de incompatibilidade, fenômeno que levou ao não sucesso dos cruzamentos em meloeiro (SOUZA, 2017). Fatores pré e pós-zigóticos podem ser a causa da incompatibilidade, sendo a combinação de diferentes técnicas, uma alternativa para a obtenção de resultados positivos. De acordo com Komeda e colaboradores (2007), a aplicação de indutores de haploidia como o 2,4-D, nos estigmas possibilitou a obtenção de haploides, quando o trigo comum (*Triticum aestivum*) foi polinizado por *Imperata cylindrica*, uma Poacea nativa da Ásia.

CULTURA DE ANTERAS E MICRÓSPOROS

A cultura de anteras ou androgênese se resume a retirada de anteras de flores e subsequente cultivo dos grãos de pólen em meio de cultura *in vitro*. MANTELL e colaboradores (1994) observaram que os grãos de pólen não formavam tubos polínicos e sim calos. A produção de plantas duplo-haploides via cultivo de androgênese pode ser usada nos programas de melhoramento genético vegetal para acelerar o processo de obtenção de variedades, formando linhagens completamente homocigotas em uma única etapa (GEORG-KRAEMER *et al.*, 2011; DE AGUIAR *et al.*, 2019). De acordo com Souza (2017), é a técnica mais utilizada na produção de haploides, em espécies como fumo (*Nicotiana tabacum*), arroz (*Oryza sativa*), couve (*Brassica oleracea*), meloeiro (*Cucumis melo*) e pepino (*Cucumis sativus*) (ABDOLLAHI *et al.*, 2016). Os principais fatores que influenciam a cultura de anteras são as condições fisiológicas da planta doadora, fase de desenvolvimento do pólen, presença ou ausência de reguladores de crescimento no meio e o tipo de pré-tratamento aplicado aos botões florais (SOUZA, 2017).

Apesar das inúmeras vantagens, algumas limitações impedem sua completa utilização em larga escala nos programas de melhoramento, principalmente o efeito “genótipo-dependente” e o grande número de plantas albinas (SCAGLIUSI *et al.*, 2021). O conhecimento prévio da resposta das espécies à androgênese pode auxiliar os programas de melhoramento genético na escolha da genealogia dos parentais que serão utilizados nos cruzamentos, já que a



resposta ao processo é uma característica altamente herdável, como observado em trigo e cevada (SCAGLIUSI *et al.*, 2021). O genótipo desempenha um papel importante e estudos realizados em *Solanum tuberosum* mostraram que a capacidade de sofrer embriogênese de micrósporos é uma característica hereditária recessiva controlada por mais de um gene (SMYKAL, 2000).

Os meios basais mais comumente usados para cultura de anteras são meio N6 (CHU, 1978), meio MS (MURASHIGE E SKOOG, 1962), meio Nitsch e Nitsch (1969) e meio B5 (GAMBORG *et al.*, 1968). Geralmente, misturas de sais de MS meia força são sugeridas para as Solanaceae e meio N6 para os cereais. Embora algumas espécies-modelo não requeiram a adição de uma auxina ao meio de indução, e a indução ocorra em meio simples, a presença de reguladores de crescimento como auxinas, citocininas ou uma combinação delas é crucial para a produção de embriões (KHAN *et al.*, 2020). Assim como, o equilíbrio entre hormônios endógenos e reguladores de crescimento é essencial para a indução de calos, formação de embriões, desenvolvimento e regeneração de plantas (ZUR *et al.*, 2015).

Pereira e colaboradores (2015) demonstraram que, para a indução de calogênese em anteras de seringueira, existe a necessidade do isolamento dessas anteras, sem resíduos do filete e adição de antioxidantes ao meio de cultura, assim como a presença dos reguladores 2,4-D e cinetina.

O estágio de desenvolvimento do pólen é um fator complexo, pois a janela de desenvolvimento da competência embriogênica difere dependendo da espécie, no entanto, geralmente, o período de sensibilidade aos tratamentos indutivos é em torno da primeira mitose do pólen (MALIK *et al.*, 2007). Sopory e Munshi (1996) relataram que o estágio de micrósporo afeta o nível de ploidia da planta produzida na cultura de anteras pois as plântulas obtidas do pólen no estágio uninucleado foram encontradas principalmente haploides, já as plantas com maior número de cromossomos foram produzidas por anteras nas fases posteriores. Tem sido observado em muitos genótipos que tratamentos físicos ou químicos aplicados a botões florais excisados, inflorescências inteiras ou anteras excisadas, atuam como um gatilho para a indução da via esporofítica, impedindo o desenvolvimento do pólen fértil (SHARIATPANAH *et al.*, 2006).

Antes da excisão das anteras, é necessário remover os contaminantes da superfície (bactérias e fungos) através da esterilização. Em geral, após o pré-tratamento, os botões florais são esterilizados superficialmente por imersão em álcool etílico a 70% (v/v) por alguns minutos,



seguido de imersão em solução de hipoclorito de sódio (cerca de 1,5% de cloro ativo em água) contendo algumas gotas de Tween 20 por 10-15 min e depois por três lavagens de 5 min com água destilada estéril. Na última etapa, as anteras são excisadas assepticamente evitando lesões dos filamentos e colocadas no meio (ADÃO *et al.*, 2021).

CULTURA DE OVÁRIOS E ÓVULOS

Conhecido como ginogênese, trata-se de uma metodologia alternativa para produção de haploides em espécies onde a recalcitrância ou o nível de plantas regeneradas albinas é alto, ou devido à esterilidade masculina e natureza dióica de algumas plantas (DE OLIVEIRA *et al.*, 2022). Uma espécie recalcitrante é aquela em que os processos morfogênicos como a embriogênese somática ou a organogênese não são bem sucedidos, dessa forma, não é possível regenerar plantas mesmo quando fornecidas condições favoráveis de cultivo, sendo este o principal problema para a indução de haploidia por cultura de anteras *in vitro*. Entre as espécies de interesse agrícola com este problema estão algumas Solanaceae (SEGUÍ-SIMARRO, 2016) e Cucurbitaceae (DONG *et al.*, 2016), no entanto, o método tem apresentado resultados promissores em espécies como espinafre (*Spinacia oleracea* L.) (KELES *et al.*, 2016), beterraba (*Beta vulgaris* L.) (ZAYACHKOVSKAYA *et al.*, 2021) e cebola (*Allium cepa*) (ALAN, 2021), sendo viável a aplicação desta técnica no melhoramento.

O termo regeneração de haploide ginogênica é utilizado para todos os métodos de indução de haploide em que um gametófito feminino é utilizado como origem das células haploides (MARIN-MONTES *et al.*, 2022), sendo classificado em cultura *in vitro* de ovários ou óvulos não fertilizados (DONG *et al.*, 2016), polinização com pólen irradiado com cobalto-60 (⁶⁰Co) (HOOGHVORST E NOGUÉS, 2020), ampla hibridização (FORSTER *et al.*, 2007) e indutores de haploides *in vivo* (KELLIHER *et al.*, 2016).

Para espécies autopolinizadas, o cultivo *in vitro* de gametas femininos não fertilizados é realizado através do cultivo de botões florais antes da antese, já em plantas masculinas estéreis ou autoincompatíveis é realizado em qualquer estágio do desenvolvimento do óvulo (ASIF, 2013). Esta técnica pode ser empregada com sucesso para espécies do gênero *Allium*, sendo este o principal método para obtenção de duplo-haploides (KHAN *et al.*, 2020) e também em espécies selvagens e melhoradas do gênero *Gentiana* L. spp. (TAKAMURA *et al.*, 2021).

A polinização com pólen irradiado permite o desenvolvimento de embriões haploides ao fertilizar um óvulo com pólen maduro cujo material genético é inativo, assim, é possível induzir divisões celulares no óvulo e o desenvolvimento normal do embrião (FORSTER *et al.*,

2007). O uso de pólen irradiado em diferentes espécies vegetais e frutíferas nas quais a androgênese não é uma opção, já é relatado (Tabela 1). Entretanto, para o sucesso desta técnica é essencial determinar a dose letal mediana (DL 50), que pode variar de acordo com o genótipo e a espécie (KUNDU E DUBEV, 2020; HOOGHVORST E NOGUÉS, 2020).

Tabela 1. Exemplos de indução de haploides bem-sucedidos por partenogênese induzida por pólen irradiado em espécies recalcitrantes.

Espécies	Nome comum	Caminho	Determinação do nível de ploidia	Taxa de indução haploide	Referência
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Nespeira	Pólen irradiado com γ	Citometria de Fluxo	0,007 – 0,008%	Blasco et al.
<i>Citrus grandis</i> (L.) Osbeck	Pumelo	Pólen irradiado com γ	Citometria de Fluxo	1%	Wang et al.
<i>Spinacia oleracea</i> L.	Espinafre	Pólen irradiado com γ	Citometria de Fluxo	-	Keles et al.
<i>Cucumis melo</i> L.	Melão	Pólen irradiado com γ	Citometria de Fluxo	14 – 33%	Lotfi et al.
<i>Cucumis melo</i> L.	Melão	Pólen irradiado com γ	Contagem de cromossomos	23,65%	Nasetorabi et al.
<i>Citrus reticulata</i>	Mandarim	Pólen irradiado com γ	Citometria de Fluxo	2,58 – 8,33%	Jedidi et al.

Fonte: Marin-Montes *et al.*, 2022.

A ampla hibridação consiste em cruzamentos interespecíficos, pelos quais é possível induzir a formação de embriões haploides devido à fertilização de um óvulo com pólen de uma espécie distante, permitindo a dupla fecundação, e as divisões celulares no zigoto eliminam os cromossomos do genitor masculino (NIU *et al.*, 2014). Embora a hibridização ampla seja mais comumente utilizada em cereais (SANTRA *et al.*, 2017) nos últimos anos sua aplicação em vegetais folhosos tem demonstrado resultados aceitáveis na indução de plantas haploides (Tabela 2).

Tabela 2. Indução de haploides por hibridização ampla.

Espécies	Nome comum	Caminho	Determinação do nível de ploidia	Taxa de indução haploide	Referência
<i>Triticum aestivum</i> L.	Trigo	Cruzamento trigo x milho	-	-	Wiśniewska et al.
<i>Lactuca sativa</i>	Alface	Polinização cruzada com <i>Helianthus annuus</i> L.	Citometria de Fluxo e Contagem de cromossomos	15%	Piosik et al.
<i>Lactuca sativa</i>	Alface	Polinização cruzada com <i>Helianthus tuberosus</i> L.	Citometria de Fluxo e Contagem de cromossomos	16%	Piosik et al.
<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Tomate	Polinização cruzada com <i>S. sisymbriifolium</i> Lam.	Contagem de cromossomos	0%	Bal et al.
<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Tomate	Polinização cruzada com <i>S. sisymbriifolium</i> Lam.	Citometria de Fluxo e Contagem de cromossomos	~ 10% de células haploides	Chambrete

Fonte: Marin-Montes *et al.*, 2022.

Já os indutores haploides *in vivo*, aproveitam as expressões gênicas específicas que regulam a formação de haploides maternos (Tabela 3). A geração de linhagens *in vivo* haploides indutoras de haploidia materna em milho, tem sido possível através da expressão dos genes *MATL* (KELLIHER *et al.*, 2017), *NLD* (GILLES *et al.*, 2017) e *ZmPLA1* (JIANG *et al.*, 2022). No trigo, a edição genética do gene *MTL* permitiu observar que os alelos *mtl-AD*, *mtl-BD* e *mtl-ABD* são eficazes para gerar linhagens indutoras de progênie autopolinizadas e cruzadas (TANG *et al.*, 2022). Por outro lado, a indução haploide da aneuploidia é possível através da mutação CRISPR/Cas9 do gene *CENH3* em culturas monocotiledôneas e dicotiledôneas (ULIANA *et al.*, 2020). Estas duas metodologias são muito promissoras e são utilizadas em cereais porque têm sido mais eficientes do que os métodos *in vitro*.

Tabela 3. Relatos de indução de haploides através de indutores haploides *in vivo*.

Espécies	Nome comum	Caminho	Determinação do nível de ploidia	Taxa de indução haploide	Referência
<i>Zea mays L.</i>	Milho	Linhas puras indutoras	Marcadores morfológicos	2,5 – 15,7%	Qu et al.
<i>Zea mays L.</i>	Milho	BHI a granel	Coloração do Embrião (R1-nj)	11,2 – 16,8%	Trampe et al.
<i>Zea mays L.</i>	Milho	Mutação de mudança de quadro em <i>MATRILINEAL (MTL)</i>	Citometria de Fluxo	6,7%	Keliher et al.
<i>Zea mays L.</i>	Milho	Eliminar o gene <i>CENH3</i> -nativo	Citometria de Fluxo	0,05 - 0,31%	Keliher et al.
<i>Zea mays L.</i>	Milho	Linhas de indução	Marcadores morfológicos	0 – 3,59%	Gilles et al.
<i>Triticum aestivum L.</i>	Trigo	Edição de alelos <i>MTL</i> usando CRISPR/Cas9	Contagem de cromossomos	0 – 15,6%	Thang et al.
<i>Arabidopsis thaliana</i>	Arabidopsis	Edição de alelos <i>DMP</i> usando CRISPR/Cas9	Citometria de Fluxo	0 – 4,41%	Zhong et al.
<i>Brassica napus L.</i>	Colza oleaginosa	Eliminação do <i>BnaDMP</i> usando CRISPR/Cas9	Citometria de Fluxo	1,5%	Li et al.
<i>Brassica napus L.</i>	Colza oleaginosa	Mutagênese <i>DMP</i> CRISPR/Cas9	Citometria de Fluxo	0 – 4,44%	Zhong et al.
<i>Nicotiana tabacum</i>	Tabaco	Mutagênese <i>DMP</i> CRISPR/Cas9	Citometria de Fluxo	0 – 1,63%	Zhong et al.
<i>Nicotiana tabacum</i>	Tabaco	Mutagênese <i>DMP</i> CRISPR/Cas9	Citometria de Fluxo e observação citológica	1,52 – 1,75%	Zhang et al.
<i>Medicago truncatula Gaertn</i>	Médico de baril	Mutagênese <i>DMP</i> CRISPR/Cas9	Citometria de Fluxo	0,29 – 0,82%	Wang et al.
<i>Solanum lycopersicum L.</i>	Tomate	Mutagênese <i>DMP</i> CRISPR/Cas9	Citometria de Fluxo	0,5 – 3,7%	Zhong et al.



<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Tomate	Edição da geração CENH3 com interrupção GFP-taliswap	Citometria de Fluxo	0,2 – 2,3%	Op Den Camp et al.
--------------------------------	--------	--	---------------------	------------	--------------------

Fonte: Marin-Montes *et al.*, 2022.

Não existe um protocolo universal para todas as espécies, pois existem diferenças entre genótipos e espécies em termos de resposta ginogênica. A indução de ginogênese já foi testada em um número significativo de plantas economicamente importantes (Tabela 4). Em geral, os protocolos consistem em quatro etapas, que de acordo com Dong *et al.* (2016) afetam diretamente a ginogênese *in vitro*. São eles, a seleção do genótipo da planta doadora, o estágio de desenvolvimento do gametófilo feminino, o pré-tratamento (baixas e altas temperaturas) e a composição do meio de cultura.

Tabela 4. Exemplos de indução de haploides com sucesso em cultura *in vitro* de ovários ou óvulos não fertilizados.

Espécies	Nome comum	Caminho	Determinação do nível de ploidia	Taxa de indução haploide	Referência
<i>Beta vulgaris</i> L.	Beterraba	Cultura de óvulos não fertilizados	Citometria de Fluxo e Contagem de cromossomos	25%	Zayachkovskaya et al.
<i>Gentiana spp.</i>	Gencianas	Cultura de óvulos não fertilizados	Citometria de Fluxo e Análise de marcadores moleculares	32,5%	Takamura et al.
<i>Allium hirtifolium</i> Boiss	Chalota persa	Ovário não fertilizado	Raiz de abóbora	0 - 77%	Panahandeh et al.
<i>Gentiana triflora</i>	Gencianas	Óvulos não fertilizados	Citometria de Fluxo e Coloração de Feulgen	23,5- 56%	Doi et al.
<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Tomate	Cultura de ovário não fertilizado	-	0%	Bal et al.

Fonte: Marin-Montes *et al.*, 2022.

Em cebola, a capacidade de indução haploide é fortemente influenciada pelo genótipo do doador (HYDE *et al.*, 2012) assim como em abóbora, na qual a porcentagem de óvulos ginógenos variou de 0% a 48,8%, dependendo do genótipo, indicando que existem diferenças entre a resposta do óvulo e da cultura de antera dentro do mesmo genótipo (DE OLIVEIRA *et al.*, 2022). O estágio de desenvolvimento dos óvulos (saco embrionário) tem uma profunda influência na ginogênese *in vitro* (SOUSA, 2021). Em espécies como cevada, beterraba sacarina, milho e girassol, a ginogênese ótima foi obtida com sacos embrionários quase maduros (LUX *et al.*, 1990). No entanto, em culturas de óvulos de tabaco, ovários com sacos embrionários jovens uninucleados a maduros foram responsivos à ginogênese (WU E CHEN, 1982).

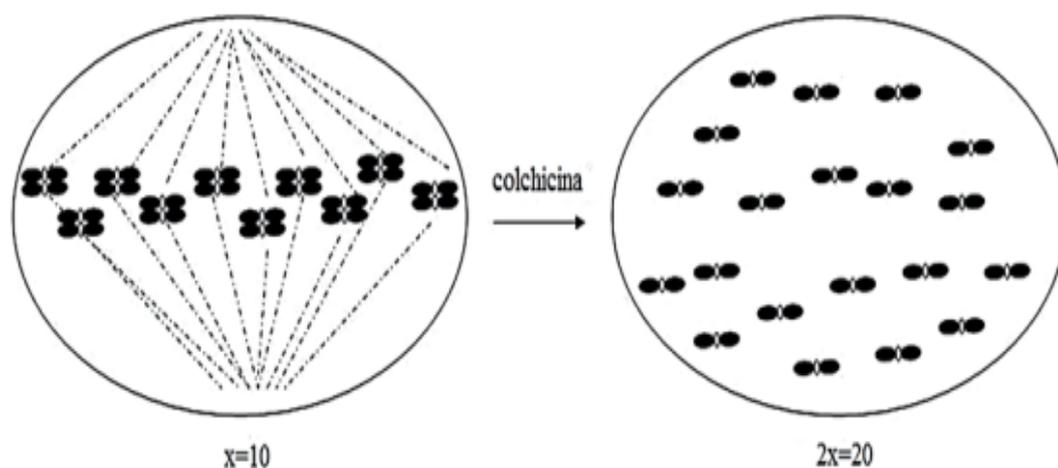
O pré-tratamento pode ser aplicado em diferentes níveis de explantes, como flores intactas, óvulos isolados ou inflorescências. O tratamento a frio em trigo duro (SIBI *et al.*, 2001) foi benéfico, no entanto, Gémes-Juhász *et al.* (2002) demonstraram que o tratamento térmico a 32°C durante a fase de indução embrionária aumentou a formação de embriões em pepino. O meio de cultura é o principal fator que controla a indução e o desenvolvimento de plantas intactas e a composição mais adequada varia de acordo com as espécies, devido a necessidades nutricionais diferenciadas em níveis intra e interespecíficos (DA SILVA *et al.*, 2022). Durante a indução, os ovários requerem baixos níveis de reguladores de crescimento e devem ser mantidos no escuro ou claro, já para a regeneração são transferidos para meio com maior concentração de reguladores de crescimento e incubados em luz (MARIN-MONTES *et al.*, 2022). Em pepino, o TDZ é usado com sucesso para indução ginogenica e regeneração de embriões (DIAO *et al.*, 2009). Kielkowska e Adamus (2010) relataram que o meio com ácido indol-3-acético (IAA) promoveu o desenvolvimento embrionário, enquanto a suplementação com 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético) e 6-BA promoveu o desenvolvimento de calos em cenoura.

DUPLICAÇÃO CROMOSSÔMICA EM CASOS DE HAPLOIDIA

A duplicação cromossômica pode ocorrer de forma espontânea para algumas espécies (CASTILLO *et al.*, 2009), no entanto, para aquelas com baixas porcentagens de duplicação, um protocolo de duplicação cromossômica eficiente é necessário para converter haploides estéreis regenerados a partir da androgênese ou ginogênese, em plantas férteis, homozigóticas duplamente haploides. Os agentes antimitóticos utilizados são a colchicina, amiprofosfo-metil, orizalina e trifuralina (PIERRE *et al.*, 2011), dentre os quais, a colchicina é o mais utilizado *in vivo* e *in vitro* (DE AZEVEDO *et al.*, 2019; CARPENTIERI-PIPOLO *et al.*, 2021). Trata-se de um alcaloide, extraído do açafrão (*Colchicum autumnale* L.) e seu mecanismo de ação está relacionado aos dímeros de α e β -tubulina, inibição da polimerização de microtúbulos durante o ciclo celular e prevenção da migração de cromossomos/ cromátides durante a anáfase. Consequentemente, isso compromete a citocinese e promove a formação de células com número duplicado de cromossomos (SATTLER *et al.*, 2016; HAILU *et al.*, 2021) (Figura 2). De acordo com o trabalho realizado por Couto (2013), no qual avaliou dois protocolos de duplicação cromossômica, as maiores taxas de plantas duplicadas, foram obtidas no tratamento utilizando raízes imersas em solução de colchicina 0,1%, DMSO 0,5% e Tween 20 0,1%, por 6 horas, com valor de 69,33% de duplo-haploides.

Utilizando-se a indução *in vivo*, esses agentes antimitóticos são aplicados diretamente nas plântulas ou, estas, são imergidas em soluções contendo esses agentes (REVOLTI, 2018). No entanto, devido a inacessibilidade ao meristema e a necessidade do uso de altas concentrações do agente antimitótico, a indução *in vivo* é dificultada em algumas espécies (CASTILLO *et al.*, 2009), portanto o sucesso do protocolo de duplicação aplicado, depende da relação entre toxicidade e eficiência de duplicação do genoma, que pode variar de acordo com os genótipos utilizados (REVOLTI, 2018).

Figura 2. Representação gráfica da ação da colchicina sobre o fuso mitótico de uma célula haploide de milho hipotética, ($x=10$ cromossomos) em mitose sob ação da colchicina. Esse composto se liga à tubulina, resultando em sua despolimerização, o que impede a segregação cromatídica para pólos opostos e a ocorrência de citocinese, gerando uma célula duplo-haploide com $2x = 20$ cromossomos.



Fonte: Pierre *et al.* (2011).

DUPLO-HAPLOIDE ASSOCIADO A OUTRAS TECNOLOGIAS

Com a finalidade de aumentar a eficiência e a precisão na identificação da ploidia das plantas, vários métodos podem ser realizados, tais como a citometria de fluxo e a utilização de marcadores moleculares. A estimativa do nível de ploidia por meios de suspensões nucleares de células vegetais e coloração cromossômica tem sido usada em programas de duplo-haploide para análises laboratoriais de rotina (HOOGHVORST *et al.*, 2020). A citometria de fluxo é um procedimento que permite a quantificação do conteúdo de DNA no processo de divisão celular, sendo este dividido em três fases: G1, S e G2. Durante a fase G1, uma célula diploide apresenta conteúdo de DNA celular igual a 2C, ou seja, possui duas cópias de cada cromossomo. Na fase S ocorre uma duplicação do material genético, e posteriormente, na fase G2, nova fase de crescimento celular em que o conteúdo de DNA nuclear é 4C (BORÉM, *et al.*, 2021). Além



da quantificação do conteúdo de DNA, com a ajuda da citometria de fluxo, é possível detectar regenerantes mixoploides, o que não é possível com outras técnicas (MUROVEC, J. 2013).

Outra ferramenta que pode ser utilizada na identificação de duplo-haploides são os marcadores moleculares, entre os quais os microssatélites são muito importantes, uma vez que são multialélicos e codominantes. Neste contexto, a estabilidade da herança mendeliana dos *loci* microssatélites e sua codominância permitem a fácil identificação dos indivíduos heterozigotos, tornando os marcadores moleculares uma alternativa interessante para diferenciação de indivíduos haploides dos F₁ heterozigotos quando da utilização de linhagens indutoras de haploidia para obtenção de linhagens homozigóticas (BORÉM, *et al.*, 2021). A escolha da técnica a ser utilizada para identificação do duplo-haploide varia de acordo com a espécie que está sendo trabalhada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em decorrência do avanço populacional, as modificações do solo e clima, é notório que cada vez mais precisamos de culturas que sejam mais eficientes, produtivas e resistente a inúmeros estresses bióticos e abióticos. Nesse sentido, abordagens biotecnológicas como o melhoramento genético, amplamente utilizado, como uma ferramenta importante para a agricultura, pode contribuir de forma rápida e direta para o aumento da produtividade, melhoria nutricional e resistência a doenças e pragas.

No intuito de otimizar o processo do melhoramento, a produção de plantas duplo-haploides pode ser adotada como uma forma de ampliar a eficiência dos objetivos citados, pois, sua característica de plantas 100% homozigotas amplia a seleção para as características quantitativas e qualitativas, permitindo identificar com mais facilidade e em menor tempo genótipos adequados para a propagação de uma planta superior. Portanto, é possível conseguir suprir no menor tempo e em melhor qualidade as necessidades alimentares de uma população em constante crescimento, de forma que tanto o meio ambiente como os seres humanos tenham ganhos.

Apoio: Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

- ABDOLLAHI, M. R.; NAJAFI, S.; SARIKHANI, H.; MOOSAVI, S. S. Induction and development of anther-derived gametic embryos in cucumber (*Cucumis sativus* L.) by optimizing the macronutrient and agar concentrations in culture medium. **Turkish Journal of Biology**, v. 40, p. 571-579, 2016.
- ADÃO, N. F. M.; DOS SANTOS, M. R. A.; ROCHA, R.; CAIXETA, E.; SILVA, L. D. F. Regeneração de plantas duplo-haplóides a partir de anteras de *Coffea canephora*. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO À PESQUISA DA EMBRAPA RONDÔNIA, 11.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 6, Porto Velho. Anais. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2021.
- ALAN, A. R. Doubled haploid onion (*Allium cepa* L.) production via *in vitro* gynogenesis. In: **Doubled Haploid Technology**. Humana, New York, NY, 2021. p. 151-169.
- AMABILE, R. F.; VILELA, M. S.; PEIXOTO, J. R. **Melhoramento de plantas: variabilidade genética, ferramentas e mercado**. Brasília, DF: SBMP, 2018.
- ASIF, M. Progress and opportunities of doubled haploid production. **Cham, Switzerland: Springer International Publishing**, 2013.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de plantas**. Oficina de Textos, 2021.
- BORGES, H. de S. **A heterose em plantas autógamas e alógamas, seus efeitos e utilização na produção agrícola**. 2022.
- BRAZAUSKAS, G.; PASAKINSKIENE, I.; JAHOR, A. AFLP analysis indicates no introgression of maize DNA in wheat x maize crosses. **Plant Breeding**, v. 123, n. 2, p. 117-121, 2004.
- CARPENTIERI-PIPOLO, V.; KIIHL, T. A. M.; SILVA, G.; RIEDER, R. Avaliação de trigo sintético hexaplóide de primavera visando o melhoramento para aumento de variabilidade genética. In: **Embrapa Trigo-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 14., 2021, Passo Fundo. Anais... Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2021.
- CASTILLO, A. M. M.; CISTUÉ, L.; VALLÉS, M. P.; SORIANO, M. Chromosome doubling in monocots. Advances in Haploid Production in Higher Plants. In: TOURAEV, A.; FORSTER, B. P.; JAIN, S. M. (Ed.). *Advances in haploid production in higher plants*. New York: Springer Science, p. 329-338, 2009.
- CHEN, J. F.; CUI, L.; MALIK, A. A.; MBIRA, K. G. *In vitro* haploid and dihaploid production via unfertilized ovule culture. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, v. 104, n. 3, p. 311-319, 2011.
- CONNER, J. A.; PODIO, M.; OZIAS-AKINS, P. Produção de embriões haploides em arroz e milho induzida por transgenes PsASGR-BBML. **Reprodução Vegetal**. v. 30, n. 1, pág. 41-52, 2017.

DANG, N. Improvement of protein quality in waxy maize (*Zea mays* l.) By doubled haploid and marker assisted selection techniques. 2010. 115 p. Dissertação (Doutorado em Agronomia e Melhoramento Vegetal) – Institute of Plant, Animal and Agroecosystem, ETH Zurich, Zurich, 2010.

DA SILVA SANTOS, H. R.; DE PAULA REZENDE, L.; DE LIMA SALVADOR, T.; DE OLIVEIRA FARIAS, A. R.; DE OLIVEIRA, D. S. P.; DE LEMOS, E. E. P. Germinação e desenvolvimento pós-seminal de cambuí (*Myrciaria floribunda* (H. West Ex Willd.) O. Berg.) in vitro. **Diversitas Journal**, v. 7, n. 3, 2022.

DE AGUIAR, R. A.; ROESSLER, R.; SCAGLIUSI, S.; MINELLA, E. Pré-tratamento de espigas na resposta androgênica de cevada para produção de plantas duplo-haploides. In: **Embrapa Trigo-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14.; MOSTRA DE PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA TRIGO, 11., 2019, Passo Fundo. Resumos... Brasília, DF: Embrapa, 2019. Resumos graduação, p. 36., 2019.

DE ALMEIDA, I. V. B.; SOUZA, J. T. A.; BATISTA, M. C. Melhoramento genético de plantas forrageiras xerófilas: Revisão. **Pubvet**, v. 13, p. 153, 2019.

DE ANDRADE, S. R. M. Princípios da cultura de tecidos vegetais. **Embrapa Cerrados-Documentos (INFOTECA-E)**, 2002.

DE AZEVEDO, T. C.; TRINDADE, R. D. S.; GUIMARÃES, F.; LANA, U. D. P.; GUIMARÃES, S.; DE SOUZA, I. R. P. Comparação de protocolos de duplicação cromossômica para a obtenção de duplo-haploides em milho. In: **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC/CNPq, 17., 2019, Sete Lagoas.[Trabalhos apresentados]. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2019.

DE OLIVEIRA, F. I. C.; CARVALHO, A. V. F.; DE ARAGÃO, F. A. S.; DE CARVALHO, A. C. P. P. Growth regulators in the induction of calli in anthers of the Goldex hybrid yellow melon. **Revista Agro@mbiente - Online**, v. 16, p. 14-14, 2022.

DEWI, I. S.; BAMBANG S. P. "Kultur Antera Untuk Percepatan Perakitan Varietas Padi Di Indonesia." **Jurnal AgroBiogen**, vol. 8, pp. 78-88, 2012. doi:10.21082/jbio.v8n2.2012.p78-88.

DIAO, W. P.; JIA, Y. Y.; SONG, H.; ZHANG, X. Q.; LOU, Q. F.; CHEN, J. F. Efficient embryo induction in cucumber ovary culture and homozygous identification of the regenerants using SSR markers. **Scientia Horticulturae**, v. 119, p. 246-251, 2009.

DONG, Y. Q.; ZHAO, W. X.; LI, X. H.; LIU, X. C.; GAO, N. N.; HUANG, J. H.; TANG, Z. H. Androgenesis, gynogenesis, and parthenogenesis haploids in cucurbit species. **Plant cell reports**, v. 35, n. 10, p. 1991-2019, 2016.

FOISSET, N.; DELOURME, R.; LUCAS, M. O.; RENARD, M. In vitro androgenesis and segregation distortion in *Brassica napus* L.: Spontaneous versus colchicine-doubled lines. **Plant Cell Reports**. 16:464-468, 1997.

FORSTER, B. P.; HEBERLE-BORS, E.; KASHA, K. J.; TOURAEV, A. The resurgence of haploids in higher plants. **Trends in plant science**, v. 12, n. 8, p. 368-375, 2007.

GEORG-KRAEMER, J. E.; WIETHÖLTER, P.; BRAMMER, S. P.; MINELLA, E.; IORCZESKI, E. J.; CAIERÃO, E. Desenvolvimento de populações duplo-haploides de cevada cervejeira associadas à atividade das enzimas (1-3, 1-4)- β -glucanases. **Ciência Rural**, v. 41, p. 828-833, 2011.

GERMANA, M. A. Anther culture for haploid and doubled haploid production. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, v. 104, n. 3, p. 283-300, 2011.

GILLES, L. M.; KHALED, A.; LAFFAIRE, J. B.; CHAIGNON, S.; GENDROT, G.; LAPLAIGE, J.; WIDIEZ, T. Loss of pollen-specific phospholipase NOT LIKE DAD triggers gynogenesis in maize. **The EMBO journal**, v. 36, n. 6, p. 707-717, 2017.

GRUBLER, E. Melhoramento genético do milho. 2022. Trabalho de conclusão de curso – Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2022.

GEIGER, H.; GORDILLO, G. Doubled haploids in hybrid maize breeding. **Maydica**, v. 54, n. 1, p. 485-499, 2009.

GÉMES-JUHASZ, A.; BALOGH, P.; FERENCZY, A.; KRISTÓF, Z. Effect of optimal stage of female gametophyte and heat treatment on in vitro gynogenesis induction in cucumber (*Cucumis sativus* L.). **Plant Cell Reports**, v. 21, n. 2, p. 105-111, 2002.

HAILU, M. G.; MAWCHA, K. T.; NSHIMIYIMANA, S.; SUHARSONO, S. Garlic Micro-propagation and Polyploidy Induction In Vitro by Colchicine. **Plant Breeding and Biotechnology**, v. 9, n. 1, p. 1-19, 2021.

HOOGHVORST, I.; NOGUÉS, S. Chromosome doubling methods in doubled haploid and haploid inducer-mediated genome-editing systems in major crops. Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer **Nature** 2020.

HOOGHVORST, I.; NOGUÉS, S. Opportunities and challenges in doubled haploids and haploid inducer-mediated genome-editing systems in Cucurbits. **Agronomy**, v. 10, n. 9, p. 1441, 2020.

HYDE, P. T.; EARLE, E. D.; MUTSCHLER, M. A. Doubled haploid onion (*Allium cepa* L.) lines and their impact on hybrid performance. **HortScience**, v. 47, n. 12, p. 1690-1695, 2012.

JIANG, C.; SUN, J.; LI, R.; YAN, S.; CHEN, W.; GUO, L.; YAN, J. A reactive oxygen species burst causes haploid induction in maize. **Molecular Plant**, v. 15, n. 6, p. 943-955, 2022.

KALINOWSKA, K. et al. State-of-the-art and novel developments of in vivo haploid technologies. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 132, n. 3, p. 593-605, 2019.

KANTARTZI, S. K.; ROUPAKIAS, D. G. *In vitro* gynogenesis in cotton (*Gossypium* sp.). **Plant cell, tissue and organ culture**, v. 96, n. 1, p. 53-57, 2009.

KELEŞ, D.; ÖZCAN, C.; PINAR, H.; ATA, A.; DENLI, N.; YÜCEL, N. K.; BÜYÜKALACA, S. First report of obtaining haploid plants using tissue culture techniques in spinach. **HortScience**, v. 51, n. 6, p. 742-749, 2016.

KELLIHER, T.; STARR, D.; WANG, W.; MCCUISTON, J.; ZHONG, H.; NUCCIO, M. L.; MARTIN, B. Maternal haploids are preferentially induced by CENH3-tailswap transgenic complementation in maize. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 414, 2016.

KELLIHER, T.; STARR, D.; RICHBOURG, L.; CHINTAMANANI, S.; DELZER, B.; NUCCIO, M. L.; MARTIN, B. Matrilineal, a sperm-specific phospholipase, triggers maize haploid induction. **Nature**, v. 542, n. 7639, p. 105-109, 2017.

KHAN, H.; BHARDWAJ, S. C.; GANGWAR, O. P.; PRASAD, P.; RATHORE, R. Efficiency of double haploid production in wheat through wide hybridization and embryo rescue. **Indian J Genet Plant Breed**, v. 7, n. 3, p. 428-430, 2017.

KHAN, P. S. S. V.; VIJAYALAKSHMI, G.; RAJA, M. M.; NAIK, M. L.; GERMANÀ, M. A.; TERRY, R. G. Doubled haploid production in onion (*Allium cepa* L.): from gynogenesis to chromosome doubling. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, v. 142, n. 1, p. 1-22, 2020.

KOŠMRLJ, K.; KASTELEC, D.; BOHANEC, B. Styrian oil pumpkin pollen germinability at higher irradiation doses: Optimization of the in vitro germination protocol and irradiation procedure. **Turkish Journal of Biology**, 38(4), 516–522. <https://doi.org/10.3906/biy-1402-58>, 2014.

KOUAKOU, K. L.; DOUBI, T. S.; KOFFI, K. K.; KOUASSI, K. I.; KOUAKOU, T. H.; BAUDOIN, J.; BI, Z. Androgenic potential and anther in vitro culture of *Lagenaria siceraria* (Molina) Standl. an edible-seed cucurbit, **International Journal of Biological and Chemical Sciences**, 1779–1789, 2015.

KUNDU, M.; DUBEY, A. Effect of gamma ray irradiated pollen technique on seed development pattern in Citrus. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, v. 80, n. 04, p. 450-458, 2020.

LEDO, C. A. S.; SANTOS, V. S.; MARTINS, M. L. L.; ALVES, A. A. C.; SILVA, D. C. S.; SANTOS, A. S.; TAVARES FILHO, L. F. Q. Boletim de pesquisa e desenvolvimento: 50 Hibridação interespecífica entre espécies silvestres de Manihot (Euphorbiaceae – Magnoliophyta) e cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). 1 ed. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2015. 25 p.

LI, J.W.; SI, S.W.; CHENG, J.Y.; LI, J.X.; LIU, J.Q. Thidiazuron and silver nitrate enhanced gynogenesis of unfertilized ovule cultures of *Cucumis sativus*. **Biologia Plantarum** 57 (1): 164-168, 2013.

LOTFI, M.; ALAN, A.R.; HENNING, M.J.; JAHN, M.M.; EARLE, E.D. Production of haploid and double haploid plants of melon (*Cucumis melo* L.) for use in breeding for multiple virus resistance. **Plant Cell Reports**. 21:1121–1128. 2003.

LUX, H.; HERRMAN, L.; WETZEL, C. Production of haploid sugar beet (*Beta vulgaris* L.) by culturing unpollinated ovules. **Plant Breeding**, v. 104, n. 3, p. 177-183, 1990.

MALIK, M. R.; WANG, F.; DIRPAUL, J. M.; ZHOU, N.; POLOWICK, P. L.; FERRIE, A. M. R.; KROCHKO, J. E. Transcript profiling and identification of molecular markers for early microspore embryogenesis in *Brassica napus*. **Plant Physiology**, v. 144, n. 1, p. 134-154, 2007.

MANTELL, S. H.; MATTHEWS, J. A.; MCKEE, R. A. **Princípios de biotecnologia em plantas: uma introdução à engenharia genética em plantas**. Ribeirão Preto: SBG, 1994.

MARIN-MONTES, I. M.; RODRÍGUEZ-PÉREZ, J. E.; ROBLEDO-PAZ, A.; DE LA CRUZ-TORRES, E.; PEÑA-LOMELÍ, A.; SAHAGÚN-CASTELLANOS, J. Haploid Induction in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) via Gynogenesis. **Plants**, v. 11, n. 12, p. 1595, 2022.

MILANI, M. & CARVALHO, J. M. F. C. Utilização de cultura de anteras no melhoramento de plantas. **Embrapa Algodão-Documentos (INFOTECA-E)**, 2005.

MUROVEC, J. Tehnike indukcije haploidov in podvojenih haploidov. **Acta agriculturae Slovenica**, v. 101, p. 293-307, 2013.

MUROVEC, J.; BOHANEC, B. Haploids and Doubled Haploids in Plant Breeding, **Plant Breeding**, Dr. Ibromkhim Abdurakhmonov (Ed.), ISBN: 978-953-307-932-5, InTech, DOI: 10.5772/29982. 2012.

NIAZIAN, M.; SHARIATPANAH, M. E. *In vitro*-based doubled haploid production: recent improvements. **Euphytica**, v. 216, n. 5, p. 1-21, 2020.

NIU, Z.; JIANG, A.; ABU HAMMAD, W.; OLADZADABBASABADI, A.; XU, S. S.; MERGOUM, M.; ELIAS, E. M. Review of doubled haploid production in durum and common wheat through wheat× maize hybridization. **Plant breeding**, v. 133, n. 3, p. 313-320, 2014.

OLIVEIRA, F. I. C. Estabelecimento in vitro, calogênese e cruzamentos interespecíficos visando obtenção de haploides em meloeiro. Tese de Doutorado em Agronomia/Fitotecnia - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

PEREIRA, P. D. S.; HARADA, P.; QUISEN, R. Indução de calogênese em anteras de seringueira cultivadas *in vitro*. In: BRAZILIAN CONGRESS OF PLANT PHYSIOLOGY, 15.; BRAZILIAN-ISRAELI PLANT SCIENCE CONFERENCE, 1., 2015, Foz do Iguaçu. Bela Vista: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2015.

PIERRE, P. M. O.; DAVIDE, L. M. C.; COUTO, E. G. O.; SILVA, T. N.; RAMALHO, M. A. P.; DOS SANTOS, J. B. Duplo-haploides: estratégias para obtenção e importância no melhoramento genético do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 10, n. 1, p. 1-16, 2011.

REVOLTI, L. T. M. Avaliação de indutores de haploidia e identificação de linhagens duplo-haploides em milho. Tese de Doutorado em Genética e Melhoramento. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2018.

RIBEIRO, C. S. C.; GIORDANO, L. B. Método de obtenção de híbridos interespecíficos entre *lycopersicon esculentum* e *l. peruvianum*. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 36, n. 5, p. 793-799, 2001.

SANCHEZ, D. L.; LIU, S.; IBRAHIM, R.; BLANCO, M.; LÜBBERSTEDT, T. Genome-wide association studies of doubled haploid exotic introgression lines for root system architecture traits in maize (*Zea mays* L.). **Plant Science**, v. 268, p. 30-38, 2018.

SANTRA, M.; WANG, H.; SEIFERT, S.; HALEY, S. Doubled haploid laboratory protocol for wheat using wheat–maize wide hybridization. In: **Wheat Biotechnology**. Humana Press, New York, NY, 2017. p. 235-249.

SATTLER, M. C.; CARVALHO, C. R.; CLARINDO, W. R. The polyploidy and its key role in plant breeding. **Planta**, v. 243, n. 2, p. 281-296, 2016.

SCAGLIUSI, S. M. M.; MINELLA, E.; ROESSLER, R. Plantas duplo-haploides de cevada: avaliação da resposta androgenética de genótipos Embrapa entre os anos 2005-2019. Embrapa Trigo - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 96, 2021.

SEGUÍ-SIMARRO, J. M.; NUEZ, F. Pathways to doubled haploidy: chromosome doubling during androgenesis. **Cytogenetic and Genome Research** 120(3-4): 358-369, 2008.

SEGUÍ-SIMARRO, J. M. Androgenesis in solanaceae. In vitro embryogenesis in higher plants, p. 209-244, 2016.

SHARIATPANAHI, M. E.; BAL, U.; HEBERLE-BORS, E.; TOURAEV, A. Stresses applied for the re-programming of plant microspores towards in vitro embryogenesis. **Physiologia Plantarum**, v. 127, n. 4, p. 519-534, 2006.

SHARIATPANAHI, M. E.; AHMADI, B. Isolated microspore culture and its applications in plant breeding and genetics. In: **Plant tissue culture: propagation, conservation and crop improvement**. Springer, Singapore, p. 487-507, 2016.

SIBI, M. L.; KOBBAISSI, A.; SHEKAFANDEH, A. Green haploid plants from unpollinated ovary culture in tetraploid wheat (*Triticum durum* Defs.). **Euphytica** 122:351–359, 2001. doi:10.1023/A:1012991325228

SIMÕES, E. L. Seleção de progênies endogâmicas de milho tropical com base no cruzamento com dois testadores de base genética estreita. 36 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2021.

SMYKAL, P. Pollen embryogenesis-the stress mediated switch from gametophytic to sporophytic development. Current status and future prospects. **Biologia Plantarum**, v. 43, n. 4, p. 481-489, 2000.

SOPORY S.; MUNSHI M. Anther culture. In: Mohan JM et al (eds) In vitro haploid production in higher plants, vol 1. Kluwer, Dordrecht, pp 145–176, 1996.

SOUSA, E. D. S. Indução de plantas haplóides in vitro de *Allium cepa* L. a partir de ovários não fertilizados. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, 2021.

SOUZA, H. C. X. Produção de haploides de melão (*Cucumis melo*) por meio de cruzamento interespecífico entre melão e outras espécies da família Cucurbitaceae. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

TAKAMURA, Y.; TAKAHASHI, R.; HIKAGE, T.; HATAKEYAMA, K.; TAKAHATA, Y. Production of haploids and doubled haploids from unfertilized ovule culture of various wild species of gentians (*Gentiana* spp.). **Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)**, v. 146, n. 3, p. 505-514, 2021.



TANG, H.; ZHANG, S.; YU, M.; WANG, K.; YU, Y.; QIU, Y.; YE, X. Effects of TaMTL-Edited Mutations on Grain Phenotype and Storage Component Composition in Wheat. **Agriculture**, v. 12, n. 5, p. 587, 2022.

TAVARES, A. T. et al. Heterose em híbridos de melancia. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, n. 2, p. 26-33, 2019.

ULIANA, T. H.; FREI, U. K.; LÜBBERSTEDT, T. Breeding maize maternal haploid inducers. **Plants**, v. 9, n. 5, p. 614, 2020.

WU, B.J.; CHEN, K. C. Cytological and embryological studies on haploid plant production from cultured unpollinated ovaries of *Nicotiana tabacum* L. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 24, n. 2, 1982.

ZAYACHKOVSKAYA, T.; DOMBLIDES, E.; ZAYACHKOVSKY, V.; KAN, L.; DOMBLIDES, A.; SOLDATENKO, A. Production of Gynogenic Plants of Red Beet (*Beta vulgaris* L.) in Unpollinated Ovule Culture In Vitro. **Plants**, v. 10, n. 12, p. 2703, 2021.

ZUR, I.; DUBAS, E.; KRZEWSKA, M.; WALIGÓRSKI, P.; DZIURKA, M.; JANOWIAK, F. Hormonal requirements for effective induction of microspore embryogenesis in triticale (*Triticum secale* Wittm.) anther cultures. **Plant Cell Reports**, v. 34, n. 1, p. 47-62, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00299-014-1686-4>.

www.editorapublicar.com.br
contato@editorapublicar.com.br
@epublicar
facebook.com.br/epublicar

Ciências Agrárias Multidisciplinares:

AVANÇOS E APLICAÇÕES MÚLTIPLAS

2

Danyelle Andrade Mota
Milson dos Santos Barbosa
Luma Mirely de Souza Brandão
Roger Goulart Mello
Organizadores



2022

www.editorapublicar.com.br
contato@editorapublicar.com.br
[@epublicar](https://www.instagram.com/epublicar)
[facebook.com.br/epublicar](https://www.facebook.com/epublicar)

Ciências Agrárias Multidisciplinares:

AVANÇOS E APLICAÇÕES MÚLTIPLAS

2

Danyelle Andrade Mota
Milson dos Santos Barbosa
Luma Mirely de Souza Brandão
Roger Goulart Mello
Organizadores



2022