

Ciências Agrárias:

DIÁLOGOS EM PESQUISA,
TECNOLOGIA E TRANSFORMAÇÃO **4**

Adilson Tadeu Basquerote Silva
Roger Goulart Mello
Organizadores



2023



Ciências Agrárias:

**DIÁLOGOS EM PESQUISA,
TECNOLOGIA E TRANSFORMAÇÃO 4**

Adilson Tadeu Basquerote Silva
Roger Goulart Mello
Organizadores



2023



Editora Chefe
Patrícia Gonçalves de Freitas
Editor
Roger Goulart Mello
Diagramação
Lidiane Bilchez Jordão
Dandara Goulart Mello
Patrícia Gonçalves de Freitas
Roger Goulart Mello
Projeto gráfico e edição de arte
Patrícia Gonçalves de Freitas

2023 by Editora e-Publicar
Copyright © Editora e-Publicar
Copyright do Texto © 2023 Os autores
Copyright da Edição © 2023 Editora
e-Publicar
Direitos para esta edição cedidos à Editora
e-Publicar pelos autores

Revisão
Os Autores

Open access publication by Editora e-Publicar

CIÊNCIAS AGRÁRIAS: DIÁLOGOS EM PESQUISA, TECNOLOGIA E TRANSFORMAÇÃO, VOLUME 4.

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



2023

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

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 – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB



Naiola Paiva de Miranda - Universidade Federal do Ceará

Rafael Leal da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

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)

C569

Ciências agrárias: diálogos em pesquisa, tecnologia e transformação -
Volume 4 / Organizadores Adilson Tadeu Basquerote Silva, Roger Goulart
Mello. – Rio de Janeiro: e-Publicar, 2023.

Livro em Adobe PDF
ISBN 978-65-5364-180-8
Inclui Bibliografia

1. Ciências agrárias. 2. Tecnologia. 3. Inovação. 4. Agricultura. I. Silva,
Adilson Tadeu Basquerote (Organizador). II. Mello, Roger Goulart
(Organizador). III. Título.

CDD 630

Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Editora e-Publicar

Rio de Janeiro, Brasil
contato@editorapublicar.com.br
www.editorapublicar.com.br

2023



2023

Apresentação

É com grande satisfação que a Editora e-Publicar apresenta a obra intitulada “Ciências agrárias: Diálogos em pesquisa, tecnologia e transformação, Volume 4”. 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!

abordam múltiplos temas da área.

Editora e-Publicar

Sumário

CAPÍTULO 1	12
ANALISE TEGUMENTAR DE LARVAS DE <i>DIATRAEA SACCHARALIS</i> (FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA; CRAMBIDAE) TRATADAS COM EXTRATO OLEOSO DE NIM (<i>AZADIRACHTA INDICA</i> A. JUSS).....	12
	Angela Cristina Magatão Maria Eliza Miyoko Tomotake
CAPÍTULO 2	20
INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO PREVENTIVA E CURATIVA DE <i>TRICHODERMA HARZIANUM</i> SOB <i>FUSARIUM</i> SP. <i>IN VITRO</i>	20
	Caroline Rack Vier Carlos Henrique Bini Eliza Gralak Joyceara Rocha
CAPÍTULO 3	34
CONDICIONANTES DA DISPOSIÇÃO A PAGAR POR ALIMENTOS: UMA ANÁLISE PELA REVISÃO DE LITERATURA	34
	Jordana Ribeiro Gomes Lucas Ribeiro
CAPÍTULO 4	45
MODELOS ANATÔMICOS 3D DOS PRINCIPAIS ACESSOS CIRÚRGICOS NA DESCOMPRESSÃO MEDULAR CERVICAL CANINA	45
DOI 10.47402/ed.ep.c20234294808	Ricardo Ysaac Garía Núñez Clifton Layo Mahoma Yupe Denis Casiano Llana López Néstor Antonio Gallegos Ramos Wilebaldo Blair Ticona Aduviri Walter Wilfredo Ticona Aduviri
CAPÍTULO 5	53
PERFIL HEMATOLÓGICO EM CÃES COM MICROFILAREMIA	53
	Geovana Thaís Motta Samara Chociai Aline Fernanda dos Santos Karoline Vintureli Felicio Meire Christina Seki Adriano de Oliveira Torres Carrasco

CAPÍTULO 6..... 62
CLASSIFICAÇÃO E RELAÇÃO ETIOLÓGICA DAS EFUSÕES CAVITÁRIAS EM CÃES
E GATOS: ESTUDO RETROSPECTIVO (2016-2022)..... 62

Vanessa Eloisa Dallabrida
Aline Koslinski
Geovana Thaís Motta
Aline Fernanda dos Santos
Karoline Vintureli Felício
Adriano de Oliveira Torres Carrasco
Meire Christina Seki

CAPÍTULO 7..... 73
A EFICÁCIA DE DIVERSOS TRATAMENTOS CONTRA *NOTOEDRES CATI* EM GATOS
DOMÉSTICOS 73

DOI 10.47402/ed.ep.c20234327808

Thaís Campos de Paula
Luiz da Silveira Neto
Luiz Eduardo Corrêa Fonseca
Katia Denise Saraiva Bresciani

CAPÍTULO 8..... 80
AVALIAÇÃO DO CULTIVO DE *PLEUROTUS OSTREATUS* (SHIMEJI PRETO) EM
VÁRIOS RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS..... 80

DOI 10.47402/ed.ep.c20234338808

Márlia Campos e Barros
José Victor Ferreira Fernandes
Vitória Tereza Negrão de Albuquerque
Lucas Brendo Pimenta Bandeira
Andréa Farias de Almeida
Ulrich Vasconcelos da Rocha Gomes
Kristerson Reinaldo de Luna Freire
Adna Cristina Barbosa de Sousa

CAPÍTULO 9..... 98
ELABORAÇÃO, AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL DE *SMOOTHIES*
SABOR MORANGO COM ADIÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE
IOGURTE NATURAL 98

DOI 10.47402/ed.ep.c20234349808

Adolfo Pinheiro de Oliveira
Pedro Brito Filho
Luís Paulo Firmino Romão da Silva
Pahlevi Augusto de Souza

CAPÍTULO 10..... 115
O FATOR IRRIGAÇÃO NA CULTURA DE ALFAFA..... 115

DOI 10.47402/ed.ep.c202343510808

Cleber Cristiano da Silva
Brenda Mara guerra da Silva
Katleen Cristina da Silva Duarte
Caroline Olias
Erich dos Reis Duarte
Denise Renata Pedrinho
Cristiano Reschke Lajus
Aline Vanessa Sauer

CAPÍTULO 11	129
SISTEMAS DE COLHEITA DE CRAMBE (<i>CRAMBE ABYSSINICA</i> HOCHST).....	129
DOI 10.47402/ed.ep.c202343611808	Cristiano Márcio Alves de Souza Priscila Reginato Larissa Porto Ale Roberto Carlos Orlando Leidy Zulys Leyva Rfull Natanael Takeo Yamamoto
CAPÍTULO 12	145
PERFIL BIOQUÍMICO DE OVINOS ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO DE FARELO DE CASCA DE MANDIOCA.....	145
DOI 10.47402/ed.ep.c202343712808	Danilo Rodrigues Barros Brito Elson Reis Duarte de Oliveira Ellen Cristina Vale Silva José Antônio Alves Cutrim Júnior Daniel Praseres Chaves
CAPÍTULO 13	158
SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA TEGUMENTAR DE SEMENTES DE <i>PELTOPHORUM DUBIUM</i> (SPRENG.) TAUB.	158
DOI 10.47402/ed.ep.c202343813808	Evandro Luiz Missio Cleber Witt Saldanha Rosana Matos de Morais Ionara Fátima Conterato Joseila Maldaner Gerusa Pauli Kist Steffen Madalena Boeni Jorge Dubal Martins
CAPÍTULO 14	168
DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS FOCOS DE QUEIMADAS NO ESTADO DO PIAUÍ	168
DOI 10.47402/ed.ep.c202343914808	Francisco de Assis Gomes Junior Elisa Bandeira Pereira Bruno Laecio da Silva Pereira José da Silva Cerqueira Neto Marlei Rosa dos Santos Clarice Souza Moura Fabrício Custódio de Moura Gonçalves
CAPÍTULO 15	178
EFICÁCIA NO TRATAMENTO DE SARNA OTODÉCICA EM CÃES E GATOS.....	178
DOI 10.47402/ed.ep.c202344015808	José Victor Andrade Gouveia Luiz da Silveira Neto Katia Denise Saraiva Bresciani

CAPÍTULO 16..... 189
AGRICULTURA DE PRECISÃO E A APLICAÇÃO POR TAXA VARIÁVEL:
IMPULSIONADORES DA COMPETITIVIDADE E DESENVOLVIMENTO DO
AGRONEGÓCIO..... 189

DOI 10.47402/ed.ep.c202344116808

Artthur Tondelli Cazale
Rosiene Cristine Tondelli Cazale

CAPÍTULO 17..... 201
APROVEITAMENTO DA CASCA DE LARANJA UTILIZANDO UM PROTÓTIPO
EXPERIMENTAL PARA A EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL PELO MÉTODO DE
HIDRODESTILAÇÃO 201

Débora dos Santos Rodrigues
Itamar Souza Reges

CAPÍTULO 18..... 208
EFEITO DAS ADUBAÇÕES ORGÂNICA E MINERAL NO CRESCIMENTO DE MUDAS
DE CANA-DE-AÇÚCAR EM AMBIENTE PROTEGIDO 208

DOI 10.47402/ed.ep.c202344318808

João Victor da Silva Cremm
Luiz Gustavo da Mata Borsuk
Lucas Hiroshi Suguiura
Hugo Zeni Neto
Joseli Cristina da Silva

CAPÍTULO 19..... 215
EFEITO DO CONTROLE DA SPHENOROPHORUS LEVIS E MAHANARVA
FIMBRIOLATA COM USO DO FUNGO FITOPATOGÊNICO BEAUVERIA BASSIANA
EM CANA-DE-AÇÚCAR..... 215

DOI 10.47402/ed.ep.c202344419808

Luiz Gustavo da Mata Borsuk
Hugo Zeni Neto
Joseli Cristina da Silva
João Victor da Silva Cremm
Arthur Almenara Rosendo



CAPÍTULO 1

ANALISE TEGUMENTAR DE LARVAS DE *DIATRAEA SACCHARALIS* (FABRICIUS, 1794) (LEPIDOPTERA; CRAMBIDAE) TRATADAS COM EXTRATO OLEOSO DE NIM (*AZADIRACHTA INDICA* A. JUSS)

Angela Cristina Magatão
Maria Eliza Miyoko Tomotake

RESUMO

Os insetos são responsáveis por grande parte das perdas agrícolas, como a diminuição da produtividade ou ainda por abrir entradas para organismos oportunistas. *Diatraea saccharalis* é uma praga de grande interesse econômico por afetar diferentes cultivares de interesse agrícola, para seu controle é necessário desenvolver novas formas de controle biológico. Em meio as alternativas atuais, o uso de bioinseticida vem sendo amplamente estudado por suas características benéficas ao homem e ao ambiente. Um desses agentes biocontroladores derivados de plantas é o extrato do nim indiano (*Azadirachta indica*) sua ação sob o inseto é eficaz, agindo por contato e por ingestão atuando em diferentes vias do metabolismo do inseto. Com isto este trabalho visou analisar a ação do extrato oleoso de nim sob o tegumento do inseto em seu estágio larval descrevendo sua estrutura habitual e as possíveis alterações em decorrência da ação do extrato. O experimento usou larvas em terceiro estágio que receberam soluções controladas do agente controlador estabelecidas em 0,5%, 1,0% e 2,0% conforme descrito na literatura de apoio, tendo em comparativo sempre um grupo de controle este recebeu apenas água destilada em mesmo local e quantidade de 0,5µl. Os resultados obtidos demonstram que a composição do tegumento habitual da larva é composta por uma camada denominada epicutícula sendo a camada mais externa, seguida da procutícula sendo uma camada acelular estas sendo secretadas pelas células epidérmicas. A junção da epicutícula e procutícula formam a cutícula do inseto, que associada às células epidérmicas formam o tegumento do inseto, correspondendo a primeira camada de proteção. Em resposta a ação do extrato observam-se alterações como a degeneração dessas camadas formadoras da cutícula, a perda da coesão celular, distanciamento das camadas e a desestruturação das camadas de quitina, além do processo de melanização cuticular exacerbado. Desta forma, pode-se concluir que o extrato oleoso de nim promove alterações significativas que podem perturbar o ciclo de vida do inseto e capazes de levar a morte do inseto.

PALAVRAS CHAVE: Controle biológico. MIP. Broca da cana. Histologia

1. INTRODUÇÃO

Os insetos formam um grupo vasto que obtiveram grande sucesso na ocupação de nichos, com relevância em diversos setores como biológico, econômico e na saúde (GILLOTT, 1995). *Diatraea saccharalis* um inseto de larga distribuição nas Américas afetando diferentes espécimes de gramíneas de interesse econômico como milho, sorgo, trigo e principalmente a cana de açúcar sendo conhecida como broca da cana (Cruz *et al.*, 2011; Oliveira *et al.*, 2014). Suas injúrias a planta estão ligadas a fase larval, onde produz extensas galerias no colmo bloqueando o fluxo de seiva, sendo porta de entrada para infecção de microrganismos patogênicos (DINARDO-MIRANDA *et.al*, 2012; PARRA, 2014).

A relação entre produtividade e sustentabilidade vem estreitando, e recebendo maior interesse mundial uma vez que inseticidas convencionais químicos sintéticos de amplo especto comumente em lavouras de cultivo extenso causam danos ambientais e viabilizam o



aparecimento de populações de insetos resistentes. Com isto o manejo de pragas integradas (MIP) apresenta como alternativa eficiente. Utilizando de diferentes meios para controle como inimigos naturais, parasitismo e extratos de plantas com compostos bioativos (Abreu *et al.*, 2015).

Uma das alternativas viáveis no MIP é o uso de compostos bioativos, certas espécies possuem potencial inseticida e biocontrolador, a exemplo a planta Nim (*Azadirachta indica* A. Juss) pertencente à família Meliaceae e de origem asiática. Suas propriedades inseticidas estão ligadas aos compostos metabólitos secundários pertencentes a categoria dos limonoídes. Na planta esses compostos agem como defensor contra herbívora, seu principal composto bioativo é a azadiractina, sua ação provou ser eficiente tanto por contato quanto na ingestão em todas as fases do ciclo de vida do inseto (RAEL *et al.*, 2017).

No inseto sua ação afeta diferentes cadeias, como: hormonais, alimentares, redução na fecundidade, esterilidade, diminuição do crescimento, alterações morfológicas e mortalidade. Dado a escassez de dados que relacionem a ação de agente biocontrolador ao tegumento de insetos o objetivo deste trabalho foi analisar e descrever a ação do extrato oleoso de nim sob o tegumento de *D. saccharalis* em estágio larval.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Larvas de *Diatraea saccharalis* em terceiro instar foram obtidas por concessão do Laboratório de Entomologia da Usina de Açúcar Santa Terezinha, distrito de Iguatemi, Maringá. Mantidas em placas de Petri alimentados com dieta artificial (Hensley e Hammond, 1968) sob temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $64 \pm 10\%$, fotoperíodo de 14h até o momento da manipulação. Os insetos foram separados em dois grupos: o primeiro grupo controle, o segundo definido como tratamento foram realizadas triplicatas de cada grupo.

As larvas separadas e tratadas com uma concentração determinada de solução oleosa de nim. O extrato oleoso de nim utilizado possui pureza de 100%, 1.600 ppm de *Azadirachta indica* A. Juss, garantida pelo fabricante da empresa Natuneem, com protocolo de registro N° 21052.12435/2005-84 no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sendo certificado também pelo conceituado órgão Internacional BSC ÖKO Garantie Doc. N°: NATUR - 9009/09.95/7331-BR. As concentrações fixadas neste trabalho foram estabelecidas em: 0,5% (800 ppm), 1,0% (1.600 ppm) e 2,0% (3.200 ppm) conforme estabelecido por Scudeler (2016). O extrato oleoso foi diluído e emulsionado em água destilada (Tomlin, 2006) o período de análise estabelecido em 24, 48, 72hr as larvas receberam 0,5µl de água destilada



(controle) e 0,5µl de nim diluído (tratamento). Depositada lentamente por micropipeta graduada de volume fixo Kacil após a aplicação as larvas foram postas em papel absorvente e secas em temperatura ambiente.

Para as análises macroscópicas, as larvas foram anestesiadas por resfriamento dissecadas com auxílio de microscópio estereoscópico em placas de Petri parafinadas contendo solução fisiológica para insetos. Na microscopia foram processados 15 segmentos de tegumento com 0,5 cm de comprimento seguindo o protocolo proposto por Junqueira e Carneiro (1983). A secção dos blocos feita em Micrótomo rotativo Leica RM 2145 com 4 µm de espessura e os cortes corados em Hematoxilina de Harris e Eosina de Lison (H/E). A fotodocumentação foi obtida em Microscópio Trinocular, acoplado ao fotossistema digital Olympus C-7070.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

No tegumento das larvas do grupo controle apresenta coloração habitual branco-leitosa com manchas marrons sendo seu estado normal (Fig. 1A-A3). As lagartas tratadas com o extrato oleoso de nim (*Azadirachta indica*) mostraram em seu dorso alterações como áreas de melanização cuticular (Fig. 1B a 1D) representadas pelo gradual escurecimento em algumas áreas do corpo da lagarta.

Com as análises histológicas tegumentar do inseto, as larvas do grupo controle apresentam as seguintes características: a epicutícula (Fig. 2A) camada mais externa e fina de composição acelular, abaixo desta encontra-se a procutícula (Fig. 2A) formada essencialmente por quitina. A junção dessas duas camadas forma a cutícula essas duas camadas são secretadas e formadas por uma fina camada de células pavimentosas, aderidas e bem definidas denominada como células epidérmicas (Fig. 2A3). O conjunto de cutícula e células epidérmicas é denominado tegumento essas características estruturais foram observadas primeiramente por Hepburn (1985) em *Apis mellifera* (NETO, 2008).

Nas larvas tratadas em concentração de 0,5% e observadas por 24hr, foram identificadas alterações no epitélio como a perda da coesão celular (Fig. 2B), analisando em 48hr observa-se o distanciamento das células epidérmicas da camada da procutícula (Fig. 2B2). Em 72hr, além do desprendimento da procutícula, observou-se a desestruturação das placas de quitina (Fig 2B3).

No tratamento em concentração de 1,0% em 24 e 48hr os efeitos observados são similares aos da dosagem anterior, o que indica uma progressão e agravamento da ação do extrato de nim sobre o tegumento das larvas do inseto (Fig. 2C-C3). Nas larvas há um processo



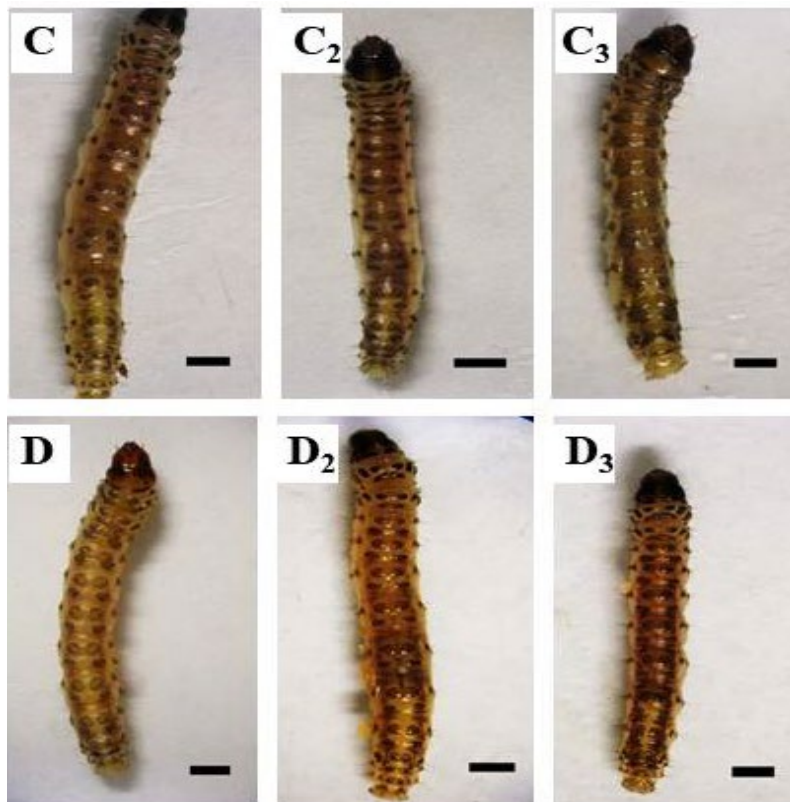
de multiplicação das células da epiderme e maior camada de procutícula (Fig. 2C3), isto acontece como resposta celular a injúria causada pelo extrato. A ação do extrato desencadeia a cascata de sinalização, onde células da hemolinfa ativam a produção enzimática para resposta imune e cicatrização que se manifestam como espessamento da cutícula e melanização (ASANO; ASHIDA, 2001).

No tratamento em concentração de 2,0% há exacerbação da melanização (Fig. 2D-D3) em contraste ao grupo controle. Esses efeitos nas mesmas concentrações e nos mesmos estágios foram observados por Souza e colaboradores (2022), em larvas de *Drosophila suzuki* tratadas com óleo de *Rosmarinus officinalis* e eucaliptol.

A azadiractina pertence a categoria dos limonoídes tais compostos podem atuar como detergente, ou seja, dissolvem lipídeos encontrados na cutícula do inseto. Levando a um quadro de desidratação e conseqüente morte do inseto (PARK *et al.*, 2016). Essa característica é conhecida como lipofílica, a superfície do corpo do inseto é extremamente lipofílica isto permite que o óleo penetre na cutícula e interfira em suas funções (SINGH *et al.*, 2016).

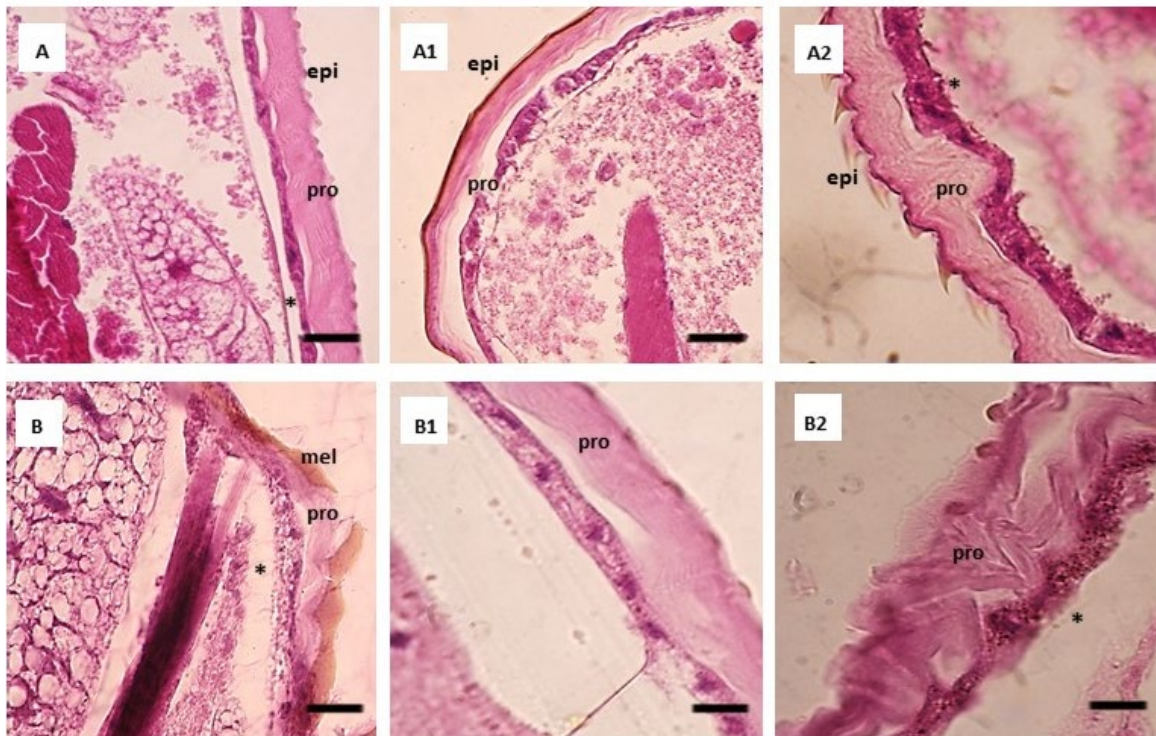
Figura 1: Larvas da *D. saccharalis* em terceiro instar do grupo controle e tratamento - Macroscopia.

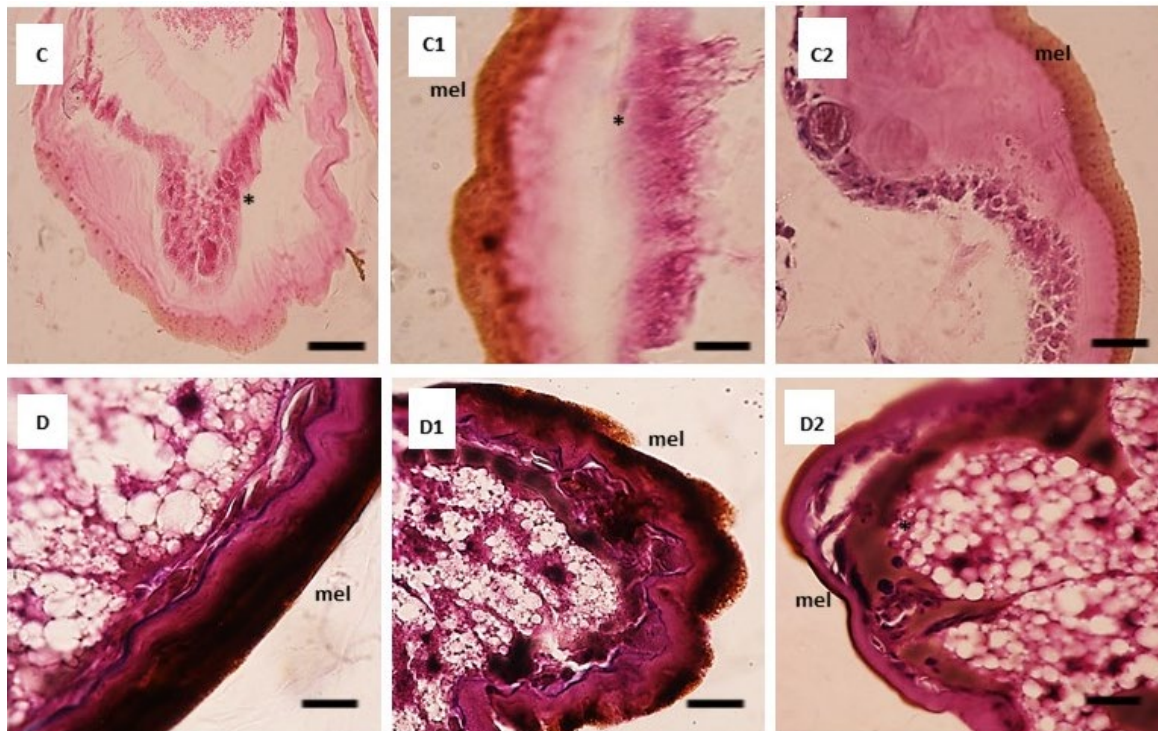




A-A3. Larvas controle 24 a 72 horas. **B-B4.** Larvas tratadas com 0,5% de nim 24 a 72 horas. **C-C3.** Larvas tratadas com 1,0% de nim 24 a 72 horas. **D-D3.** Larvas tratadas com 2,0% de nim 24 a 72 horas. Bar = 1,5mm.
Fonte: Autorial própria (2022).

Figura 2: Larvas da *D. saccharalis* em terceiro instar do grupo controle e tratamento - Microscopia.





A-A3. Larvas do grupo controle 24 a 72 horas respectivamente. **B-B3.** Larvas tratadas com 0,5% de nim 24 a 72 horas respectivamente. **C-C3.** Larvas tratadas com 1,0% de nim 24 horas a 72 horas. **D-D3.** Larvas tratadas com 2,0% de nim 24 a 72 horas respectivamente. Mel: melanização. Pro: procutícula. Epi: epicutícula. * célula epidérmica. Bar=20 μ

Fonte: Autoria própria (2022).

4. CONCLUSÃO

As análises realizadas permitiram descrever a estrutura do tegumento de *D. saccharalis* sendo esta composta por a primeira camada denominada epicutícula, seguida da procutícula apoiadas por sua camada formadora as células epidérmicas. As alterações no tegumento do inseto decorrentes da perturbação causada pelo extrato oleoso de nim foram observadas como a perda da coesão celular, distanciamento das camadas celulares responsáveis pela constituição do tegumento, desestruturação das placas de quitina bem como o aumento da melanização cuticular. Essas alterações demonstram efetivamente a ação do extrato nas vias do inseto sendo um agente perturbador no ciclo de vida do inseto capaz de controlar ele.



REFERÊNCIAS

ASANO, T.; ASHIDA M. Cuticular pro-phenoloxidase of the silkworm, *Bombyx mori*. Purification and demonstration of its transport from hemolymph. **Journal of Biological Chemistry**, 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021925819345533>. Acessado em: 17 de setembro, 2022.

CRUZ, I. *et al.* New record of *Tetrastichus howardi* (Olliff) as a parasitoid of *Diatraea saccharalis* (Fabr.) on maize. **Scientia Agricola**, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/6rkzwrCTz6LGg88vmWzHnyc/?lang=en>. Acessado em: 17 de setembro, 2022.

DE ABREU, J. A. S.; ROVIDA, A. F. D. S.; CONTE, H. Controle Biológico Por Insetos Parasitoides Em Culturas Agrícolas No Brasil: REVISÃO DE LITERATURA. **Uningá Review**, v. 22, n. 2, 2015. Disponível em: <https://revista.uninga.br/uningareviews/article/view/1626>. Acessado em: 17 de setembro, 2022.

PEREIRA DA COSTA, V. *et al.* A. Influência da infestação de *Diatraea saccharalis* (Fabr.) Sobre parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar. **Bragantia**, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/H5PSdVgRLstKtBGdTLwptFR/?lang=pt>. Acessado em: 17 de setembro, 2022.

ELIAS-NETO, M. **Morfogênese do tegumento de *Apis mellifera*: construindo o exoesqueleto adulto**. Ribeirão Preto, 2008; p. 70 Dissertação de mestrado, apresentada a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração Biologia Comparada. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59139/tde-07042008-194215/pt-br.php>. Acessado em: 28 de agosto, 2022.

GILLOTT, C. **Entomology**. 2.ed. New York: Plenum Press, 1995. Disponível em: (PDF) Entomology 3ed - Gillott | Fábio Lopes Corrêa da Silva <<https://www.academia.edu>>. Acessado em: 17 de setembro, 2022.

HENSLEY, S. D.; HAMMOND A.H. Laboratory techniques for rearing the sugar cane borer on an artificial diet. **Journal of Economic Entomology**, 1968. Disponível em: <https://academic.oup.com/jee/article-abstract/61/6/1742/973108>. Acessado em: 15 de setembro, 2022.

HEPBURN, H.R. Structure of the integument. **Comprehensive Insect Physiology: Biochemistry and Pharmacology**, vol 3. Pergamon Press, Oxford.1985. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/1-4020-3183-1_11. Acessado em: 17 de setembro, 2022.

JUNQUEIRA, L.C.U.; JUNQUEIRA, L.M.M.S. **Técnicas básicas de citologia e histologia**. São Paulo: Santos., 1983.

OLIVEIRA, C.M. *et al.* Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture. **Crop Protection**, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026121941300269X>. Acessado em: 17 de setembro, 2022.



PARK, C. G. *et al.* Insecticidal and acetylcholinesterase inhibitory activities of Lamiaceae plant essential oils and their major components against *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). **Industrial Crops and Products**, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669016303922>. Acessado em: 22 de setembro, 2022.

PARRA, J.R.P. Biological control in Brazil: an overview. **Scientia Agricola**, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sa/a/ttFtM3FLW6BQZhMFcvJ5Vbx/?lang=en>. Acessado em: 11 de setembro, 2022.

RAEL, A. N.; RIEGER, A. Genotoxicidade do composto Azadiractina avaliado através do Ensaio Cometa utilizando *Danio rerio* (Hamilton 1822) como organismo teste. **Revista Jovens Pesquisadores**, 2017. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/jovenspesquisadores/article/view/9371>. Acessado em: 22 de setembro, 2022.

SCUDELER, E.L. *et al.* Cytotoxic effects of neem oil in the midgut of the predator *Ceraeochrysa claveri*. **Micron**, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26520254/>. Acessado em: 17 de setembro, 2022.

SINGH, A.; KAUR, J. The bioefficacy of crude extracts of *Azadirachta indica* (Meliaceae) on the survival and development of myiasis-causing larvae of *Chrysomya bezziana* (Diptera: Calliphoridae). **Trop Anim Health Pro**, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26494546>. Acessado em: 17 de setembro, 2022.

SOUZA, M.T.; SOUZA, TROMBIM, M.; ZAWADNEAK, M.A.C. Atividade larvicida do óleo essencial de *Rosmarinus officinalis* e seu composto majoritário contra *Drosophila suzukii*. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Brasil, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>. Acessado em: 22 de setembro, 2022.

TOMLIN, C.D.S. **The Pesticide Manual, Fourteenth ed.** BCPC Publisher, 2006. Disponível em <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20103110198>. Acessado em: 22 de setembro, 2022.



CAPÍTULO 2

INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO PREVENTIVA E CURATIVA DE *TRICHODERMA HARZIANUM* SOB *FUSARIUM* SP. *IN VITRO*

Caroline Rack Vier
Carlos Henrique Bini
Eliza Gralak
Joyceara Rocha

RESUMO

Presente na alimentação humana e animal, a cultura da soja conhecida cientificamente como *Glycine max* (L.) Merrill, apresenta produtividade crescente nos últimos anos. Sabe-se que a fitossanidade das lavouras é considerada como um dos principais limitantes para obter o sucesso na colheita. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência de isolados de *Trichoderma harzianum*, quando utilizados em diferentes concentrações em aplicações para tratamento preventivo e curativo sob o patógeno causador da fusariose na cultura da soja (*Fusarium solani f.sp glycines*) em condições *in vitro*. Utilizando o delineamento de blocos inteiramente casualizados (DIC) dispostos em quarenta unidades experimentais, foram avaliados os diâmetros das colônias e a porcentagem de inibição do desenvolvimento micelial do patógeno. Os resultados indicam que o controle biológico do patógeno avaliado é eficiente quando utilizado em aplicações preventivas e em dosagens indicadas pela indústria fornecedora. Para as aplicações curativas, não observa-se máxima eficiência no controle.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico. Fusariose. Fitopatógeno. Fungos.

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) pertencente à família *Fabaceae*, teve seu centro de origem no continente asiático, nas proximidades da China Antiga. Pode ser considerada uma das principais oleaginosas produzidas no país, além de ser opção como fonte de alimentação humana e animal, por conter de grande quantidade de óleo vegetal, proteínas, bem como vitaminas e minerais (ALVES *et al.*, 2008).

Segundo o relatório divulgado pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SEAB, 2022), na safra 2021/22 o estado do Paraná atingiu o rendimento médio superior para a cultura quando comparado com o ano anterior, aproximando-se de 2.100 kg ha⁻¹ implantados em 5,7 milhões de hectares.

O sucesso da colheita relaciona-se diretamente com planejamento da lavoura, sendo de suma importância levar em consideração fatores como época e densidade de plantio, controle de insetos pragas, plantas invasoras e patógenos, além de, um manejo adequado do solo. Estas tecnologias quando trabalhadas em conjunto de forma eficiente, asseguram maior sanidade das plantas cultivadas potencializando assim, a produção (AMORIM *et al.*, 2011).



Dentre os principais limitantes na produtividade, deve-se citar a incidência de doenças. Agentes causais como as bactérias, fungos, nematoides e vírus, podem ser responsáveis por comprometer o desenvolvimento de plantas podendo resultar em perdas na produtividade total de no mínimo 15 a 20% (EMBRAPA, 2013).

Segundo Trigiano *et al.* (2010), por não possuírem clorofila, os fungos não necessitam de luz para sobrevivência, dessa forma, grande parte desse grupo utiliza matéria orgânica para obter carbono, açúcares, lipídeos e aminoácidos fundamentais para o desenvolvimento. Quando há fonte de alimento concomitante a condições ambientais apropriadas, o crescimento fúngico é contínuo e devido a esse fator são considerados comprometedores para o desenvolvimento das plantas.

Os fungos fitopatogênicos estão entre os principais causadores de epidemias em diversas culturas, sendo diretamente responsáveis por prejuízos financeiros principalmente relacionados à redução da qualidade do alimento produzido e a queda na produtividade das lavouras (AMORIM *et al.*, 2011).

A fusariose trata-se de um fitopatologia causada pelo fungo *Fusarium solani f.sp glycines*, conhecida popularmente como podridão vermelha da raiz (PVR). Teve sua primeira incidência na safra de 1981/82 em Minas Gerais, mas encontra-se em grande parte das regiões produtoras (EMBRAPA, 2003).

Este fungo pode manter-se em dormência no solo por períodos superiores a oito anos na forma de clamidósporos, deixando este estado após a percepção de exsudatos liberados pelas raízes em desenvolvimento. Ocorre então o crescimento do tubo germinativo, o qual penetra a rizosfera do hospedeiro dando início a colonização sobre o tecido do vegetal (AMORIM *et al.*, 2011).

Durante o desenvolvimento das estruturas do patógeno, a planta ativa mecanismos de defesa criando estruturas de barreira que resultam na obstrução do fluxo da seiva e conseqüentemente, observa-se sintomas de murcha (FARIAS NETO *et al.*, 2008).

A sintomatologia engloba inicialmente manchas avermelhadas no sistema radicular nas proximidades da superfície, podendo evoluir para haste a centímetros acima do solo e nesta área apresentar coloração castanho-clara. Posteriormente, observa-se na parte aérea o sintoma conhecido como “folha carijó” caracterizado pelo amarelecimento precoce do limbo foliar podendo evoluir para necrose entre as nervuras (EMBRAPA, 2013).



A disseminação pode ocorrer através de sementes contaminadas ou até mesmo, pelo transporte do solo com presença do patógeno pela água, maquinários ou por seres vivos. A presença de matéria orgânica no solo instiga o desenvolvimento de suas estruturas (FARIAS NETO *et al.*, 2008).

Na ausência de cultivares resistentes a esta doença, como alternativa para um melhor manejo recomenda-se evitar semeadura em solos compactados e mal drenados associados a fertilidade desequilibrada. Temperaturas entre 25°C e 32°C e altas taxas de umidade, favorecem o desenvolvimento do fitopatógeno (EMBRAPA, 2013).

Em solos com alta concentração de *Fusarium*, indica-se intensificar o sistema de rotação de culturas. Além disso, sistemas de monitoramento de áreas favorecem a redução de prejuízos acarretados pela infecção (BACCHI *et al.*, 2001).

Segundo Amorim *et al.* (2011), o tratamento do solo e de sementes através de produtos químicos minimizam significativamente os danos. Além disso, o controle biológico realizado através de organismos antagônicos sendo eles de origem fúngica ou bacteriana, pode ser citado como uma forma eficiente na redução da incidência dos patógenos de solo.

O controle biológico através de isolados de *Trichoderma sp.* pode ser considerado de alta eficiência. No Brasil, o estudo pioneiro envolvendo este microrganismo ocorreu no ano de 1950, quando Foster observou a inativação do vírus do mosaico do fumo (TMV) após o uso de produtos com presença deste fungo. Atualmente, as pesquisas envolvendo esta tecnologia de controle é crescente e seu uso tem se intensificado por apresentar-se efetivo sob diferentes patógenos de solo, como *Fusarium sp.*, *Rhizoctonia solani* e *Sclerotinia sclerotiorum* (EMBRAPA, 2009).

Tratam-se de fungos antagonistas de vida livre com fácil desenvolvimento os quais apresentam mecanismos de ação baseados em competição, parasitismo e antibiose resultando na redução nos danos causados pelo fitopatógenos, aumentando assim o estande de plantas em áreas contaminadas (EMBRAPA, 2009).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo de avaliar a eficiência de diferentes concentrações de isolados de *Trichoderma harzianum* quando utilizados como tratamento preventivo e curativo sob o patógeno causador da fusariose em condições *in vitro*.



2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no laboratório de microbiologia disponibilizado pelo Centro Universitário Campo Real, localizado na cidade de Guarapuava – Paraná. Foi iniciado após o isolamento do *Fusarium solani f.sp glycines* no dia 20 de fevereiro de 2020 e, a instalação do experimento ocorreu no dia 06 de março de 2020 finalizando em 23 de março de 2020.

Para a obtenção de coleção fúngica pura do patógeno, no dia 20 de fevereiro de 2020 coletou-se de forma aleatória vinte plantas de soja da variedade TMG 7062 às quais apresentavam sintomas visíveis de fusariose, sendo dispostas em caixa térmica para posterior isolamento. Em laboratório, foram selecionadas dez plantas que apresentavam maior desenvolvimento fúngico nas proximidades das raízes, estas, foram direcionadas à câmara de fluxo e com auxílio de pinça esterilizada ocorreu a coleta do micélio o qual foi transferido para cinco placas de Petri com meio de cultura estéril composto por BDA (Batata-Dextrose-Ágar), em seguida levadas para incubadora a 28°C.

No dia 23 de fevereiro de 2020, completando três dias de inoculação do fungo fitopatogênico, foi possível observar o desenvolvimento inicial do micélio, contudo, as placas foram mantidas em incubação por sete dias a fim de potencializar o desenvolvimento da colônia em massa e facilitar a separação de possíveis outros organismos vivos presentes no meio.

No dia 28 de fevereiro de 2020, foi realizado a primeira replicação das colônias em cinco novas placas. Com auxílio de alça de transferência esterilizada, coletou-se pequenas porções de meio de cultura das placas incubadas inicialmente, onde o desenvolvimento do patógeno de interesse encontrava-se acelerado, além de, apresentar menores níveis contaminações de outros organismos. Posteriormente, foram transferidas para as placas contendo meio de cultura BDA dispendo em três pontos de inóculo, e encaminhadas para incubadora a 28°C por sete dias.

Após este período, no dia 05 de março de 2020, ocorreu uma nova replicação das colônias em outras dez placas visando obter culturas puras do fungo patogênico mantendo-as totalmente livre de outros microrganismos, para isso, fez-se o uso da forma mecânica de purificação citada pela Embrapa (1993), técnica nomeada como método de estria em placa.

Este procedimento ocorre no interior da câmara de fluxo, e consiste em depositar a mistura de esporos em um lado da placa estriando para cima e para baixo com auxílio de alça de transferência esterilizada sobre a superfície evitando perfurações. Após o depósito uniforme dos esporos, retira-se a alça e a esteriliza na chama da lamparina, fazendo em seguida uma



segunda estria da mesma forma que anteriormente em ângulo perpendicular. O processo se repete pela terceira vez, a fim de formar uma nova linha com menor presença de esporos em relação a primeira. Para potencializar a purificação da cultura, pode ser realizado a quarta etapa, nesta, faz-se importante evitar contato com as primeiras linhas dispostas na placa. Posterior a transferência do micélio, as placas foram direcionadas para a incubadora com temperatura de 28°C.

Após sete dias, o desenvolvimento micelial obtido não apresentou contaminação sendo considerado como cultura pura de *Fusarium solani f.sp glycines*, classificado de acordo com suas características estruturais.

Tendo o isolamento do patógeno efetivado, ocorreu a montagem do experimento utilizando delineamento de blocos inteiramente casualizados (DIC) com objetivo de testar a eficiência do controle biológico através de isolado de *Trichoderma harzianum* em condições preventivas e curativas, sob o desenvolvimento micelial do patógeno em condições *in vitro*. Ambos, foram avaliados após 72 horas de inoculação do fungo patogênico.

No dia 12 de março de 2020, foi implantado o teste para o controle biológico composto por cinco repetições e quatro tratamentos (Tabela 1), os quais foram dispostos em vinte placas destinadas para observação do controle preventivo e vinte do curativo, totalizando assim quarenta unidades experimentais. A transferência do fungo fitopatogênico se deu através da coleta do micélio, inoculando-o nas placas com os diferentes tratamentos.

No controle biológico preventivo, para a composição do meio de cultura foram dissolvidos em 150ml de BDA diferentes concentrações de isolados de *Trichoderma harzianum* com 1×10^{10} unidades formadoras de colônia (UFC).

Antecedendo a incubação obteve-se a solidificação do meio em temperatura ambiente, e posteriormente realizou-se quatro pontos de inóculo do patógeno em cada placa de Petri. Assim, procurou-se observar quais efeitos o fungo benéfico exerce sob o desenvolvimento inicial do patógeno quando aplicado em diferentes concentrações.

Para o desenvolvimento do teste de controle biológico curativo, inicialmente houve a transferência do patógeno em quatro pontos de inóculo em cada placa, em seguida, estas foram encaminhadas à incubadora por sete dias à 28°C a fim de induzir o desenvolvimento micelial anterior à aplicação das diferentes concentrações do produto. Procurando desta forma, observar a influência exercida por *T. harzianum* quando aplicado após o estabelecimento do patógeno.



Tabela 1: Concentrações do isolado de *Trichoderma harzianum* utilizado no teste de controle biológico curativo e preventivo.

TRATAMENTO	CONCENTRAÇÃO
T1	TESTEMUNHA
T2	0,037g
T3	0,075g
T4	0,15g

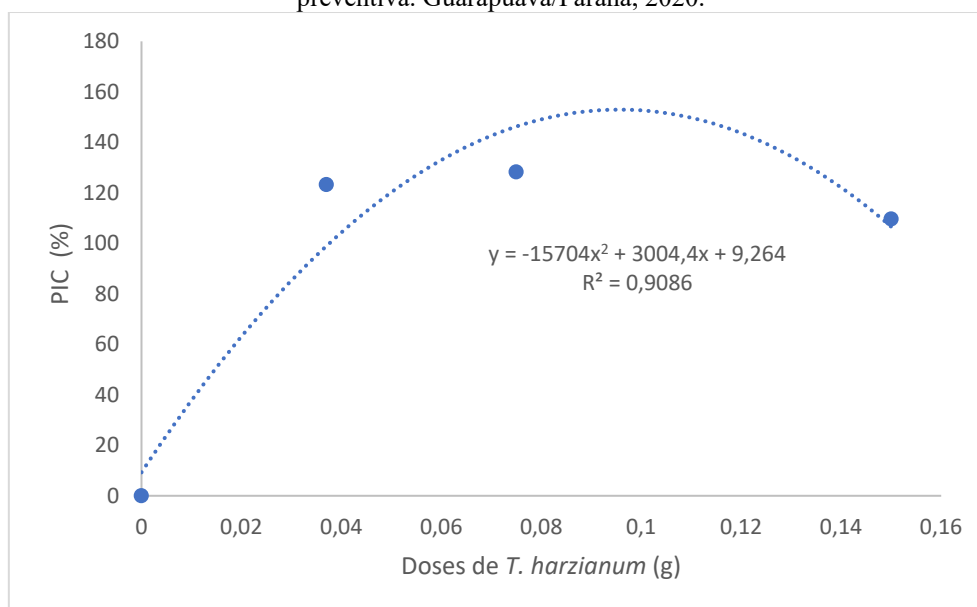
Fonte: Autoria própria (2020).

As variáveis que foram analisadas a partir do presente trabalho, permitiram o conhecimento dos diâmetros das colônias possibilitando o cálculo da porcentagem de inibição de crescimento micelial (PIC) do patógeno, quando submetidos a diferentes concentrações de isolados de *Trichoderma harzianum* aplicados na forma preventiva e curativa. Os dados coletados foram submetidos a análise de regressão com auxílio do Excel.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O efeito inibitório proveniente da aplicação preventiva de isolados de *Trichoderma harzianum* sobre o crescimento micelial do fungo *Fusarium solani f.sp glycines* pode ser observado na Figura 1.

Figura 1: Porcentagem de inibição de crescimento micelial (PIC) do fungo *Fusarium solani f.sp glycines* expostos a tratamentos com diferentes concentrações de isolados de *Trichoderma harzianum* em aplicação preventiva. Guarapuava/Paraná, 2020.



Fonte: Autoria própria (2020).

Através da análise obtida com auxílio do gráfico de regressão, foi possível observar a influência exercida pelo agente biológico no controle do fitopatógeno quando utilizado de forma preventiva. Como resultado, pode-se citar que a concentração de 0,075g a qual



corresponde ao tratamento 3, apresentou resultados satisfatórios quando comparados aos demais.

Resultado semelhante ao obtido por Nozaki *et al.* (2018), ao avaliar a eficiência deste fungo antagonista sob o controle de *Alternaria solani*, sendo considerado eficiente no controle biológico preventivo desta patologia, podendo apresentar inibição do desenvolvimento fúngico superior a 65%.

O segundo tratamento correspondeu a uma subdosagem, sendo a concentração de 0,037g de *T. harzianum*, esta apresentou influência significativa sob o patógeno sendo considerado satisfatório em relação a testemunha. Enquanto, o tratamento 4 sendo este na concentração de 0,15g apresentou nível de controle do desenvolvimento micelial, porém, com menor influência sob o fungo patogênico quando comparado com os tratamentos de dosagens menores.

Em relação ao controle preventivo, aplicações que apresentaram melhor controle do desenvolvimento do *Fusarium solani f.sp glycines* mostra-se no tratamento 3, o qual obteve porcentagem de inibição de crescimento micelial (PIC) de 128%, quando utilizado em dosagens indicadas pela indústria fornecedora.

O uso de *Trichoderma sp.* como controle biológico preventivo, pode ser considerado eficiente na interrupção do desenvolvimento de diferentes patógenos. Assim como, pode-se observar no trabalho desenvolvido por Nurbailis *et al.* (2019), no qual os metabólitos secundários provenientes de colônias de *Trichoderma sp.* foram relacionados ao controle do crescimento de *Colletotrichum gloeosporioides* patógeno causador de antracnose na cultura do pimentão, atingindo nas condições testadas, níveis de controle superiores a 70%.

Bem como, o uso deste microrganismo no biocontrole de *Fusarium oxysporum f. sp. phaseoli*, responsável pela murcha de fusarium em feijoeiro, pode ser considerado eficiente quando utilizado para o tratamento de sementes e/ou nas aplicações em sulco de plantio reduzindo o nível de prejuízos ao final do ciclo da cultura. Resultado obtido devido a adaptabilidade ecológica observada neste antagonista, obtendo além da eficiente interação planta-microrganismo, maior tempo de sobrevivência no solo (CARVALHO *et al.*, 2015).

É possível observar o crescimento diminuto das colônias do fitopatógeno quando dispostas ao agente biológico em dosagens próximas das recomendações da indústria fornecedora, sendo estas o tratamento 2 e 3. Porém, o fungo agente causador da fusariose apresenta-se estabelecido quando ocorre o aumento da dosagem (Figura 2).



Figura 2: Comparativo do tratamento biológico preventivo com diferentes dosagens de *Trichoderma harzianum*, após 72 horas de incubação do patógeno. Guarapuava - Paraná, 2020.



Fonte: Autoria própria (2020).

O tratamento 3 obteve como média do diâmetro das colônias do fungo fitopatogênico igual a 0,01 cm, sendo este considerado a melhor concentração nas condições testadas. Médias de 0,075 cm e 0,25 cm foram obtidas nos tratamentos 2 e 4 consecutivamente, mostrando assim, um menor controle nestas dosagens. Enquanto a testemunha apresentou média igual a 1,29 cm (Figura 3).

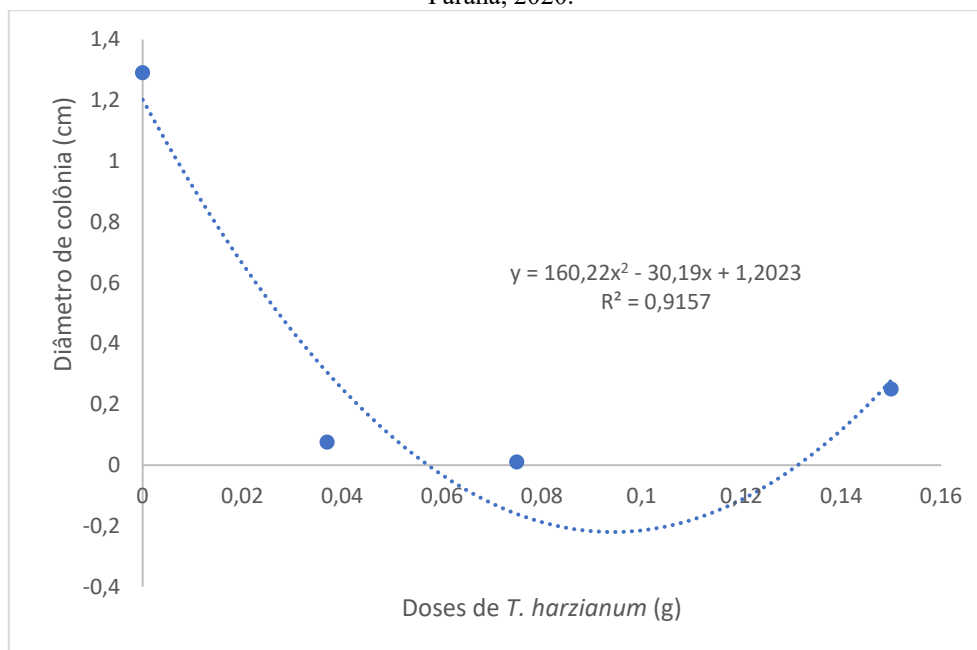
Resultado semelhantes foram obtidos por Ethur *et al.* (2008), onde o de *T. harzianum* promoveu controle de patogenicidades promovidas pelo gênero *Fusarium*, sendo considerado em alguns casos o controle biológico tão efetivo sob o desenvolvimento de fungos de solo quanto ao controle por meio de químicos.

Segundo Datnoff *et al.* (1995), quando ocorre a aplicação preventiva de *Trichoderma harzianum* no solo têm-se a proteção da planta contra a podridão da raiz, pois, o estágio onde o *Fusarium* encontra-se mais sensível e com menor eficiência nos mecanismos de defesa ocorre durante a germinação de suas estruturas, as quais são denominadas clamidósporos.

No trabalho desenvolvido por Ethur *et al.* (2008), o maior controle de fusariose através da aplicação de *T. harzianum* na cultura do Tomate, ocorreu em doses de 0,5g sendo esta, indicada pelo fornecedor. Nos tratamentos classificados como superdosagem, apresentaram maior incidência do patógeno, corroborando os resultados obtidos no presente trabalho (Figura 3).



Figura 3: Média do diâmetro das colônias de *Fusarium solani f.sp glycines* quando dispostas em tratamentos com diferentes concentrações de isolados de *Trichoderma harzianum* em aplicação preventiva. Guarapuava - Paraná, 2020.



Fonte: Autoria própria (2020).

Segundo Lucon *et al.* (2014), para sucesso do controle é de extrema importância seguir as recomendações nas dosagens a serem aplicadas, pois, tratamentos com agentes biológicos diferentemente dos produtos químicos tem o resultado obtido através da capacidade de ação que a linhagem do *Trichoderma* possui, ou seja, não é determinado pela quantidade de princípio ativo.

Para Datnoff *et al.* (1995), quando ocorre a adição do excesso de um fator como o agente biológico, existe a possível variação na eficiência do produto podendo diminuir ou até mesmo anular o efeito antagonista do mesmo.

O mecanismo de ação existente nestes fungos pode ser variado, podendo ocorrer através de competição por espaço e nutrientes, indução de resistência, produção de metabólitos, micoparasitismo e antibiose. E, estes mecanismos podem ser usados em conjunto pelas linhagens de *Trichoderma* (PEREIRA, 2009).

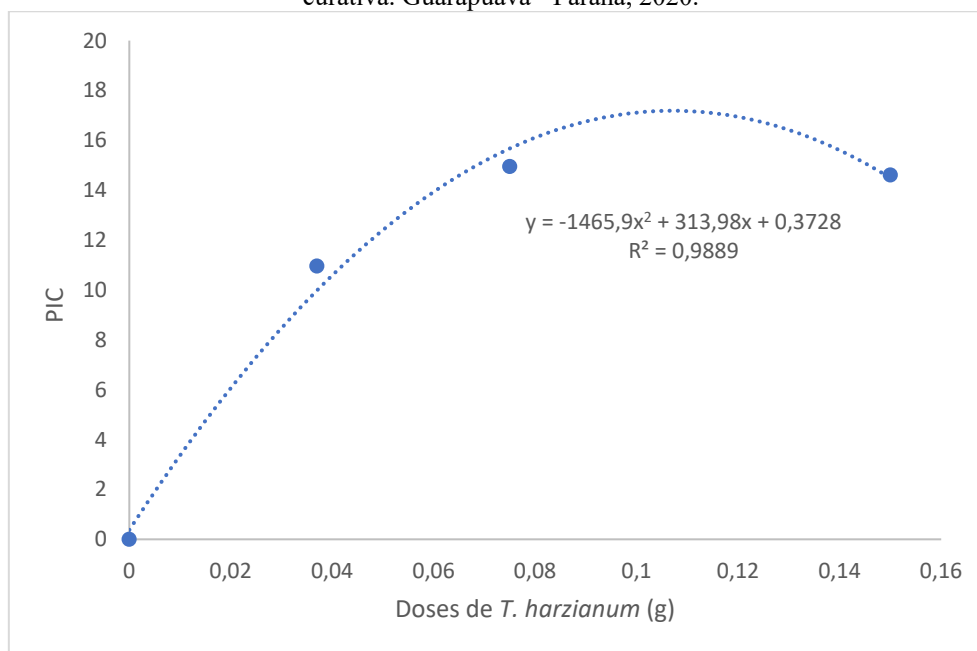
Acredita-se que existe a produção de metabólitos pelo antagonista capaz de inibir o crescimento dos fitopatógenos, como o *Fusarium*. Quando o *Trichoderma* está estabelecido no meio e detecta o desenvolvimento de outros fungos, inicia-se o processo de formação dos apressórios sobre a hifa do patógeno e, onde este se prende são formados orifícios que facilitam a entrada no lúmen do fungo alvo. Os fungos benéficos podem produzir inúmeras enzimas responsáveis por degradar a parede celular do patógeno, resultando no parasitismo do mesmo



(PEREIRA, 2009). Segundo Milanesi *et al.* (2013), esses metabólitos são conhecidos como enzimas líticas extracelulares, o que os tornam uma excelente opção de antagonista.

Em contra partida, quando fala-se do uso de *Trichoderma harzianum* como método de controle curativo para fungos fitopatogênicos de solo como *Fusarium solani f.sp glycines*, podem não apresentar eficiência máxima (Figura 4).

Figura 4: Porcentagem de inibição de crescimento micelial (PIC) do fungo *Fusarium solani f.sp glycines* expostos a tratamentos com diferentes concentrações de isolados de *Trichoderma harzianum* em aplicação curativa. Guarapuava - Paraná, 2020.



Fonte: Autoria própria (2020).

Quando ocorre a aplicação de *T. harzianum* com intuito de realizar o controle curativo de *Fusarium solani f.sp glycines*, o agente biológico pode não apresentar-se como boa alternativa. É possível observar que as aplicações de diferentes dosagens, obtiveram porcentagem de inibição do crescimento micelial reduzida, sendo esta, aproximada de 10% no tratamento 2, apresentando-se crescente nos tratamentos 3 e 4 com controle de 15% e 14% do crescimento micelial consecutivamente, como pode-se observar na Figura 4.

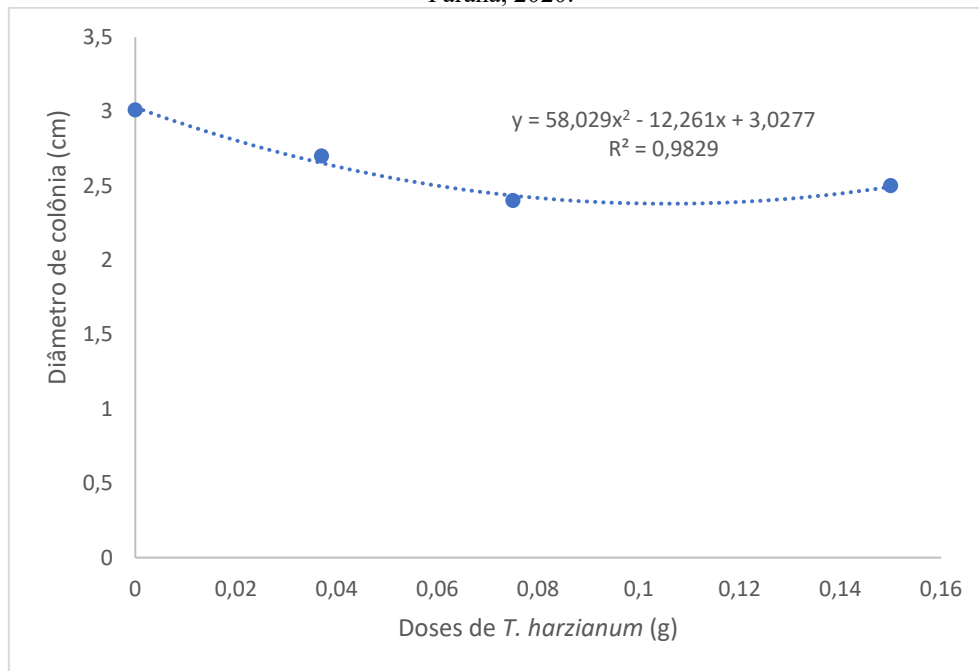
Neste caso, o diâmetro das colônias mostrou-se menor quando submetido em maiores doses do produto biológico. Sendo considerada a maior influência do *Trichoderma harzianum* no controle curativo quando dispostos nos tratamentos 3 e 4, os quais apresentaram média de 2,4 cm e 2,5 cm (Figura 5). Porém, não há máxima eficiência no controle do patógeno nas condições testadas, sendo assim, os resultados não são considerados satisfatórios.

Segundo Lucon *et al.* (2014), o controle biológico com *Trichoderma* após o estabelecimento do fungo fitopatogênico no solo, deve ser usado apenas quando há interesse na



redução da incidência do mesmo na próxima safra. Pois, este produto é considerado como uma opção antagonista apresentando maior eficiência no controle do fungo causador da fusariose apenas quando a aplicação ocorre com o intuito preventivo.

Figura 5: Média do diâmetro das colônias de *Fusarium solani f.sp glycines* quando dispostas em tratamentos com diferentes concentrações de isolados de *Trichoderma harzianum* em aplicação curativa. Guarapuava - Paraná, 2020.

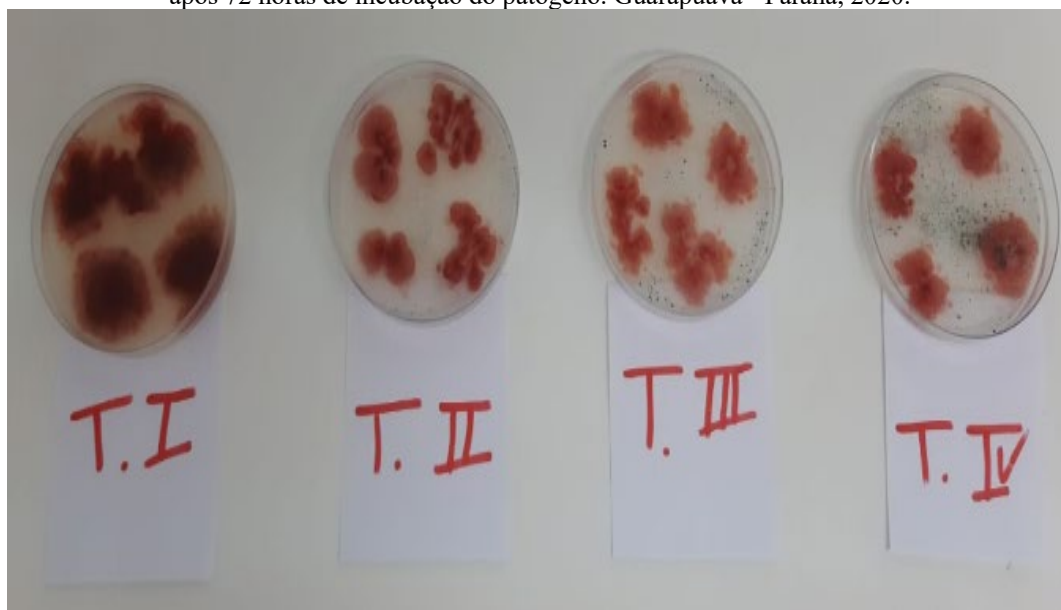


Fonte: Autoria própria (2020).

Observa-se na Figura 6, que em comparativo com a testemunha houve um menor desenvolvimento da colônia de *Fusarium* nos tratamentos 3 e 4, estes, dispostos em dosagens correspondentes a 0,075g e 0,15g de modo consecutivo. Nestes tratamentos, também é possível observar em maiores índices o estabelecimento inicial do fungo benéfico o qual apresenta coloração esverdeada. Em contra partida, no tratamento 2, nota-se o estabelecimento das colônias do fitopatógeno, além de, não apresentar redução significativa do desenvolvimento micelial. Os resultados para controle curativo do fungo patogênico avaliado, nestas condições, não se apresentaram significativos.



Figura 6: Comparativo do tratamento biológico curativo com diferentes dosagens de *Trichoderma harzianum*, após 72 horas de incubação do patógeno. Guarapuava - Paraná, 2020.



Fonte: Autoria própria (2020).

Segundo Pereira (2009), os metabólitos produzidos pelo antagonista são capazes de inibir o desenvolvimento de patógenos como o *Fusarium*, quando o organismo de controle biológico encontra-se estabelecido durante o desenvolvimento inicial do fungo alvo devido aos de mecanismos de ação de ambos microrganismos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de isolados *Trichoderma harzianum* pode ser considerado como alternativa eficiente para o manejo integrado da furasiose na cultura da soja. Observa-se influência significativa do controle biológico sob o patógeno quando utilizado em aplicações preventivas concomitante a dosagens recomendadas pela indústria fabricante, reação favorecida pelo potencial competitivo, micoparasitismo, antibiose e produção de metabólitos. Ademais, em contraste com outros trabalhos realizado acerca do uso deste fungo antagonista, pode-se observar a ação do mesmo responsável pela inibição do desenvolvimento de outros patógenos, considerando assim, práticas de aplicações preventivas eficientes e resultantes em redução de possíveis danos oriundos da infecção. Contudo, os tratamentos não mostram-se satisfatórios quando utilizados em aplicações curativas.



REFERÊNCIAS

ALVES, E. R. A.; CONTINI, E.; GASQUES, J. G. Evolução da produção e produtividade da agricultura brasileira. 2008. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; Silva, A. G. (Ed.). **Agricultura tropical. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica**, v. 1, p. 67-100. Disponível em: < <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1061204>>. Acesso em: 15 fev 2023.

AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; FILHO BERGAMIN, A. **MANUAL DE FITOPATOLOGIA**. 4. ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2011. p. 704

BACCHI, L. M. A.; GOULART, A. C. P.; DEGRANDE, P. Doenças no solo. **Revista Cultivar**. 3 ed, n.35, p. 19-24, 2001. Disponível em:< <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/doencas-no-solo>>. Acesso em: 03 mar 2020.

CARVALHO, D. D. C. *et al.* Biological control of Fusarium wilt on common beans by infurrow of *Trichoderma harzianum*. **Tropical Plant Pathology**, v. 40, p. 375-381, 2015. Disponível em:< <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/136580/1/tpp.pdf>>. Acesso em: 10 fev 2023.

DATNOFF, L.E.; NEMEC, S.; PERNEZNY, K. BIOLOGICAL CONTROL OF FUSARIUM CROWN AND ROOT ROT OF TOMATO IN FLORIDA USING *TRICHODERMA HARZIANUM* AND *GLOMUS INTRARADICES*. **The American Phytopathological society**. v.106, n.12, p. 427-431,1995. Disponível em:< <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964485710511>>. Acesso em: 10 dez 2022.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de Produção de Soja – Paraná 2004**. 1 ed. Paraná: Embrapa Soja, 2003. p. 218 Disponível em:< <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54361/1/Sistemas-de-Producao-3.pdf>>. Acesso em: 22 fev 2023.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Técnicas de produção de soja- Região Central do Brasil 2014**. 1. ed. Paraná: Embrapa Soja, 2013. p. 265 Disponível em:< <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95489/1/SP-16-online.pdf>>. Acesso em 20 fev 2023.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1993. Manual para laboratório de Fitopatologia. Disponível em:< <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/815639/1/CNPTDOCUMENTOS6MANUALPARALABORATORIODEFITOPATOLOGIALV200801273.pdf>>. Acesso em: 09 mar 2020.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2009. Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. Disponível em:< http://www.faesb.edu.br/biblioteca/wp-content/uploads/2017/09/livro_biocontrole1.pdf#page=235>. Acesso em: 04 mar 2020.

ETHUR, L.Z.; BLUME, E.; MUNIZ, M.F.B.; CAMARGO,R.F.; FLORES, M.G.V.; CRUZ;J.L.G.; MENEZES,J.P. *Trichoderma harzianum* no desenvolvimento e na proteção de mudas contra a fusariose do tomateiro. **Revista Ciência e Natura - UFSM**. v. 30, n.2, p. 57-70, 2008. Disponível em:< <https://core.ac.uk/download/pdf/270301081.pdf>>. Acesso em: 10 dez 2022.



FARIAS NETO, A. L. de. *et al.* Podridão vermelha de raiz (*Fusarium solani*) e mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) na cultura da soja. **Embrapa Cerrados**, DF- Brasília. 2008. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/570687/podridao-vermelha-da-raiz-fusarium-solani-e-mofo-branco-sclerotinia-sclerotiorum-na-cultura-da-soja>>. Acesso em 22 fev 2023.

LUCON, C. M. M.; CHAVES, A. L. R.; BACILIERI, S. **Trichoderma: o que é, para que serve e como usar corretamente na lavoura**. 1. ed. São Paulo: Instituto Biológico, 2014. p. 27 Disponível em:< <http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/files/pdf/cartilhas/trichoderma.pdf>>. Acesso em: 05 dez 2022.

MILANESI, P. M. *et al.* Biocontrole de *Fusarium sp.* com *Trichoderma sp.* e promoção de crescimento de plântulas de soja. **Revista Semina Ciências Agrárias**. v. 36, n. 3, p. 3219-3234, 2013. Disponível em:< <https://revistas.rcaap.pt/index.php/rca/article/view/16319>>. Acesso em: 20 fev 2023.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAZ, A. L. **Soja: Fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. 1 ed. Porto Alegre: Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. p. 31

NOZAKI, M. H. de. *et al.* Controle *in vitro* de *Alternaria solani* por diferentes isolados de *Trichoderma spp.* **Rev. Cultivando o saber**, v. 11, n. 4, p. 9-16, 2018. Disponível em:< <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/881>>. Acesso em: 20 fev 2023.

NURBAILIS, D. A.; RAHMAM, H.; LISWARNI, Y. Potential of culture filtrate from *Trichoderma spp.* as biofungicide to *Colletotrichum gleosporioides* causing anthracnose disease in chili. **Biodiversitas**, v. 20, n. 10, p. 2915-2920, 2019. Disponível em:< <https://smujo.id/biodiv/article/view/4274>>. Acesso em: 10 dez 2023.

PEREIRA, C. O. F. **Estudo da patogenicidade e controle biológico de *Fusarium sp.* com *Trichoderma sp.*** Dissertação de Pós-Graduação. Universidade Federal de Caxias do Sul, Caxias do Sul - PR, 2009. p. 74

SEAB, Secretaria da Agricultura e Abastecimento. **AGRICULTURA E ABASTECIMENTO: O PARANÁ DEVE PRODUZIR 24,1 MILHÕES DE TONELADAS DE GRÃOS**. 2022. Disponível em:< https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2022-12/pss_2122_2022_12_19.pdf>. Acesso em: 21 dez 2022.

TRIGIANO, R. N.; WINDHAM, M. T.; WINDHAM, A. S. **Fitopatologia: Conceitos e Exercícios de Laboratório**. 2. ed. São Paulo: Editora ARTMED, 2010. p. 576



CAPÍTULO 3

CONDICIONANTES DA DISPOSIÇÃO A PAGAR POR ALIMENTOS: UMA ANÁLISE PELA REVISÃO DE LITERATURA

Jordana Ribeiro Gomes
Lucas Ribeiro

RESUMO

Este capítulo originou-se por estudos realizados durante o mestrado dos autores, que teve como objeto a disposição a pagar (DAP), delimitado na disposição que os consumidores tem a pagar por determinados alimentos. Considerando uma revisão de literatura no *Google Academic e Scielo*, tendo como achados 10 artigos, foi realizada uma descrição e análise dos mesmos para alcançar o objetivo geral do artigo que foi apresentar os condicionantes da disposição a pagar por alimentos.

PALAVRAS-CHAVE: Condicionantes. Disposição a pagar. Alimentos.

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo trata da disposição a pagar (DAP), delimitado da disposição que os consumidores tem pagar por determinados alimentos. Desta forma, o objetivo do artigo foi apresentar os condicionantes da disposição a pagar por alimentos, considerando a realização da revisão de literatura, em 10 artigos.

De acordo com Donário e Santos (2015), o conceito econômico de utilidade foi desenvolvido por uma corrente de autores dos nos séculos XVII e XVIII que incluiu Bernoulli, Bentham e Stuart Mill. Segundo esta corrente, as pessoas buscam potencializar o próprio prazer e a satisfação em detrimento de sentimentos negativos. Na abordagem utilitária, tem-se por hipótese que os indivíduos sabem o que querem e compreendem que precisam fazer escolhas, tendo em vista as restrições impostas pela escassez (DONÁRIO; SANTOS, 2015).

Esta vertente do conhecimento define a função utilidade fiel ao conjunto de preferências de um indivíduo pelos bens disponíveis na economia. Tais preferências representam os gostos e prioridades do consumidor, e, junto às variáveis de preços e de renda, determinam as escolhas por ele efetuadas (ELIAS, 2013). A partir do cálculo da utilidade marginal de um bem também é possível obter sua Disposição a Pagar. Como o consumidor está sujeito a uma restrição orçamentária, a DAP representa o valor máximo para o qual ele está disposto a abrir mão em troca do bem (DONÁRIO; SANTOS, 2015).

No que tange os estudos empíricos de Disposição a pagar o pesquisador McFadden (1973) foi um dos pioneiros. O autor defende a dificuldade de medir empiricamente as escolhas



dos consumidores, visto que as escolhas não são tão evidentes diretamente e representam variáveis puramente qualitativas. Todavia, o autor defende que é exequível fazer certas hipóteses e colher uma amostra representativa do grupo de pessoas estudadas, resultando em conclusões robustas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A revisão de literatura possibilitou encontrar 10 artigos que tratavam da disposição a pagar por algum tipo de alimento. Esses artigos estão dispostos no Quadro 1, classificados por ano, título, autores e país do objeto da pesquisa. Após a descrição será apresentada uma síntese de cada trabalho abordando tema, objetivo, método e corpo teórico.

Quadro 1: Descrição dos trabalhos.

ANO	TÍTULO	AUTORES	PAÍS DO OBJETO PESQUISA
2007	Organic food product purchase behaviour: a pilot study for urban consumers in the South of Italy	GRACIA ROYO, Azucena; MAGISTRIS, Tiziana de	Itália (Nápoles)
2013	Consumer Willingness to Pay a Premium for Organic Fruit and Vegetable in Ghana	OWUSU, Anifori Michael; OWUSU, Victor	Ghana (Kumasi)
2015	How Much Do Consumers Value PDO Certifications? Estimates of WTP for PDO Dry-Cured Ham in Italy	GARAVAGLIA, Christian; MARIANI, Paolo	Itália (Monza e Parma)
2018	Consumer willingness to pay for Tennessee certified beef	MERRITT, Meagan G., DELONG, Karen Lewis, GRIFFITH, Andrew P., JENSEN Kimberly L.	US (Tennessee)
2018	Marketing Channels for Local Food	PRINTEZIS, Iryna.; GREBITUS, Carola	US (Flórida)
2018	Is the Natural Label Misleading? Examining Consumer Preferences for Natural Beef	SYRENGELAS, Konstantinos, DELONG, Karen, GREBITUS, Carola, NAYGA, Rodolfo	US
2019	International honey laundering and consumer willingness to pay a premium for local honey: an experimental study	RITTEN, Chian Jones, THUNSTROM, Linda, EHMKE, Mariah, BEIERMANN, Jenny e MCLEOD, Donald	Austrália
2019	Estimating restaurant willingness to pay for local beef	MCKAY, Lettie C, DELONG, Karen L., JENSEN, Kimberly L., GRIFFITH Andrew P., BOYER Christopher N., LAMBERT Dayton M	US (Tennessee)
2020	Assessing consumer willingness to pay for Arctic food products C.	YANG, Yang; HOBBS, Jill E.; NATCHER, David	Canadá
2022	Meta-analysis of consumers' willingness to pay for sustainable food products	LI, Shanshan; KALLAS, Zein	Espanha

Fonte: Dados da pesquisa (2022).



A pesquisa de Gracia Royo e Magistris (2007), tratou da disposição a pagar em relação a comida orgânica, no sul da Itália, na região urbana. O objetivo da pesquisa foi examinar o comportamento de compra dos consumidores de alimentos orgânicos, com olhar investigativo aos motivos que influenciam a compra destes alimentos. Além conhecer a desejo de compra bem como, nível de conhecimento dos produtos pelos habitantes de Nápoles.

A pesquisa valeu-se de um modelo multivariado de variáveis dependentes limitadas, pois o foco era estudar, ao mesmo tempo, as compras deste gênero de alimentos, assim como a compra e o nível de conhecimento do orgânico. Assim, a pesquisa utilizou dados de 200 consumidores de Nápoles, de outra pesquisa realizada em 2003. A cidade foi eleita para pesquisa, pois representa 30% da população de toda a região e também pelo fato que os indicadores econômicos, (gasto médio em produtos alimentícios (23%), renda média (1.868 €) revelando que as qualidades demográficas assemelham com os indicadores econômicos do sul da Itália.

As autoras se pautaram Von Alvesleben (1997), Bigné (1997), Ajzen e Fishbein (1980), Jolly (1991), Misra *et al.* (1991), Ott (1991), Govindasamy e Italia (1998); Sanchez *et al.* (1998), Boccaletti e Nardella (2000), Gil *et al.* (2000), Loureiro e Hine (2002), Millock *et al.* (2002), Sanjuan *et al.* (2002), Soler *et al.* (2002), Corsi e Novelli (2003), Brugarolas *et al.* (2005), Canavari *et al.* (2005), Batte *et al.* (2007).

A pesquisa de Owusu e Owusu (2013), abordou a disposição a pagar um valor maior para melancia e alface orgânica em relação aos produtos convencionais correspondentes na metrópole Kumasi em Ghana. Também auxilia a literatura científica sobre as preferências dos consumidores por alimentos orgânicos na África.

A metodologia utilizada que os estudos em Ghana foi a avaliação de contingente estimando a disposição do consumidor a pagar um preço *premium*, com modelo *Tobit* bivariado. Os dados advêm de uma outra pesquisa realizada em 2008 através de entrevistas com uma amostra de 429 consumidores, na metrópole Kumasi.

O corpo teórico elencado pelos autores Owusu e Owusu (2013), foram: Nouhoheflin *et al.* (2004), Norman (2007), Hole *et al.* (2005), Dabbert (2006), Misra *et al.* (1991), Boccaletti e Nardella (2000), Gil *et al.* (2000), Krystallis e Chrysohoidis (2005), Wang e Sun (2003), Stolz *et al.* (2011), Wang e Sun (2003), Stolz *et al.* (2011), Darby *et al.* (2008), Hammitt (2000), Williams e Hammitt (2001), Liu *et al.* (2009), Batte *et al.* (2007).



A pesquisa de Garavaglia, Mariani (2015), tratou da valorização das certificações denominação de origem protegida (PDO), bem como a disposição a pagar pelo presunto curado (parma), na Itália. O objetivo do artigo é aferir o valor das certificações. Tornando-se importantíssimo avaliar até que ponto os consumidores estão inclinados a pagar um preço premium para obter informações vinculadas às certificações PDO e para oferecer noções para produtores que incidem em custos de produção maiores ao optarem em buscar e receber PDO na categoria de seus produtos.

A metodologia da pesquisa foi através de entrevistas em torno de 20 minutos em dois maiores supermercados, sendo um de Monza e o outro de Parma. A amostra compreendeu 204 entrevistados, porém 15 não consumiam o presunto, logo foi necessário excluí-los. Obteve-se 189 entrevistados (88 em Monza e 101 em Parma). A análise dos dados foi realizada analítica conjunta (C.A.), em que os entrevistados não são solicitados a determinar explicitamente sua disposição de pagar.

O corpo teórico principal constituiu-se Kim (2008), Mørkbak *et al.* (2010), Menapace *et al.* (2011), Visser *et al.* (2013), Leclerc *et al.* (1994), Busacca (2004), Darby *et al.* (2008), Louviere *et al.* (2000), Padilla *et al.* (2007), Van der Pol e Ryan (1996) entre outros.

A pesquisa de Merrit *et al.* (2018), estudou a disposição a pagar pelo consumidor por uma carne vinculada a um programa de rotulagem de carne bovina certificado pelo estado (Tennessee), pois até o momento da pesquisa não se tinha um. Voltada a consumidores do Tennessee para determinar sua disposição de pagar por bife e carne moída rotulada como Tennessee Certified Beef (TCB) dentre outros atributos.

A metodologia da pesquisa consistiu em entrevistas em que cada participante do experimento precisava ser maior e residente no Tennessee, além de comprador de carne bovina para sua família. Foram realizadas três para direcionar o consumidor para o nicho correto (compradores de bife, carne moída e nenhum), no qual a opção “nenhum” os participantes não tinham permissão para continuar a pesquisa. Foram utilizadas 408 pesquisas concluídas para o tratamento de carne moída. O método usado foi o *logit* para se chegar a DAP.

Os pesquisadores se valeram de destes pesquisadores no corpo teórico: Adalja *et al.*, (2015); Carpio e Isengildina-Massa, (2008); Franken, Parcell e Tonsor, (2011); Maynard, Burdine e Meyer, (2003); Mennecke *et al.* (2007); Carlberg, Froehlich e Ward (2007); Parcell e Tonsor (2011); Mennecke *et al.* (2007); Dobbs *et al.*, (2016); Franken, Parcell e Tonsor, (2011) e Hanagriff, Rhoades e Wilmeth, (2009).



A pesquisa de Printezis e Grebitus (2018), abordou o tema de alimento local, com o intuito de disponibilizar uma síntese de resultados de pesquisas, bem como uma concepção mais marcante sobre a rotulagem dos alimentos que ganha o adjetivo “local” reverberando na DAP dos consumidores.

Na metodologia utilizou-se uma “*Meta-Analysis of Economics Research Reporting Guidelines*” fornecidas por Stanley *et al.* (2013), no qual foi realizada uma revisão da literatura científica, restringindo-se a estudos publicados em inglês entre janeiro de 2000 e junho de 2018. Utilizando alguns bancos de dados eletrônicos. Com o emprego de uma análise de meta regressão (MRA) para encontrar a DAP para o atributo local. A técnica quantitativa MRA proporciona sintetizar resultados de outras pesquisas e fiscalizar os efeitos de características específicas do estudo, como por exemplo o produto estudado ou método utilizado, nas estimativas empíricas resultantes da DAP. Assim, chegou-se a 35 artigos informando o ano de publicação, autores, periódico, número de participantes, origem (região ou país) e tipo de produto analisado, além da DAP relacionada ao devido artigo.

O corpo teórico marcado pela pesquisa valeu-se de Bond, Thilmany e Bond J. (2008); Nurse, Onozaka e McFadden (2012); Bruhn *et al.* (1992); Gallons, Toensmeyer, Bacon e German (1997); Feldmann e Hamm (2015); James, Rickard e Rossman (2009); Wa’geli, Janssen e Hamm (2016); Hasselbach e Roosen (2015); Stefani, Romano e Cavicchi (2006).

A pesquisa de Syrengelas *et al.* (2018), a temática do artigo se pauta na necessidade de esclarecer a respeito de rótulos que são enganosos e confundem o consumidor, bem na necessidade de redefinir a questão rótulo natural. O objetivo do estudo foi usar experiência de escolha para calcular a DAP do consumidor com o objeto Bifes de lombo desossados, com os animais alimentados sem ração hormônios de crescimento e antibióticos. Outro objetivo visava descobrir a DAP de consumidores de carne bovina que conhecem a carne com o rótulo de natural e os consumidores que desconhecem.

O marco teórico utilizado foram: Lusk e Schroeder (2004); Grebitus, Jensen e Roosen (2013); Lewis *et al.* (2016); Gifford e Bernard (2011); Rock (2015); Rock (2016) Umberger *et al.* (2002); McCluskey *et al.* (2005); Xue *et al.* (2010); Evans *et al.* (2011); Lusk e Schroeder (2004); Train (2009); McFadden (1980) e Daly, Hess e Jong (2012).

A pesquisa de Ritten *et al.* (2019), revela um preocupante cenário, de atividades fraudulentas no mercado internacional de mel muitos países criaram regulamentação para barrar esse tipo de produto, mas o mel importado ilegalmente principalmente pela China causa



prejuízo não só ao mercado global (US\$ 50 bilhões por ano) como também para saúde visto que, contém antibióticos ilegais, inseguros e altos níveis de pesticidas, Diante disto o objetivo do é analisar se os consumidores valorizam o mel local livre de fraudes quando informados sobre este contexto.

Os pesquisadores utilizaram o corpo teórico foram: Davis e Holt (1993); Hagel e Roth (1995); Unnevehr e Gouzou (1998); Ghorbani e Khajehroshanae (2009); Wu *et al.* (2015); Arvanitoyannis e Krystallis (2006); Murphy *et al.* (2000); Schneider (2011); Wei *et al.* (2004); Phipps (2017).

Na pesquisa de Mckay *et al.* (2019), o grande destaque está no público alvo da DAP, que é realizado para estabelecimentos comerciais e não consumidores finais como demais pesquisas apresentadas. O estudo voltou-se para quantificar a DAP por carne moída e filé *mignon* certificados de produtores locais em 152 restaurantes no estado do Tennessee, Estados Unidos da América. Assim, o estudo contribuiu para compreensão das cadeias locais de abastecimento de alimentos.

Na parte metodológica os pesquisadores se valeram de uma DAP, para estimar quanto os restaurantes estavam interessados por alimentos locais. Através das regressões *probit*, foram usadas para especificar os fatores que levam os restaurantes a comprarem por alimentos locais, no caso do bife com *Tennessee Certified Beef* (TCB).

Utilizou-se o seguinte corpo teórico: Adalja, Hanson, Towe, e Tselepidakis, (2015); Brown, (2003); Carpio e Isengildina-Massa, (2009); Gracia, de Magistris, e Nayga, (2012); Merritt, DeLong, Griffith, e Jensen, (2018).

A pesquisa de Yang, Hobbs e Natcher (2020), abordou estudo de produtos relacionados a matérias primas (produtos árticos), bem como a utilização de mão de obra local (indígena) e certificado de procedência com uma identificação cultural das comunidades tradicionais do Ártico.

Para estudo da DAP de produtos árticos com relação cultural com povos indígenas, empregou-se o modelo de utilidade aleatória, calculado pelo *probit* generalizado misto., assim o estudo foi feito com base de 1342 consumidores canadenses para examinar os impactos sobre a DAP.

O corpo teórico foi marcado por: Hensher e Greene (2011); Daly *et al.* (2012); Train (2009); Roebuck *et al.* (2017); Grunert *et al.* (2014); McFadden (1974); Szolnoki e Hoffman (2013); Vanhonacker *et al.* (2010); Balogh *et al.* (2016) e Natcher (2019).



A pesquisa de Li e Kallas (2022), realizaram uma meta análise com 80 trabalhos sobre DAP por produtos sustentáveis (bebidas e alimentos, incluídos distintos atributos sustentáveis).

O marco teórico compõe-se dos principais pesquisadores: Brundtland (1987); e Codron *et al.* (2006); Sellers (2016); Holmes *et al.* (2017); Yi (2019); Rothstein *et al.* (2006); Stanley (2011); Carson (2000); Tully e Winer (2014); Dolgoplova e Teuber (2018); Clark *et al.* (2017); Cicia *et al.* (2006); Skreli *et al.* (2017); Xia e Zeng (2008); Lancaster (1966).

Li e Kallas (2022), pesquisaram a partir de dados nas bases eletrônicas do *Google Academic search* e da *Web of Science* chegou-se nos 80 trabalhos mais relevantes. Com a utilização das palavras-chave: “preferências do consumidor”, “vontade de pagar”, “DAP”, “comportamento do consumidor” e “produtos alimentícios sustentáveis” para afunilar a pesquisa. O método escolhido pelos pesquisadores é uma avaliação pautada na teoria do consumidor de Lancaster e na teoria de utilidade aleatória.

3. METODOLOGIA

A metodologia para a elaboração do presente artigo foi a revisão de literatura. Os autores, durante o seu curso de mestrado, na Pós Graduação em Agronegócio– PPGAGRO, na área de concentração de sustentabilidade e competitividade dos sistemas agroindustriais e na linha de pesquisa da agricultura familiar e o agronegócio, realizaram uma busca por artigos afins à pesquisa, no *Google Academic* e *Scielo*, encontrando inúmeros artigos nacionais e internacionais. Para compor esta pesquisa foram selecionados 10 artigos que abordavam sobre a disposição a pagar de algum tipo de alimento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Gracia Royo e Magistris (2007), descobriram que os consumidores que estão dispostos a pagar pelos alimentos orgânicos tem características específicas, ou seja, quem compra dos orgânicos tem a tendência comprar uma quantidade maior desses produtos, os conhecimentos sobre os orgânicos motivam a decisão de compra. Isto pode ser explicado pela relação dos benefícios à saúde, meio ambiente que os orgânicos possibilitam. Outro ponto importante dos condicionantes foi a renda influenciando positivamente na decisão de compra.

Owusu e Owusu (2013), observaram que os consumidores valorizam mais, logo, pagam um preço maior na melancia e a alface orgânica. Isto, está diretamente ligado com os perfis socioeconômicos (a renda interfere positivamente), além de valorizarem a frescura e higienização dos alimentos (os alimentos orgânicos apresentam menos insetos os danos aos alimentos em comparação ao convencional).



Garavaglia e Mariani (2015), chegaram a conclusão que devido a localidade de residência dos consumidores, sua disposição a pagar é alternada, pois os consumidores que vivem perto da área de produção do presunto certificado estão dispostos a pagar um menor do que os outros consumidores que vivem mais distante de Parma. Os autores alegam que isso se justifica porque os moradores da região em que o presunto é fabricado já conhecem a qualidade e procedência e não precisam de uma certificação para tal reconhecimento.

Merrit *et al.* (2018), constataram nos resultados do estudo que os consumidores do Tennessee de carne bovina pagariam um prêmio por um produto com Certificação do Tennessee Carne (TCB). Além disso, para bife, os consumidores deram o maior prêmio ao rótulo TCB. Também constataram que o prêmio maior era pela TCB comparado a outras certificações não advindas do Estado. Além de atestar que consumidores atribuem maior valor aos produtos que os produtores fornecem maiores informações nos rótulos, tal qual carne sem administração de hormônios.

Printezis e Grebitus (2018), concluíram que o ano do estudo é significativo e negativo, visto que ocasiona uma diminuição da DAP dos consumidores de alimentos locais ao longo do tempo, um possível motivo é a grande oferta por este produto nos supermercados. Também constatou a necessidade de cuidado no que tange a generalização dos resultados de diferentes países. No quesito consciência do consumidor, este pareceu pouco informado a respeito no momento de diferenciar os rótulos usados para certificar que o produto é produzido localmente. Na parte das DAP's observou-se, uma disposição maior por produtos de origem animal e produtos processados quando comparados aos produtos locais.

Syrengeles *et al.* (2018), perceberam que os consumidores estavam dispostos a pagar mais para o rótulo natural quando foi combinado com outro positivamente condicionante positivo, algo que agrega valor como por exemplo: alimentação com pasto, sem administração de hormônios de crescimento. Também observaram que à DAP dos consumidores de carne mudam conforme as informações que estes detêm. Outra contribuição da pesquisa no que tange à DAP, revela que os consumidores que estão familiarizados com a definição de natural, somente atribuem um preço maior quando, o rótulo natural inclui outros rótulos percebidos positivamente (informações sobre a alimentação dos animais e administração de medicamentos). Entretanto, os consumidores pouco familiarizados com a definição natural, pagam mais pelo rótulo natural sem outras informações positivas.



Ritten *et al.* (2019), utilizou para coletar os dados primários um experimento controlado de laboratório econômico, assim testou a teoria econômica, logo pode-se prever as escolhas de demanda do consumidor. Os participantes foram recrutados por meio de vários métodos. No total, 148 participantes participaram da pesquisa. De todos os participantes, 2,01% afirmaram que a fonte de néctar de seu mel é importante, 6,71% indicaram a saúde no quesito do seu mel era importante, 2,01% afirmaram que o mel orgânico era importante, 3,66% afirmaram que o mel produzido eticamente era importante, 8,91 % afirmaram que o mel produzido localmente era importante e 5,35% afirmaram que nenhuma dessas características era importante.

A pesquisa de McKay *et al.* (2019), revelou que os estabelecimentos comerciais tinham uma DAP para a carne moída de US\$ 5,02 por libra, ou seja, um prêmio de US\$ 1,66 por libra (49%), superior ao preço base. Já o filé *mignon*, a DAP média obtida foi de US\$ 7,41 por libra, com um prêmio de US\$ 2,41 por libra (48%) superior ao preço base do bife do filé *mignon* genérico.

Yang, Hobbs e Natcher (2020), mostraram que 70% da amostra acreditam que o consumo do produto artico (pescado) aproxima a cultura indígena deles, tal como a cooperação com a conservação da tradição. Logo, 38,1% dos consumidores pagariam C\$ 12 por libra (dólares canadenses) do produto estudado.

Li e Kallas (2021), atestaram a importância das informações nos rótulos dos alimentos, no tocante a qualidade e segurança, tal como a inclinação para mulheres jovens ter maior disposição para adquirir produtos relacionados ao bem estar da saúde, também demonstraram preocupação segurança alimentar.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste artigo foi apresentar os condicionantes da disposição a pagar por alimentos, considerando a realização da revisão de literatura, em 10 artigos. Gracia Royo e Magistris (2007), revelaram que o condicionante mais importante foi o meio ambiente e a saúde. Owusu e Owusu (2013), descobriram que o condicionante mais importante foi menor dano causado pelos insetos e produtos mais limpos. Garavaglia e Mariani (2015), apontaram que o condicionante mais importante foi a localidade do consumidor. Merrit *et al.* (2018), atestaram que o condicionante mais importante são informações nos rótulos. Printezis e Grebitus (2018), revelaram que o condicionante mais importante também é a informação, visto que os consumidores não tem muita consciência, no momento de diferenciar os rótulos usados para certificar se o produto é produzido localmente. Syrengelas *et al.* (2018), confirmaram que



que o condicionante mais importante são as informações, pois os consumidores familiarizados com o significado do termo natural no rótulo têm uma DAP maior quando o produto vem associado com outra informação positiva que corrobora com este termo natural. Ritten *et al.* (2019), afirmam que o condicionante mais importante é a produção de mel localmente. Mckay *et al.* (2019), compreendeu que o condicionante mais importante é a localização do restaurante. Yang *et al.* (2020), os condicionantes que mais se destacaram foram relacionados à origem geográfica, conexão cultural com as comunidades tradicionais indígenas do Ártico da mesma maneira que o e potencialidade de crescimento local. Li e Kallas (2021), apontaram que os condicionantes gênero e idade são significativos no momento de escolherem produtos sustentáveis.

REFERÊNCIAS

DONÁRIO, A. A.; SANTOS, R. B. **Teoria do consumidor**. 2015. Disponível em: < <https://repositorio.ual.pt/handle/11144/3191>> Acessado em: Set, 2022.

ELIAS, L. de P. **Disposição a pagar do consumidor por produtos diferenciados em Santa Catarina**. Monografia. SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.

GARAVAGLIA, C.; MARIANI, P. How much do consumers value protected designation of origin certifications? Estimates of willingness to pay for PDO dry-cured ham in Italy. **AGRIBUSINESS**, v. 33, n. 3, p. 403-423, 2017. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/a/wly/agribz/v33y2017i3p403-423.html>> Acessado em: Set, 2022.

GRACIA ROYO, A.; MAGISTRIS, T. de. Organic food product purchase behaviour: a pilot study for urban consumers in the South of Italy. **Spanish Journal of Agricultural Research**, 2007 5(4), p. 439-45, 2007. Disponível em: < <https://citarea.citaraagon.es/citarea/handle/10532/1486>> Acessado em: Set, 2022.

LI, S.; KALLAS, Z. Meta-analysis of consumers' willingness to pay for sustainable food products. **Appetite**, p. 105239, 2021. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S019566632100146X>. Acessado em: Fev, 2022.

MCFADDEN, D. **Conditional logit analysis of qualitative choice behavior**. 1973. Disponível: <https://eml.berkeley.edu/reprints/mcfadden/zarembka.pdf> Acessado em: Set, 2022.

MCKAY, L. C. *et al.* Estimating restaurant willingness to pay for local beef. **Agribusiness**, v. 35, n. 4, p. 610-624, 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/agr.21605> Acessado em: Set, 2022.

MERRITT, M. G. *et al.* Consumer willingness to pay for Tennessee certified beef. **Journal of Agricultural and Applied Economics**, 2018. 50(2), 233-254. doi:10.1017/aae.2017.35



Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-agricultural-and-applied-economics/article/consumer-willingness-to-pay-for-tennessee-certified-beef/FBB56B433340A67927CC23F111FFA87C> Acessado em: Set, 2022.

OWUSU, A. M.; OWUSU, V. Consumer Willingness to Pay a Premium for Organic Fruit and Vegetable in Ghana. Janeiro de 2013. **The International Food and Agribusiness Management Review** 16 (1): 67-86. Disponível em: <<https://www.ifama.org/resources/Documents/v16i1/Owusu-Anifori.pdf> > Acessado em: Set, 2022.

PRINTEZIS, I.; GREBITUS, C. Marketing Channels for Local Food. **Ecological Economics**, v. 152, n. May, p. 161–171, 2018. Disponível em<. Marketing Channels for Local Food - ScienceDirect>. Acessado em: Fev, 2022.

RITTEN, C. J. *et al.* International honey laundering and consumer willingness to pay a premium for local honey: an experimental study. **Australian Journal of Agricultural and Resource Economics**, v. 63, n. 4, p. 726-741, 2019. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1467-8489.12325>> Acessado em: Set, 2022.

ROMANO, K. R. **Percepção e Disposição a pagar do consumidor por suco de romã (*Punica granatum L.*)**. 2014. p. 70 Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

SYRENGELAS, K. *et al.* Is the Natural Label Misleading? Examining Consumer Preferences for Natural Beef. **Applied Economic Perspectives and Policy**. 40. 445-460. 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320735664_Is_the_Natural_Label_Misleading_Examining_Consumer_Preferences_for_Natural_Beef > Acessado em: Set, 2022.

YANG, Y.; HOBBS, J. E.; NATCHER, D. C. Assessing consumer willingness to pay for Arctic food products. **Food Policy**, v. 92, p. 101846, 2020. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/a/eee/jfpoli/v92y2020ics0306919220300300.html>> Acessado em: Set, 2022.

CAPÍTULO 4

MODELOS ANATÔMICOS 3D DOS PRINCIPAIS ACESSOS CIRÚRGICOS NA DESCOMPRESSÃO MEDULAR CERVICAL CANINA

Ricardo Ysaac Garía Núñez
Clifton Layo Mahoma Yupe
Denis Casiano Llana López
Néstor Antonio Gallegos Ramos
Wilebaldo Blair Ticona Aduviri
Walter Wilfredo Ticona Aduviri

RESUMO

Levando em consideração que o estudo da anatomia é essencial na formação de as profissões médicas, a disciplina apresenta certos desafios atuais, como por exemplo a diminuição no uso de cadáveres e espécimes vivos para certos procedimentos que tradicionalmente utilizavam este tipo de material didático. Nesse sentido o uso da tecnologia de impressão 3D vem se posicionando como a melhor ferramenta disponível na hora de criar modelos anatômicos específicos de certas patologias ou doenças que podem se utilizar como treinamento na formação de médicos veterinários. O objetivo da pesquisa foi a criação de modelos anatômicos 3D dos principais acessos cirúrgicos de canal medular em coluna cervical canina, os mesmos que serão introduzidos numa sala de aula prática como ferramentas complementarias ao processo de Ensino – Aprendizagem das técnicas de descompressão medular cervical em cães. Para estabelecer o nível de melhoria, todos os alunos que conformam o experimento desenvolveram um Questionário Inicial de resposta Verdadeira ou Falsa sobre afirmações específicas da coluna cervical canina como a anatomia, as doenças que cursam com compressão medular e os principais acessos cirúrgicos utilizados no tratamento destas doenças. Logo os alunos são divididos em dois grupos e em cada um foi administrada a mesma aula prática, no Grupo Controle de forma tradicional e no Grupo Experimental complementando o processo com os modelos anatômicos 3D. Com os resultados obtidos, foi evidente o melhor desempenho do Grupo Experimental mostrando uma diferencia estatisticamente significativa para o uso dos modelos anatômicos 3D como ferramentas complementares didáticas, reafirmando a utilidade educativa da impressão 3D e a vantagem no uso de modelos anatômicos na formação médico veterinária.

PALAVRAS-CHAVE: Modelo didático 3D. Descompressão cervical. Doença do disco Intervertebral. Treinamento Veterinário.

1. INTRODUÇÃO

A anatomia é a disciplina que forma parte da biologia e encarga-se do estudo da organização estrutural dos seres vivos em geral (DYCE; SACK; WENSING 2012). Entanto que a anatomia veterinária estuda a forma e estrutura dos animais domésticos (SISSON; GROSSMAN 2001).

Neste contexto, tem vários métodos de estudar a anatomia, sendo o principal a dissecação de cadáveres conservados especialmente com esta finalidade (HURTADO DE MENDOZA 1829). Porém o uso de animais vivos em práticas cirúrgicas é uma opção em algumas realidades (BRIEVA 2010; KNIGHT 2007).



Esta realidade impulsiona as escolas de veterinária a procurar novos métodos de ensino sendo a impressão 3D uma alternativa que mostra resultados satisfatórios (SANZ, 2017). Os modelos anatômicos 3D vêm se posicionando como recursos didáticos úteis com alto valor agregado e que melhoram significativamente os resultados (ZOPF *et al.* 2015; AVILA, ROSSI, MARTINEZ 2018; HAZELAAR *et al.* 2018).

Por isso esta pesquisa pretende explorar novos e alternativos métodos de ensino, mediante o uso da impressão 3D, com a finalidade de conseguir efeitos positivos durante o processo de Ensino – Aprendizagem.

2. METODOLOGIA

Um modelo anatômico da coluna cervical canina de 21 cm de comprimento, foi impresso em 3D com PLA (ácido polilático), com 100% de preenchimento e 0,1 mm de altura de camada. O modelo possui os principais acessos cirúrgicos canal vertebral mais utilizados em descompressão medular que são o slot ventral, a laminectomia dorsal e a hemilaminectomia.

Posteriormente, o modelo foi introduzido em aulas práticas do curso de Medicina Veterinária da Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios – Perú, especificamente nas disciplinas de Cirurgia e Traumatologia de Pequenos Animais.

Convocou-se aos alunos das disciplinas mencionadas e explicou-se o objetivo da pesquisa, aqueles que irão participar assinaram seu respectivo Consentimento Livre e Informado, dando conformidade a sua participação 40 alunos.

Inicialmente, foi tomado um Questionário Inicial (QI) aos 40 alunos em total, o questionário tinha 30 questões de resposta de “Verdadeiro ou Falso”, valendo um ponto cada pergunta, sobre os temas de Anatomia Óssea Cervical Canina, Patologia Ortopédica Cervical Canina e Acesso Cirúrgicos de Canal Medular Cervical de Cães.

Posteriormente os alunos foram divididos aleatoriamente em dois grupos de 10 pessoas cada, o Grupo Controle (GC) e o Grupo Experimental (GE). Em cada grupo foi administrada a aula prática de “Compressão Medular Cervical em Cães”, fazendo ênfase em a anatomia cervical canina, a patogenia das doenças compressivas de canal medular cervical e a doença de disco intervertebral canina; e os principais acessos cirúrgicos de canal medular cervical como terapia cirúrgica, o slot ventral (SV), a laminectomia dorsal (LD) e a hemilaminectomia (HL).

No GP, a aula administrada foi tradicional, utilizando slides e a exposição do professor. Entretanto que na aula administrada ao GE adicionou-se o modelo anatômico 3D da coluna



cervical canina com os três acessos cirúrgicos mencionados, para que os alunos possam interagir com estes.

Depois das aulas práticas, em cada grupo foi novamente tomado o mesmo questionário do início, Questionário Final (QF), para mensurar o nível de aprendizado com as aulas e fazer as comparações respetivas.

3. RESULTADOS E DISCUSÃO

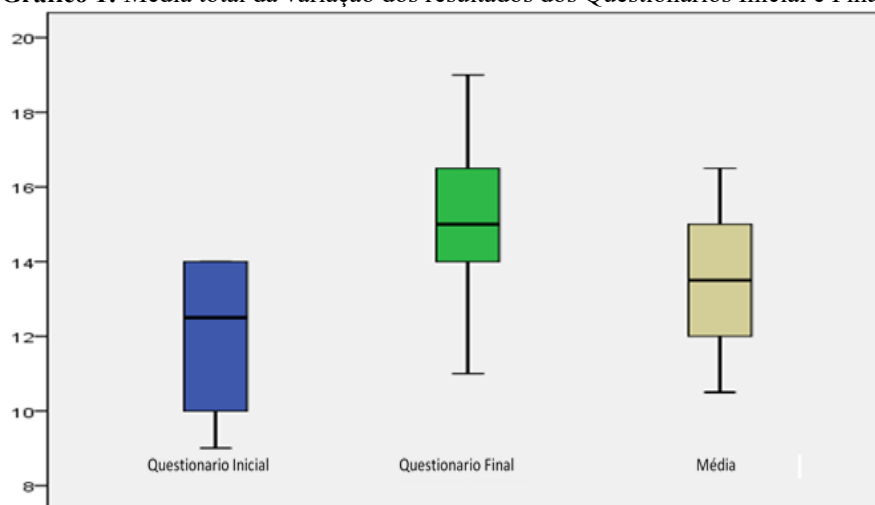
Na Tabela e o Gráfico 1 mostram-se os resultados descritivos do uso do modelo anatómico 3D da coluna cervical canina com os acessos cirúrgicos de canal medular. Observa-se que a média do QI do GC é de 11.20 ± 0.80 , e a média do GE é de 12.00 ± 0.78 ; entanto que no QF a média do GC foi de 11.60 ± 0.54 , e para o GE de 15.20 ± 0.97 . Assim as médias totais obtidas no GC foi de 11.40 ± 0.65 e para o GE foi de 13.60 ± 0.81 , demonstrando uma diferenca de 2.20 pontos entre o GC respeito ao GE.

Tabela 1: Resultados descritivos dos Questionários Inicial e Final dos Grupos Controle e Experimental.

		N	Média	Desvio Padrão	95% Intervalo de confiança para as médias	
					Limite inferior	Limite superior
QI	GC	20	11.20	1.82	10.40	12.00
	GE	20	12.00	1.78	11.22	12.78
	Total	40	11.60	1.82	10.80	12.40
QF	GC	20	11.60	1.23	11.06	12.14
	GE	20	15.20	2.21	14.23	16.17
	Total	40	13.40	2.54	12.29	14.51
Média	GC	20	11.40	1.47	10.75	12.05
	GE	20	13.60	1.85	12.79	14.41
	Total	40	12.50	1.99	11.63	13.37

Fonte: Modelos anatómicos 3D dos principais acessos cirúrgicos na descompressão medular cervical canina (2022).

Gráfico 1: Média total da variação dos resultados dos Questionários Inicial e Final.



Fonte: Modelos anatómicos 3D dos principais acessos cirúrgicos na descompressão medular cervical canina (2022).



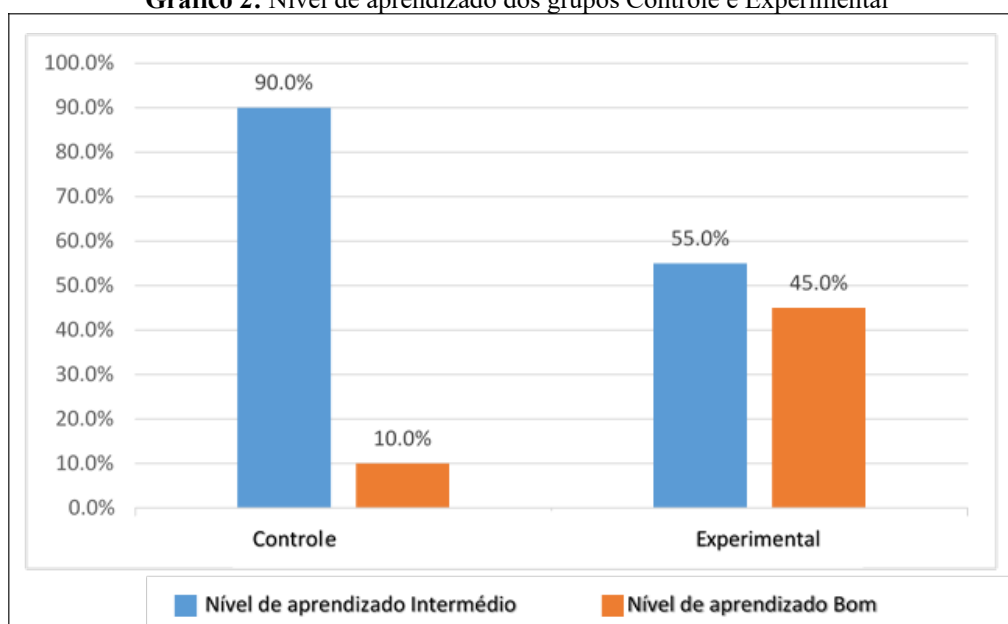
A Tabela e o Gráfico 2 mostram a variação do Nível de Aprendizado para os GC e GE. O nível de aprendizado Bom no GC foi de 10% (2), entanto que no GE foi de 45% (9).

Tabela 2: Nível de aprendizado dos grupos Controle e Experimental respeito aos resultados dos questionários Inicial e Final.

Grupo	Nível de aprendizado				Total	%
	Intermédio	%	Bom	%		
Controle	18	90.0%	2	10.0%	20	100.0%
Experimental	11	55.0%	9	45.0%	20	100.0%
Total	29		11		40	

Fonte: Modelos anatômicos 3D dos principais acessos cirúrgicos na descompressão medular cervical canina (2022).

Gráfico 2: Nível de aprendizado dos grupos Controle e Experimental



Fonte: Modelos anatômicos 3D dos principais acessos cirúrgicos na descompressão medular cervical canina (2022).

A Tabela 3 mostra os resultados de análise de variância para os grupos Controle e Experimental antes e depois do uso dos modelos anatômicos 3D dos principais acessos cirúrgicos de canal medular em coluna cervical canina, como ferramentas didáticas complementares para os alunos do curso de Medicina Veterinária da Universidad Nacional Amazônica de Madre de Dios, evidenciando um efeito significativo no nível de aprendizado dos estudantes ($F_c = 40,367$; $p = 0,000$).



Tabela 3: Análise de variância dos grupos Controle e Experimental antes e depois do uso dos modelos anatômicos 3D.

		Soma dos quadrados	gl	Quadrado médio	F	Sig.
Antes	Entre grupos	6,400	1	6,400	1,974	0,168
	Dentro dos grupos	123,200	38	3,242		
	Total	129,600	39			
Despois	Entre grupos	129,600	1	129,600	40,367	0,000
	Dentro dos grupos	122,000	38	3,211		
	Total	251,600	39			
Média	Entre grupos	48,400	1	48,400	17,253	0,000
	Dentro dos grupos	106,600	38	2,805		
	Total	155,000	39			

Fonte: Modelos anatômicos 3D dos principais acessos cirúrgicos na descompressão medular cervical canina (2022).

4. DISCUSSÃO

Segundo os resultados, observa-se uma diferença estatisticamente significativa entre o Grupo Experimental que utilizou os modelos anatômicos 3D dos principais acessos cirúrgicos de coluna cervical canina e o Grupo Controle que recebeu a aula prática tradicional sem modelos, obtendo um P valor de 0,000 evidenciando um maior desempenho do GE.

O resultado anterior concorda como os de Preece *et al.* (2013), onde menciona-se que os estudantes que usaram um modelo anatômico 3D, obtiveram 86,39% em seus resultados, sendo significativamente maiores em comparação aos estudantes que só utilizaram livros de texto obtendo um 62,61% e um P valor de 0,001, corroborando a utilidade do modelo.

Assim, o anterior é fortalecido com os resultados da pesquisa de Lim *et al.* (2016), que mostra dados significativos quando se obtiveram uma média de 60,83% usando modelos anatômicos 3D em comparação com um grupo de estudantes que usou espécimes e um grupo de materiais combinados dando medias de 44,81% e 44,62% respectivamente, com um P valor de 0,001 também.

A mesma situação observou-se na pesquisa de Garas *et al.* (2018), onde completou-se uma prova anatômica e um questionário posterior a prova, demonstrando que o 85% dos participantes conseguiram respostas acertadas para o uso dos modelos 3D como ferramentas de maior utilidade na hora da identificação de estruturas anatômicas específicas, entanto que o 45% escolheram os modelos 3D como seu método preferido de aprendizagem de anatomia.

Conforme aos resultados da pesquisa, demonstra-se o valor educativo dos modelos anatômicos 3D evidenciando que este tipo de inovações educativas ajuda significativamente na formação dos futuros médicos veterinários, esta afirmação é respaldada por os resultados de outros autores como Hackman, Dos Reis e Assis Neto (2019) e Nunez *et al.* (2020), os mesmos



quer declaram que os modelos anatômicos 3D servem como ferramentas de ensino alternativas nas aulas práticas de anatomia veterinária, melhorando o processo de Ensino – Aprendizagem da formação veterinária.

É importante considerar a similitude morfológica conseguida com o modelo anatômico 3D, neste consegue-se diferenciar com clareza as estruturas anatômicas principais como as asas do Atlas, o dente do Axis, os processos laterais e dorsais, e muitos outros; demonstrando que a tecnologia de impressão 3D pode reproduzir de forma exata modelos ósseos muito semelhantes a anatomia cadavérica e comparada dos cães complementando o ensino de anatomia (REIS *et al.*, 2019; SILVEIRA *et al.*, 2020; LEBOWITZ *et al.*, 2021).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os modelos anatômicos 3D são de grande ajuda como ferramentas educativas complementares para os estudantes de medicina veterinária capazes de oferecer um complemento apropriado para o ensino tradicional e permitindo uma interação quase real e inovadora.

A impressão 3D é uma técnica moderna que permite criar modelos anatômicos específicos como ferramentas didáticas complementares, fomentar um aprendizado eficaz, permanente e real em estudantes de medicina veterinária.

O uso de modelos anatômicos 3D dos principais acessos cirúrgicos de coluna cervical canina em aulas práticas para alunos de veterinária evidenciou um excelente desempenho, afirmando a utilidade dos mesmos e resultando em uma ótima estratégia didática para alunos de graduação.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA LEITE DOS REIS D. de *et al.* Comparative assessment of anatomical details of thoracic limb bones of a horse to that of models produced via scanning and 3D printing. **3D Print Med**, 5(1), ago. 2019. Disponível em: <https://threeprint.biomedcentral.com/articles/10.1186/s41205-019-0050-2>. Acessado em: Dez, 2022.

AVILA, J.; ROSSI, M.; MARTINEZ, M. Modelos anatômicos tridimensionales personalizados impresos en 3d, como herramientas para el aprendizaje y preparación de intervenciones. **Rev Colomb Enfermería**, 17(13), out. 2018. Disponível em:



<https://revistacolombianadeenfermeria.unbosque.edu.co/article/view/2352>. Acessado em: Dez, 2022.

BRIEVA, C. El uso de animales en la enseñanza veterinaria y sus alternativas. **Órgano Inf la Acad Colomb ciencias Vet**, 2(1), nov. 2010. Disponível em: <https://www.academiadecienciasveterinarias.org/wp-content/uploads/2019/07/El-uso-de-animales-en-la-ensenanza-veterinaria-Revista-2-1-paginas-90-96.pdf>. Acessado em: Dez, 2022.

DYCE, K.; SACK, W.; WENSING, C. **Anatomía veterinaria**. Cuarta Edi. Mexico: Manual Moderno; 2012. p. 852

GARAS, M. *et al.* 3D-Printed specimens as a valuable tool in anatomy education: A pilot study. **Ann Anat**, 219, sep. 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29883617/>. Acessado em: Dez, 2022.

HACKMANN, C. H.; REIS A. L. dos; ASSIS NETO A.C. de Digital revolution in veterinary anatomy: Confection of anatomical models of canine stomach by scanning and three-dimensional printing (3D). **Int J Morphol**, 37(2), jun. 2019. Disponível em: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0717-95022019000200486&lng=en&nrm=iso. Acessado em: Dez, 2022.

HAZELAAR, C. *et al.* Using 3D printing techniques to create an anthropomorphic thorax phantom for medical imaging purposes. **Med Phys**, 45(1), jan. 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29091278/>. Acessado em: Dez, 2022.

KNIGHT, A. The effectiveness of humane teaching methods in veterinary education. **ALTEX**, 24(2), mai. 2007. Disponível em: <https://www.altex.org/index.php/altex/article/view/766>. Acessado em: Dez, 2022.

LEBOWITZ, C. *et al.* The accuracy of 3d printed carpal bones generated from cadaveric specimens. **Arch Bone Jt Surg**, 9(4), jul. 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34423093/>. Acessado em: Dez, 2022.

LIM, K. H. A. *et al.* Use of 3D printed models in medical education: A randomized control trial comparing 3D prints versus cadaveric materials for learning external cardiac anatomy. **Anat Sci Educ**, 9(3), mai. 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26468636/>. Acessado em: Dez, 2022.

MENDOZA M. H. de. **Tratado elemental completo de anatomía**. Vol. 1. Madrid: Imprenta que fue de Garcia; 1829. p. 520

NUNEZ, R. Y. G. *et al.* 3D printing of canine hip dysplasia: Anatomic models and radiographs. **Arq Bras Med Vet e Zootec**, 72(3), mai. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/vyVfCKdgYBHhmHKbNNMDx9k/?lang=en>. Acessado em: Dez, 2022.



PREECE, D. *et al.* “Let’s Get Physical”: Advantages of a physical model over 3D computer models and textbooks in learning imaging anatomy. **Anat Sci Educ**, 6(4), jul. 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23349117/>. Acessado em: Dez, 2022.

SANZ J. J. Del TIC al TAC: Una aproximación al modelado e impresión 3D en educación superior. **Rev Educ Cienc Salud**, 14(1), fev. 2017 Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6290856>. Acessado em: Dez, 2022.

SILVEIRA, E. E. da *et al.* Canine Skull Digitalization and Three-Dimensional Printing as an Educational Tool for Anatomical Study. **J Vet Med Educ**, 48(6), dez. 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33226900/>. Acessado em: Dez, 2022.

SISSON, S.; GROSSMAN, J. **Anatomia de los animales domesticos**. Quinta Edi. Barcelona: MASSON S. A; 2001. p. 1404

ZOPF, D. A. *et al.* Computer aided-designed, 3-dimensionally printed porous tissue bioscaffolds for craniofacial soft tissue reconstruction. **Otolaryngol - Head Neck Surg**, 152(1), jan. 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25281749/>. Acessado em: Dez, 2022.



CAPÍTULO 5

PERFIL HEMATOLÓGICO EM CÃES COM MICROFILAREMIA

Geovana Thaís Motta

Samara Chociai

Aline Fernanda dos Santos

Karoline Vintureli Felicio

Meire Christina Seki

Adriano de Oliveira Torres Carrasco

RESUMO

A *Dirofilaria immitis* é um nematódeo filarídeo cardiopulmonar, considerado um dos parasitas mais patogênicos de cães, causador da chamada “doença do verme do coração”. Seus sinais clínicos dependem do estágio do ciclo de vida do parasita, da gravidade da infecção e da resposta do hospedeiro à infecção. Muitos cães, especialmente os recém infectados, são assintomáticos. Os principais métodos diagnósticos são por meio dos sinais clínicos, testes para detecção de antígeno (Ag) ou pela visualização de microfílarias na circulação, tais como o esfregaço sanguíneo, teste de Knott ou gota espessa. O presente trabalho teve como objetivo traçar o perfil hematológico dos cães com microfílarias circulantes, encontradas em esfregaços sanguíneos realizados em um laboratório de análises clínicas localizado na cidade de Santos-SP durante o período de 05 de janeiro de 2022 a 23 de março de 2022. Foram realizados 4475 hemogramas e em 24 (0,53%) foram encontradas microfílarias circulantes em esfregaço sanguíneo. No eritrograma, dez animais (41,66%) apresentaram anemia normocítica normocrômica e 17 (70,83%) hiperproteinemia. No leucograma, nove (37,50%) apresentaram leucocitose, seis (25%) desvio a esquerda, sete (29,16%) neutrofilia, sete (29,16%) monocitose, cinco (20,83%) linfopenia e na contagem plaquetária dez apresentaram trombocitopenia (41,66%).

PALAVRAS-CHAVE: Dirofilariose. Hematologia. Microfilária. Mosquito.

1. INTRODUÇÃO

A dirofilariose, também chamada “doença do verme do coração”, é uma doença parasitária transmitida por mosquitos dos gêneros *Culex*, *Aedes* e *Anopheles*, acomete várias espécies de mamíferos, incluindo o homem, sendo considerada uma zoonose. O agente etiológico, *Dirofilaria immitis* (*D. immitis*), é um nematódeo filarídeo cardiopulmonar considerado um dos parasitas mais patogênicos de cães. Esta enfermidade pode causar a morte de cães e canídeos silvestres, considerados os hospedeiros definitivos do parasita (ALMOSNY, 2002; BARBOSA; ALVES, 2006; BOLIO *et al.*, 2007).

Os nematódeos fêmeas liberam microfílarias na corrente sanguínea do susceptível, proporcionando a ingestão das larvas pelo mosquito no momento do repasto sanguíneo. Ao se alimentar em outro animal, que não esteja infectado, as microfílarias infectantes penetram o tecido subcutâneo e muscular, e por meio dos vasos sanguíneos atingem o coração, principalmente o ventrículo direito, artérias pulmonares, e ocasionalmente, a veia hepática, veia



cava caudal e veias coronárias, chegando na fase adulta em cerca de noventa a cem dias pós-infecção (MATTOS, 2008; NELSON; COUTO, 2010).

As manifestações clínicas resultantes da infecção por dirofilárias poderão comprometer o estado geral do paciente. Os sinais clínicos dependem do estágio do ciclo de vida do parasita, da gravidade da infecção e da resposta do hospedeiro à infecção. Muitos cães, especialmente os recém infectados, são assintomáticos, sendo a enfermidade diagnosticada apenas por testes sanguíneos de triagem de rotina que apresentem um resultado positivo (AIELLO, 2001). Os principais sinais clínicos da dirofilariose aguda são: dispneia, convulsões, diarreia, vômitos, cegueira, taquicardia, síncope e morte súbita. Na doença crônica é frequente ocorrer tosse, vômito, dispneia, letargia, anorexia e perda de peso (NAYAR; CONNELLY, 1998).

O diagnóstico baseia-se na avaliação dos sinais clínicos e em testes para detecção de antígeno (Ag) ou por meio da visualização de microfilárias na circulação, tais como o esfregaço sanguíneo, teste de Knott ou gota espessa. Além destes métodos, esta parasitose também pode ser diagnosticada por meio de ecocardiografia, eletrocardiografia e radiografia torácica, embora a sua especificidade e sensibilidade sejam inferiores à detecção antigênica (SIMÓN *et al.*, 2012; AHS, 2020).

O tratamento é baseado na anamnese, exame físico e exames complementares. A suscetibilidade das filárias adultas e das microfilárias divergem ao uso de medicamentos. Quando há presença de microfilárias circulantes, deve ser feita a administração de antiparasitários. Para erradicação de parasitas adultos faz-se a administração de antibióticos e compostos orgânicos arsenicais (NELSON; COUTO, 2010). A intervenção cirúrgica é indicada em casos de animais com alta carga parasitária, devido, principalmente, a ocorrência de tromboembolismo pulmonar, sendo este o tratamento também indicado em animais com síndrome de veia cava. Neste caso, a terapia adulticida é contraindicada (URQUHART *et al.*, 1996).

A ocorrência da dirofilariose está ligada à população das várias espécies de mosquitos que transmitem a infecção (NELSON, 1992). Tem distribuição cosmopolita, porém, locais de maior ocorrência incluem cidades litorâneas de clima quente e alta umidade, que favorece a proliferação de insetos (MUPANOMUNDA *et al.*, 1997). A profilaxia é indicada principalmente em zonas endêmicas e pode ser realizada por administração de antiparasitários e por proteção dos animais contra o hospedeiro intermediário (MCCALL *et al.*, 2017; AHS, 2020).



O presente trabalho teve como objetivo traçar o perfil hematológico dos cães com microfilárias circulantes encontradas em esfregaços sanguíneos realizados em Santos-SP durante o período de 05 de janeiro de 2022 a 23 de março de 2022, visto que o clima da região é favorável e que esta enfermidade possui caráter zoonótico, com grande importância na saúde animal e humana.

2. METODOLOGIA

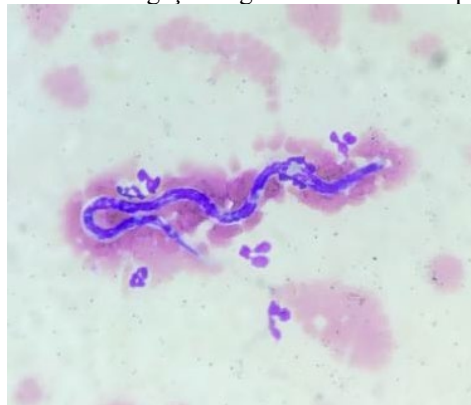
O presente trabalho foi realizado de 05 de janeiro de 2022 a 23 de março de 2022, em Santos – SP. Durante este período foram recebidas 4475 amostras sanguíneas para realização de hemograma. Destas, foram realizados esfregaços sanguíneos corados com o kit de coloração Panótico rápido® avaliando a presença de microfilárias. As mesmas amostras foram processadas no contador hematológico automatizado (Celtac Alpha Uso Veterinário®) contabilizando os resultados de eritograma e leucograma para posteriormente verificar suas alterações, além de classificar os animais positivos de acordo com sexo, raça e idade.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Durante o período de 05 de janeiro de 2022 a 23 de março de 2022 foram realizados 4475 hemogramas em um laboratório de análises clínicas localizado na cidade de Santos-SP. Deste total de amostras, 24 (0,53%) apresentaram microfilárias circulantes em esfregaço sanguíneo, representado na Figura 1.

Este resultado corrobora com pesquisa feita em Fortaleza-CE em que 26 amostras se apresentaram positivas, num total de 2400 amostras analisadas (BEZERRA *et al.*, 2021). No presente estudo não foram diferenciadas as espécies de microfilárias conforme descrito por Urquhart *et al.* (1996), suspeitando-se de *Dirofilaria immitis*, tendo em vista que esta é uma doença endêmica no litoral da São Paulo já retratada por Larsson (1990).

Figura 1: Microfilária visualizada em esfregaço sanguíneo em microscópio óptico no aumento de 1000x.



Fonte: A autoria própria (2022).

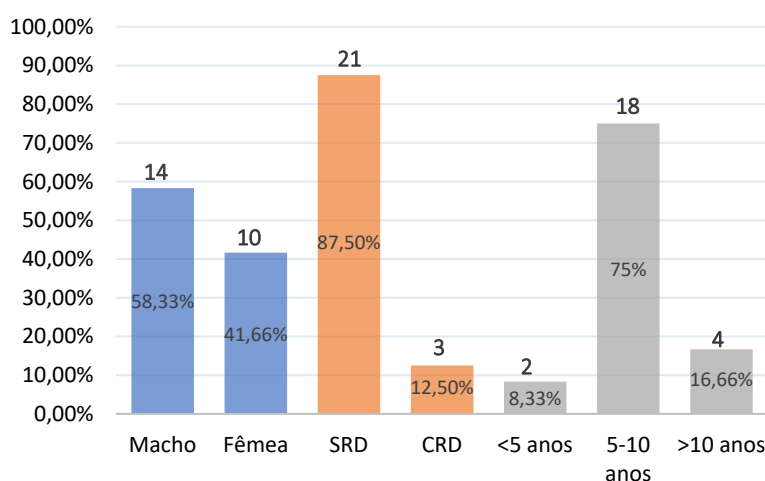


É importante ressaltar que a visualização de microfílaras em esfregaço sanguíneo é um teste de triagem. Usualmente são identificadas a partir de 195 dias, e quando seu número é inferior a 50 - 100 por mililitro existe uma dificuldade de detecção (BOWMAN, 2010; NELSON; COUTO, 2010).

Das 24 amostras, todos eram caninos, destes 14 eram machos (58,33%) e 10 fêmeas (41,66%), apresentados no Gráfico 1. Dados semelhantes foram encontrados por Fernandes *et al.* (2000) em Cuiabá-MT, onde 56,47% eram machos e 43,53% eram fêmeas. Vinte e um (87,50%), apresentavam-se sem raça definida (SRD) enquanto apenas três (12,50%) possuíam raça definida (CRD), sendo eles Dálmata, PitBull Terrier e Labrador Retriever. Estudo feito por Leite *et al.* (2007), em Guaratuba-PR obteve resultados semelhantes em que a maioria dos animais (92,9%) também era sem raça definida.

Quanto a idade, quatro animais apresentavam mais que dez anos (16,66%), 18 entre cinco e dez anos (75%) e dois menos que cinco anos (8,33%). Segundo Taylor *et al.* (2010) raramente cães infectados tem menos de um ano de idade e a maioria tem mais de dois anos. Leite *et al.* (2007), ao avaliarem a prevalência de *D. immitis* em Guaratuba-PR, obtiveram 78,8% dos animais com um a quatro anos e Fernandes *et al.* (2000) em Cuiabá-MT obtiveram 61,18% dos animais infectados com um a cinco anos. Ambos diferem do presente estudo em que a maioria dos animais apresenta idade entre cinco e dez anos.

Gráfico 1: Representação gráfica dos animais microfilarêmicos encontrados em Santos-SP, durante o período de 05 de janeiro a 23 de março de 2022 conforme sexo, raça e idade.



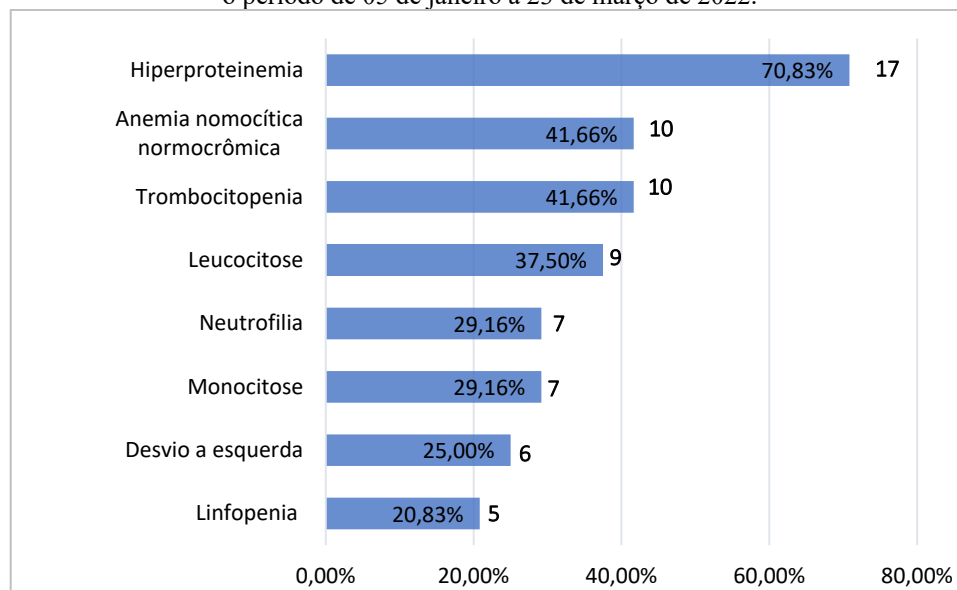
Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Com os resultados obtidos a partir do hemograma dos cães com microfílarêmia, foi possível avaliar seu perfil hematológico. No eritrograma, 10/24 (41,66%) animais apresentaram anemia normocítica normocrômica e 17/24 (70,83%) hiperproteinemia. No leucograma 9/24 (37,50%) apresentaram leucocitose, 6/24 (25%) desvio a esquerda, 7/24 (29,16%) neutrofilia,



7/24 (29,16%) monocitose, 5/24 (20,83%) linfopenia e na contagem plaquetária 10/24 apresentaram trombocitopenia (41,66%). Estes resultados estão dispostos no Gráfico 2.

Gráfico 2: Principais achados hematológicos dos animais microfilarêmicos encontrados em Santos-SP, durante o período de 05 de janeiro a 23 de março de 2022.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

No presente estudo não foram avaliados sinais clínicos e outros exames complementares destes animais, não sendo possível determinar a ocorrência de doenças concomitantes. Segundo Silva *et al.* (2021), os achados hematológicos podem variar conforme tempo de infecção e carga parasitária.

A anemia normocítica normocrômica é uma das alterações hematológicas mais observadas. Esta pode estar relacionada a hemólise aguda, causada pelo trauma nas hemácias no momento da migração dos parasitas, juntamente como bloqueio do fluxo sanguíneo (CIRIO, 2005; THRALL, 2006). Estudo feito por de Silva *et al.* (2021) na cidade de Marechal Deodoro-AL, apresentou 45% dos animais com este tipo de anemia.

Hiperproteïnemia foi o achado mais comum nos animais da pesquisa 17/24 (70,83%). Essa alteração também foi evidenciada por Bezerra *et al.* (2021) em Fortaleza-CE em 41% dos cães. Isto ocorre especialmente em cães com alta carga parasitária, provavelmente devido à inflamação vascular causada pelas microfíliarias e por suas bactérias endossimbiontes do gênero *Wolbachia* (MÉNDEZ *et al.*, 2015).

Segundo Nelson e Couto (2010) achados como neutrofilia e monocitose são alterações inconsistentes, pois são comumente encontradas em animais com dirofilariose canina e outras infecções causadas por parasitas. Silva *et al.* (2021) obtiveram 20% dos animais com



leucocitose, 6,67% com desvio a esquerda moderado, 16,67% com neutrofilia e 20% com monocitose.

De acordo com Wysmolek (2020), a linfopenia pode estar associada a eventos de estresse ou ligados a infecção concomitante por outros microrganismos. Diferindo do presente estudo, Madril *et al.* (2020) e Bezerra *et al.* (2021) observaram um número maior de linfopenia com 47% e 61% dos animais avaliados, respectivamente.

Corroborando com resultado do estudo, a trombocitopenia foi também um achado por Madril *et al.* (2020) e Silva *et al.* (2021) em que cerca de 45% e 42,5% dos animais apresentaram a alteração, respectivamente. Atkins (2017) relata que essa alteração pode ocorrer nos casos crônicos da enfermidade. Ela aparece como resultado do consumo plaquetário pelo sistema arterial pulmonar, além do processo inflamatório (NELSON; COUTO, 2010).

Nota-se que a localização da população estudada, por ser de uma região litorânea de clima quente e úmido, possui ambiente propício para proliferação de mosquitos e consequentemente disseminação de microfilárias, sendo importante tratamento preventivo e controle do mosquito na região.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o presente estudo, conclui-se que todos os animais infectados eram cães, em sua maioria machos, sem raça definida e com idade entre cinco a dez anos. No perfil hematológico, a maioria dos animais apresentaram hiperproteinemia (70,83%), seguido de anemia normocítica normocrômica (41,66%), trombocitopenia (41,66%), leucocitose (37,50%), neutrofilia (29,16%), monocitose (29,16%), desvio a esquerda (25%) e linfopenia (20,83%), podendo estar associadas ou não, enquanto alguns animais, também infectados pela *D. immitis* não tiveram nenhuma alteração hematológica. Esta diferença dentre os padrões hematológicos dos animais, pode ser devido ao fato deles estarem, por exemplo, em diferentes fases da infecção, tendo em vista que, a busca de Microfilárias não era o objetivo da solicitação dos exames hematológicos, sendo esta, um achado laboratorial.

Estas alterações podem ser avaliadas para diagnóstico, prognóstico, profilaxia e tratamento da doença, juntamente com histórico, sinais clínicos e demais exames dos animais.



REFERÊNCIAS

- AIELLO, S. E.; MAYS, A. **Manual Merck de Veterinária**. São Paulo: Roca, 2001, p. 1861.
- ALMOSNY, N. R. P. **Hemoparasitoses em pequenos animais domésticos e como zoonoses**. 1. ed. Rio de Janeiro: L.F. Livros de Veterinária Ltda., 2002, p. 112-126.
- AMERICAN HEARTWORM SOCIETY (AHS). Current Canine Guidelines for the Diagnosis, Prevention and Management of Heartworm Disease (*Dirofilaria immitis*) Infection in Dogs. **American Heartworm Society**, 2020.
- ATKINS, C. Canine Heartworm Disease. In: ETTINGER S. J. **Textbook of Veterinary Internal Medicine**. St. Louis, Missouri, USA: Elsevier, 2017, p. 3166–3228.
- BARBOSA, C. L.; ALVES, L.C. Dirofilariose canina: situação atual no Brasil. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, Brasília, DF, n. 37, jan. 2006. Disponível em: <https://www.cfmv.gov.br/revista-cfmv-edicao-37-2006/comunicacao/revista-cfmv/2018/10/30/>. Acessado em: fev, 2023.
- BEZERRA, L. S. *et al.* Perfil epidemiológico, hematológico e bioquímico em cães com *Dirofilaria* sp. no Ceará. *Research, Society and Development*, [s. l] , n. 8, jul. 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17252>. Acessado em: 20 fev. 2023.
- BOLIO-GONZALEZ, M. E. *et al.* Prevalence of the *Dirofilaria immitis* infection in dogs from Merida, Yucatan, Mexico. *Veterinary Parasitology*, v. 148, n. 2, p. 166-169, set. 2007. Elsevier BV. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401707002774?casa_token=X87yU9_WyncAAAAA:f_vVmEKbzNAQqFeTYo2b6fidY8Kisu5GerpHSPdzhHQeaB_QoI6SzeraXuJk7mv41wTJnLYYbQw. Acessado em: fev. 2023.
- BOWMAN, D. D. G. **Parasitologia Veterinária**. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010, p. 202-207.
- CIRIO S. M. **Epidemiologia e clínica de cães portadores de dirofilariose em espaços urbanos de município do litoral do Paraná e aspectos da histologia de Culex Quinquefasciatus Say, 1823**. Ano: 2005. P. 139.). Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia) – Setor de ciências Biológicas Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/3822/Tese%20Silvana%20Maris%20Cirio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acessado em: fev, 2023
- DA SILVA, B. A. *et al.* Variação dos parâmetros hematológicos de cães microfilarêmicos atendidos numa clínica escola de medicina veterinária. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, n. 4, out./dez. 2021 Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/39012/29515>. Acessado em: fev. 2023.
- FERNANDES, C. G. N. *et al.* Aspectos epidemiológicos da dirofilariose canina no perímetro urbano de Cuiabá, Mato Grosso: emprego do "Immunoblot" e do teste de Knott modificado. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, n. 6, Ago. 2001. Disponível em:



<https://www.scielo.br/j/bjvras/a/cCTq9ywmGkXPXCpCKfLHw6G/?lang=pt>. Acessado em fev. 2023.

LARSSON, M. H. M. A. Prevalência de microfilárias de *Dirofilaria immitis* em cães do Estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, n. 2, 1990. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/bjvras/article/view/51850/55903>. Acessado em: fev, 2023.

LEITE, L. C. *et al.* Prevalência de *Dirofilaria immitis* (Leidy, 1856) em cães do canil municipal de Guaratuba, Paraná, Brasil. **Estudos de Biologia**, Curitiba, n. 66, jan/mar. 2007. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/2ad5/60807fa7f1d19e60b90a977541e9ac864150.pdf>. Acessado em: fev, 2023.

MADRIL, A. B. *et al.* **Perfil hematológico de cães infectados por *Dirofilaria immitis***. In: 12º SIEPE – Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, n. 2, 2020, Online. Anais do 12º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNIPAMPA. Online: Editora Unipampa, 2020. Pag. 1-2 Disponível em: https://ei.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq_trabalhos/22648/etp1_resumo_expandido_22648.pdf. Acessado em: fev. 2023.

MATTOS JÚNIOR, D. G. **Manual de helmintoses comuns em cães**. 2. ed., Rio de Janeiro: L.F. Livros, 2008, p. 66-81.

MCCALL, J. W. *et al.* Shifting the paradigm in *Dirofilaria immitis* prevention: blocking transmission from mosquitoes to dogs using repellents/insecticides and macrocyclic lactone prevention as part of a multimodal approach. **Parasites and Vectors**, New Orleans, LA, USA, n 2., nov. 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s13071-017-2438-4>. Acessado em: fev. 2023.

MÉNDEZ, J. C. *et al.* Acute phase protein response in heartworm-infected dogs after adulticide treatment. **Veterinary parasitology**, [s.l.], n. 3-4, fev. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401715001090?via%3Dihub>. Acessado em: fev. 2023.

MUPANOMUNDA, M. *et al.* *Dirofilaria immitis*: heartworm infection alters pulmonary artery endothelial cell behavior. **Journal of Applied Physiology**, Michigan, n. 2, fev. 1997. Disponível em: <https://journals.physiology.org/doi/epdf/10.1152/jappl.1997.82.2.389>. Acessado em: fev. 2023.

NAYAR, J. K.; CONNELLY, R. R. **Mosquito-Borne Dog Heartworm Disease**. University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, EDIS, 1998, p. 1-5.

NELSON, R. **Fundamentos da Medicina Interna de pequenos animais**. 1. ed. Rio Janeiro: Guanabara, 1992, p. 92-101.

NELSON, R.W.; COUTO, C. G. **Medicina interna de pequenos animais**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010, p. 169-178.

SIMÓN, F. *et al.* Human and animal dirofilariasis: The emergence of a zoonotic mosaic. **Clinical Microbiology Reviews**, [s.l.] n. 3, jul.2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3416488/>. Acessado em: fev. 2023.



TAYLOR, A. M.; COOP, L. R.; WAAL, L. R. **Parasitologia Veterinária**, 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010, p. 347-349.

THRALL M.A. **Hematologia e bioquímica veterinária**. São Paulo: Roca, 2006.

URQUHART, G. M. *et al.* **Parasitologia Veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S. A, 1996.

WYSMOLEK, M. E. *et al.* Hematological and biochemical changes in dogs naturally infected with *Dirofilaria repens*. **Frontiers in Veterinary Science**, [s.l.], n 7, set. 2020. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2020.00590/full>. Acessado em: fev. 2023.



CAPÍTULO 6

CLASSIFICAÇÃO E RELAÇÃO ETIOLÓGICA DAS EFUSÕES CAVITÁRIAS EM CÃES E GATOS: ESTUDO RETROSPECTIVO (2016-2022)¹

Vanessa Eloisa Dallabrida

Aline Koslinski

Geovana Thaís Motta

Aline Fernanda dos Santos

Karoline Vintureli Felício

Adriano de Oliveira Torres Carrasco

Meire Christina Seki

RESUMO

Derrames cavitários ou efusões são termos utilizados para descrever a existência de fluido acumulado e em excesso em cavidade, que se apresentam como uma manifestação clínica secundária a traumas, neoplasias, comprometimento cardiovascular, desordens metabólicas, e doenças inflamatórias ou infecciosas. Nesse contexto, a análise de líquidos cavitários fornece informações úteis na obtenção de um diagnóstico definitivo em medicina veterinária. O presente trabalho teve como objetivo realizar um estudo retrospectivo contendo informações quanto aos tipos de efusões cavitárias recebidas para análise no Laboratório de Doenças Infecciosas e Parasitárias da UNICENTRO, provenientes de cães e gatos atendidos pela Clínica Escola Veterinária – CEVET e clínicas particulares da região. Durante o período de janeiro de 2016 a junho de 2022, 36 análises de efusões cavitárias foram realizadas e classificadas, concluindo que os tipos de efusões em maior prevalência foram, respectivamente, transudato modificado (33,33%), transudato simples (30,55%) e exsudato (27,77%). Em transudatos modificados, têm-se que as etiologias ligadas a este tipo de efusão com maior frequência foram as hepatopatias e neoplasias, enquanto para transudatos simples foram as hepatopatias, e, para exsudatos, as neoplasias foram mais comuns. Quando avaliadas as etiologias relacionadas a efusões cavitárias por espécie animal, os achados mais comuns em cães foram as hepatopatias, e em gatos, o linfoma.

PALAVRAS-CHAVE: Ascite. Derrames cavitários. Exsudato. Transudato simples. Transudato modificado.

1. INTRODUÇÃO

Anatomicamente, os espaços cavitários corpóreos abrigam órgãos e líquidos. Estes líquidos, aquosos e de coloração clara, tem como papel lubrificar as membranas e órgãos, facilitando sua movimentação e impedindo que haja algum atrito, além de eliminar catabólitos e fornecer nutrientes (FILHO, 2011). O movimento dos fluidos corporais é ditado pelas relações entre as pressões hidrostáticas e oncóticas dos vasos sanguíneos e interstício, que garantem um equilíbrio no organismo (LOPES, 2003).

¹ Fomento: Fundação Araucária.



Fisiopatologicamente, derrames cavitários ou efusões são termos utilizado para descrever a existência de fluido acumulado e em excesso em qualquer cavidade revestida por células mesoteliais, que se apresentam como uma manifestação clínica secundária a traumas, neoplasias, comprometimento cardiovascular, desordens metabólicas, e doenças inflamatórias ou infecciosas (ZACHARY, 2018). Ainda, de acordo com Lopes (2003), a condição de efusão pode se dar através de quatro mecanismos básicos: a obstrução linfática, o aumento da permeabilidade vascular, a redução da pressão oncótica vascular e o aumento da pressão hidrostática vascular.

A análise de líquidos cavitários fornece informações úteis na obtenção de um diagnóstico definitivo em medicina veterinária, e contribui com a definição do prognóstico de diversas doenças, detectando etiologias subjacentes não evidentes em outros exames (ALONSO *et al.*, 2019). Os líquidos cavitários passíveis de análise são: pleural, pericárdico, abdominal e sinovial, e a literatura classifica-os em transudato, transudato modificado ou exsudato de acordo com suas características físicas, químicas e citológicas. Ademais, em decorrência de diversas situações clínicas é possível encontrar efusões com características peculiares, a exemplo da efusão quilosa e da efusão hemorrágica (COWELL *et al.*, 2009).

Em condições normais, o fluido cavitário é claro e incolor, e diversos tipos celulares podem ser identificados, estando entre os achados normais os fagócitos mesoteliais mononucleares, linfócitos e raros neutrófilos (THOMPSON, 2012). Em medicina veterinária, é possível classificar as efusões com base na concentração de proteína do fluido e a contagem de células nucleadas deste, que será proporcional a intensidade do processo inflamatório (COWELL *et al.*, 2009).

Segundo Lopes (2003), o transudato simples caracteriza-se por um líquido límpido e incolor em cães e gatos, apresentando pequena quantidade de proteína total ($< 1500/\mu\text{L}$), pH alcalino, baixa densidade ($< 1,017$) e como células predominantes observam-se células mesoteliais, poucos linfócitos, neutrófilos íntegros e raros macrófagos e hemácias. O transudato simples resulta da diminuição na concentração de proteínas plasmáticas (diminuição da pressão coloidosmótica), secundária a uma nefropatia, hepatopatia crônica, enteropatias ou deficiência nutricional.

Já o transudato modificado, por sua vez, ainda de acordo com Lopes (2003), é um líquido leve e moderadamente turvo, com quantidade de proteína total moderada (2,5 – 7,0g/dL), baixa a moderada celularidade (CTCN 1.000 – 7.000/ μL) e presença de células



mesoteliais, macrófagos e hemácias predominantemente, poucos linfócitos e neutrófilos íntegros. A formação do transudato modificado ocorre a partir de um aumento da pressão hidrostática capilar (decorrente por exemplo de insuficiência cardíaca, hemorragias intracavitárias e torção pulmonar) ou de bloqueio do sistema linfático por massas e tumores. Entre os transudatos modificados estão a efusão quilosa, formada pelo extravasamento de linfa, a peritonite infecciosa felina (PIF) e a peritonite biliar, cada qual também com as suas especificações de cor, densidade, pH e celularidade (LOPES, 2003).

Por fim, o exsudato apresenta origem inflamatória. É um líquido turvo, de coloração branca, rosa, âmbar ou avermelhada, com proteína total ($>3,0\text{g/dL}$), densidade ($>1,020$), pH ácido e células nucleadas ($\text{CTCN} > 7.000/\mu\text{L}$). Os exsudatos geralmente coagulam, e observa-se em exame citológico a predominância de neutrófilos, macrófagos e células mesoteliais, existindo a possibilidade também da presença de bactérias. A literatura divide a ocorrência dos exsudatos em sépticos, quando se manifestam devido a agentes bacterianos ou fúngicos, e em assépticos, quando são secundários a peritonite biliar, pancreatite necrótica, uroperitônio ou neoplasias (LOPES, 2003).

Frente ao exposto, o presente estudo objetiva caracterizar as efusões cavitárias provenientes de pacientes cães e gatos atendidos na Clínica Escola Veterinária – CEVET/UNICENTRO, descrevendo as principais análises requisitadas pelos clínicos veterinários e seus respectivos achados laboratoriais. Para a realização do estudo foram analisadas amostras biológicas processadas nos períodos de janeiro de 2016 a junho de 2022, totalizando 36 amostras.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo realizar um estudo retrospectivo contendo informações quanto aos tipos de efusões cavitárias recebidas para análise no Laboratório de Doenças Infecciosas e Parasitárias da Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO), provenientes de cães e gatos atendidos pela Clínica Escola Veterinária – CEVET/UNICENTRO e clínicas particulares da região.

As amostras recebidas foram classificadas em exsudato, transudato simples, transudato modificado, efusão quilosa e efusão hemorrágica, verificando qual tipo de efusão é tida como achado mais comum no cão, e mais comum no gato, bem como qual causa clínica se apresentou com mais frequência para cada um dos achados em pacientes com acúmulo de líquido cavitário.



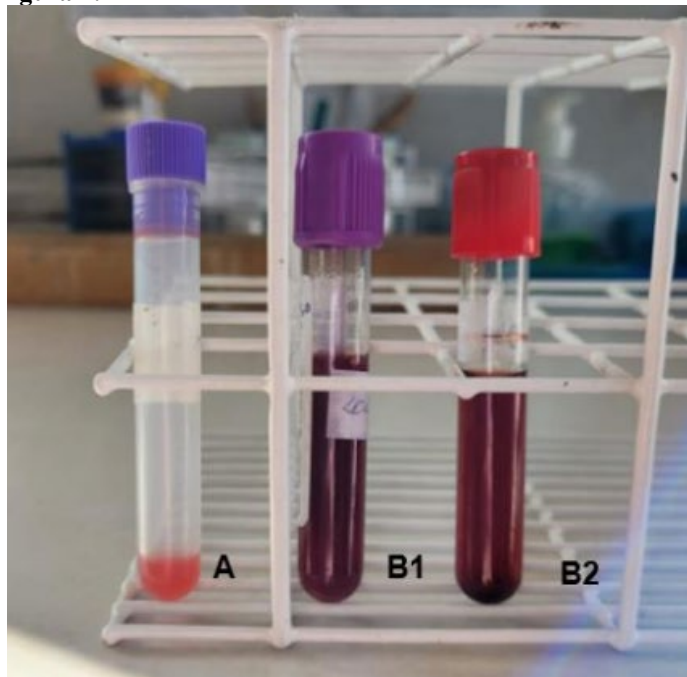
3. METODOLOGIA

Foram analisadas 36 fichas clínicas e laudos laboratoriais de animais cães e gatos de diversas idades, sexo e raças atendidos na Clínica Escola Veterinária (CEVET) e clínicas particulares da região, que tiveram amostras de líquido cavitário (abdominal, pleural e pericárdico) enviadas ao Laboratório de Doenças Infecciosas e Parasitárias (LADIP) da UNICENTRO no período de janeiro de 2016 a junho de 2022. A partir do avaliado, foram compilados dados quanto aos tipos de efusão, a espécie animal e sua respectiva manifestação de efusão mais recorrente, bem como as etiologias relacionadas.

A colheita de líquidos cavitários foi realizada através de punção aspirativa, e uma vez obtidas as amostras, estas foram divididas em um tubo seco, para mensurar o conteúdo bioquímico, e um tubo contendo anticoagulante (EDTA), para preservação das características morfológicas das células possibilitando um adequado exame citológico, conforme a Figura 1. Os exames foram realizados, no máximo, até 12 horas após a colheita.

Com relação ao exame físico-químico, observou-se a coloração e aspecto do líquido, posteriormente mensurados a densidade (refratometria) e proteínas em g/dL (refratometria); pH (em papel tornassol), e realizada a contagem de células nucleadas totais (células/ μ L), ao hemocítômetro (câmara de Newbauer).

Figura 1: Amostras de efusão cavitária de dois diferentes animais.

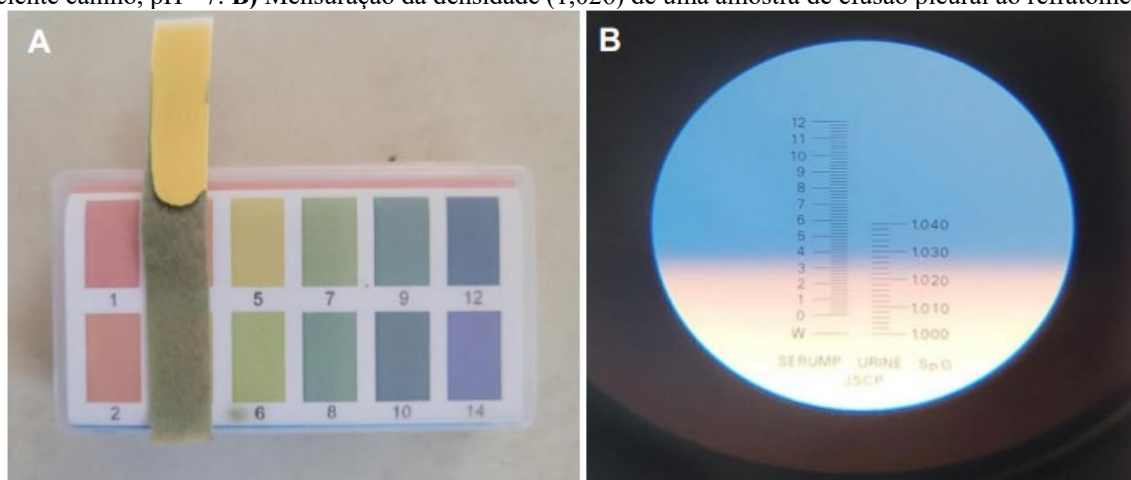


Legenda: **A)** Amostra de efusão pleural de um paciente felino, em tubo EDTA (tampa roxa) para exame citológico; **B1)** Amostra de efusão pleural de um paciente canino, em tubo EDTA (tampa roxa) para exame citológico; **B2)** Amostra em tubo com ativador de coágulo (tampa vermelha) para realização do exame físico-químico.

Fonte: Autoria própria (2022).



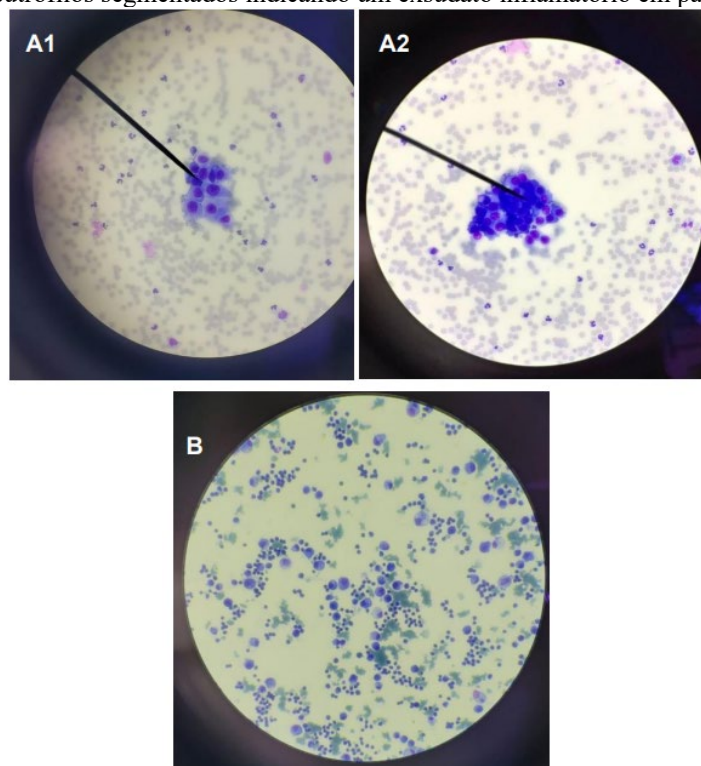
Figura 2: **A)** Apresentação de resultado de mensuração do pH ao exame físico-químico de efusão pleural de paciente canino, pH= 7. **B)** Mensuração da densidade (1,026) de uma amostra de efusão pleural ao refratômetro.



Fonte: Autoria própria (2022).

Para o exame citológico, foram confeccionadas lâminas com o material a ser analisado. As lâminas foram visualizadas em microscópio óptico em aumento de 400x, buscando determinar o diagnóstico específico 11 A B através da observação dos diversos tipos celulares e alterações morfológicas de células livres ou isoladas, algumas delas, exemplificadas na figura 3. A coloração utilizada no LADIP é o panótico rápido.

Figura 3: Achados em microscopia óptica dos exames citológicos dos derrames cavitários analisados, corados por panótico rápido, aumento de 400x. **A1)** Metástase de carcinoma mamário em paciente canino com efusão pleural classificada como exsudato devido a processo neoplásico. **A2)** Bloco de células epiteliais de epitélio glandular mamário, indicando metástase de adenocarcinoma mamário. **B)** Presença de alta celularidade e macrófagos altamente ativados e neutrófilos segmentados indicando um exsudato inflamatório em paciente felino.



Fonte: Autoria própria (2022).



Ao término de cada exame foi confeccionado o laudo, em que todos os detalhes vistos referentes ao exame físico-químico e citológico foram descritos e enviados ao médico veterinário solicitante para as devidas elucidações.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de janeiro de 2016 a junho de 2022, 36 análises de efusões cavitárias foram realizadas ao Laboratório de Doenças Infecciosas e Parasitárias da UNICENTRO, sendo as efusões peritoneais A1 A2 B (abdominais) as mais comuns, conforme mostra a tabela 1.

Tabela 1: Origem das efusões cavitárias em pacientes cães e gatos.

Classificação	Número	Ocorrência (%)
Líquido Abdominal	28	77,77%
Líquido Torácico	6	16,66%
Líquido Pericárdico	2	5,55%
Total	36	100%

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Após a classificação de acordo com Lopes (2003), observa-se que a o tipo de efusão mais prevalente durante o período estudado, foi o transudato modificado (33,33%), seguido por transudato simples (30,55%) e exsudato (27,77%), todos encontrados com maior frequência em cavidade abdominal (Tabela 2 e gráfico 1). Em estudo realizado por Schmitz (2018), o transudato modificado (48%) e as efusões abdominais (68%) também se mostraram com maior prevalência.

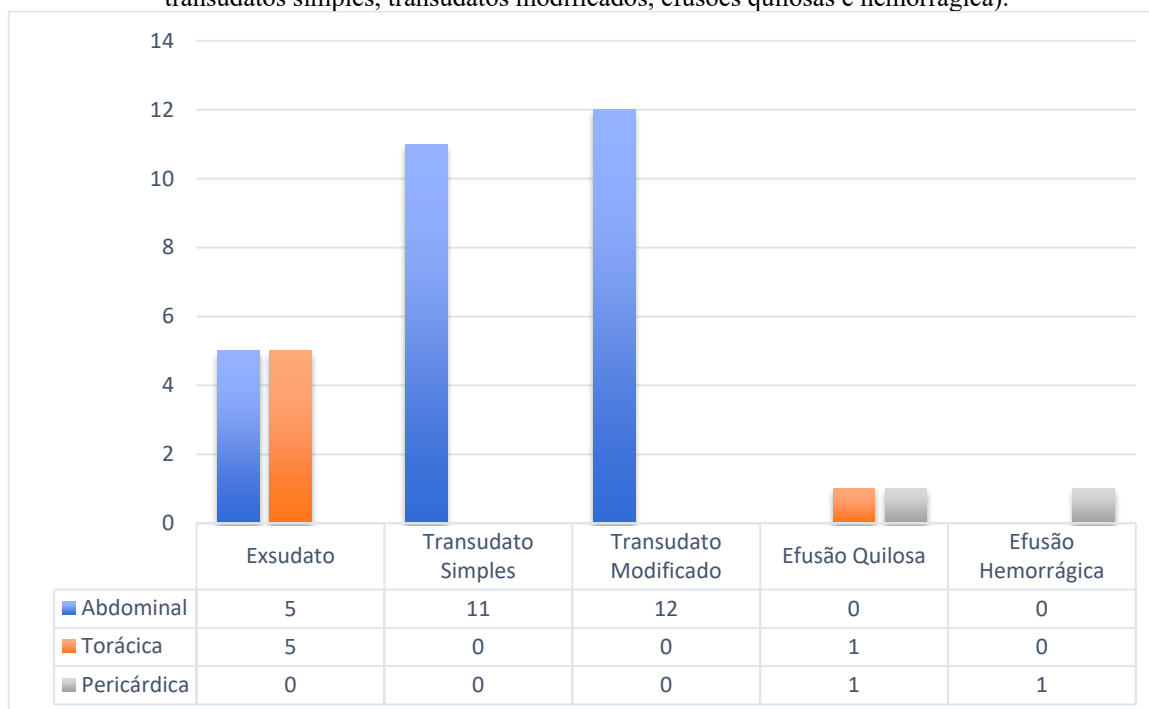
Tabela 2: Resultados gerais dos tipos de efusões cavitárias em pacientes cães e gatos.

Classificação	Número	Ocorrência (%)
Transudato modificado	12	33,33%
Transudato simples	11	30,55%
Exsudato	10	27,77%
Efusão quilosa	2	5,55%
Efusão hemorrágica	1	2,77%
Total	36	100%

Fonte: Dados da pesquisa (2022).



Gráfico 1: Distribuição dos tipos de efusões quanto a localização em relação ao grupo de efusões (exsudatos, transudatos simples, transudatos modificados, efusões quilosas e hemorrágica).



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

De 36 animais avaliados, 24 (66,66%) eram cães e 12 (33,33%) eram gatos, sendo possível afirmar, no presente estudo, que a casuística foi maior em pacientes da espécie canina em relação aos felinos (Tabela 3). Dentre os animais 17 (42,22%) eram fêmeas, sendo seis fêmeas da espécie felina e 11 da espécie canina, e 19 (52,77%) eram machos, sendo seis da espécie felina e 13 da espécie canina.

Tabela 3: Animais com derrames cavitários segundo espécie, sexo e idade.

	Número de animais	Ocorrência (%)
Espécie		
Cães	24	66,66%
Gatos	12	33,33%
Sexo		
Machos	19	52,77%
Fêmeas	17	42,22%
Idade		
Até 1 ano e meio	6	16,66%
> 1 ano e meio	28	77,77%
Indefinido	2	5,55%

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Outro dado analisado, diz respeito a idade dos animais que apresentaram algum tipo de efusão cavitária, sendo a maior casuística em pacientes acima de um ano e meio, representando 77,77% das requisições. Seis animais possuíam até um ano e cinco meses (16,66%) e dois (5,55%) indefinido, não sendo informada a idade em ficha clínica ou requisição. Alonso; Bulla e Paes (2017) relatam que em cães, os idosos são mais acometidos por efusões cavitárias, e



segundo König *et al.* (2019), gatos adultos a idosos. Ainda König *et al.* (2019) descrevem que a idade é um excelente parâmetro para se presumir a etiologia da efusão, uma vez que no seu estudo, gatos diagnosticados com PIF foram significativamente mais jovens do que os animais que foram diagnosticados com outras doenças. Os dados mencionados quanto a espécie, sexo e idade estão descritos na tabela 3.

As efusões cavitárias caninas secundárias a hepatopatias são frequentemente associadas a outras etiologias subjacentes responsáveis por formação de efusão (ALONSO; BULLA; PAES, 2017), sendo um dos motivos pelo qual algumas das etiologias ilustradas na tabela 4 aparecem em associação em um mesmo animal compreendido no estudo. Segundo estudo retrospectivo realizado por Bohn (2017), exsudatos foram comumente associados à sepse e neoplasias, enquanto transudatos com níveis baixos de proteína estavam ligados a doenças hepáticas e transudatos com níveis mais altos de proteínas a doenças cardíacas e neoplásicas (BOHN, 2017). Etiologicamente, no presente estudo observou-se, com maior frequência, que as efusões exsudativas decorriam de processos neoplásicos, os transudatos simples de hepatopatias, e os transudatos modificados de hepatopatias e neoplasias, estando as outras associações listadas na tabela 4.

Tabela 4: Classificação das efusões em exsudatos e transudatos, utilizando o diagnóstico clínico em pacientes cães e gatos, estando algumas etiologias associadas em alguns animais.

Classificação da Efusão	Etiologia	Número de pacientes
Exsudato (n=10)	Neoplasia	5
	Cardiopatia	3
	Processo Infecioso	2
Transudato simples (n=11)	Hepatopatia	7
	Cardiopatia	3
	Processo Infecioso	3
	Hipoproteinemia	2
Transudato modificado (n=12)	Hepatopatia	7
	Neoplasia	6
	Cardiopatia	4
Efusão quilosa (n=2)	Neoplasia	2
Efusão hemorrágica (n=1)	Cardiopatia	1

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

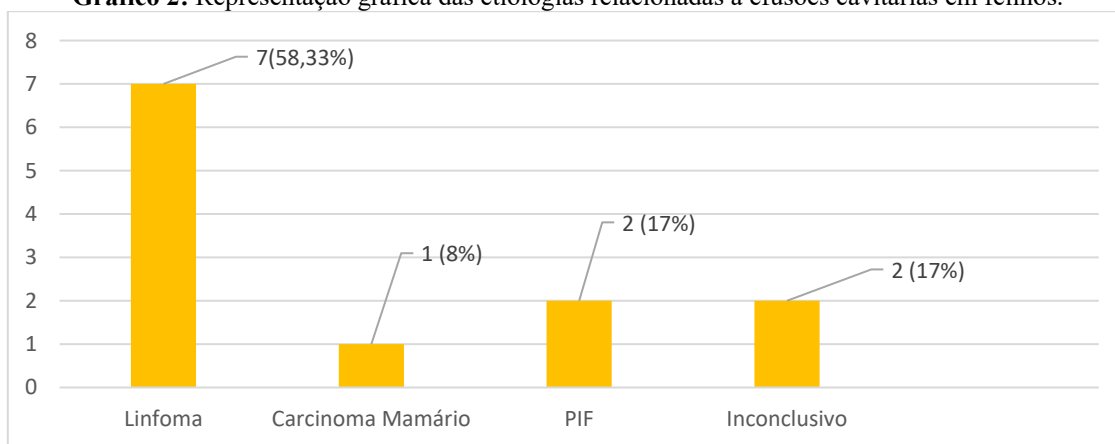
Quando avaliamos efusões por espécie animal, observamos que de um total de 12 (33,33%) efusões de gatos, a causa etiológica mais observada foi o linfoma (58,33%), seguido de peritonite infecciosa felina (PIF) (17%), carcinoma mamário (8%) e dois (17%) casos



inconclusivos, conforme o gráfico 2. O linfoma também aparece como a etiologia de maior casuística em estudo feito por Melo *et al.* (2009), no qual, dentre as doenças que ocasionam efusão pleural, o linfoma foi diagnosticado em 34,78% dos casos. É sabido que as efusões neoplásicas ocorrem, geralmente, devido ao acúmulo de células neoplásicas nos vasos linfáticos, levando a consequente obstrução da linfa e extravasamento para cavidades corpóreas. Dentre as neoplasias mais encontradas nesses exames, os linfomas têm grande importância, devido à sua facilidade de esfoliação celular (GERVÁSIO *et al.*, 2021).

König *et al.* (2019), em estudo retrospectivo de efusões pleurais envolvendo 306 felinos, definiu as doenças cardíacas como a etiologia de aparecimento mais comum, representando 35,3% do número total de gatos, seguido das neoplasias, as quais representam 30,7%. No presente estudo, não houve paciente felino que apresentasse doença cardíaca.

Gráfico 2: Representação gráfica das etiologias relacionadas a efusões cavitárias em felinos.



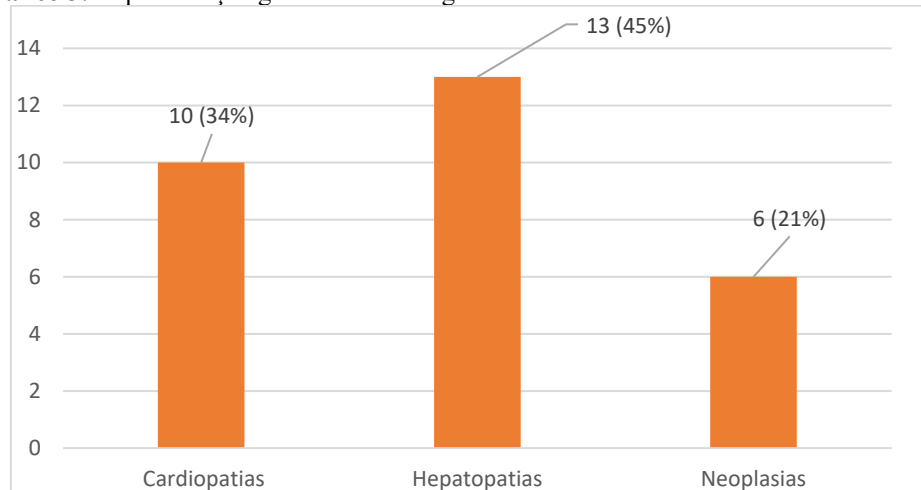
Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Por outro lado, no que diz respeito às análises realizadas da espécie canina, observamos que de um total de 24 (66,7%) efusões, 45% decorriam de hepatopatias, 34% de cardiopatias e 21% de neoplasias, como ilustrado no gráfico 3. De acordo com Webster (2010), a hipoalbuminemia surge mais frequentemente em alterações hepáticas crônicas, como a cirrose e alterações portossistêmicas, observadas em grande número nos animais deste estudo. Nestes casos, a diminuição da pressão oncótica favorece a ascite, efusão pleural e edema subcutâneo. Semelhante ocorre com as cardiopatias, em que mecanismos compensatórios fazem com que a pressão venosa central exceda a pressão intersticial, e assim, fluidos comecem a acumular na cavidade pleural e peritoneal (ZACHARY, 2018). Em um estudo, 57% das efusões pericárdicas e 11% das efusões peritoneais e pleurais em cães resultavam de neoplasias. Carcinomas, tumores de células redondas, mesoteliomas e sarcomas podem resultar em efusão neoplásica (ALLEMAN, 2003).



Alonso, Bulla e Paes (2017), em seu estudo, concluíram que as etiologias subjacentes mais frequentemente observadas em cães apresentando efusão cavitária são as hepatopatias, a hipoproteinemia e as neoplasias, nesta ordem. Na presente retrospectiva, a ordem se deu pelas hepatopatias, cardiopatias e neoplasias, mesmo que, algumas delas, em associação.

Gráfico 3: Representação gráfica das etiologias relacionadas a efusões cavitárias em caninos.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na retrospectiva realizada, os tipos de efusões em maior prevalência foram, respectivamente, transudato modificado, transudato simples e exsudato. Em transudatos modificados, têm-se que as etiologias ligadas a este tipo de efusão com maior frequência foram as hepatopatias e neoplasias, enquanto para transudatos simples as hepatopatias, e, para exsudatos, as neoplasias em primeiro lugar. Quando avaliadas as etiologias relacionadas a efusões cavitárias por espécie animal, os achados mais comuns em cães foram as hepatopatias, e em gatos, o linfoma. Para ambas as espécies, a maior apresentação se deu em pacientes que possuíam acima de um ano e meio de idade.

Frente ao exposto, faz-se nítida a importância da análise dos líquidos cavitários a fim de estabelecer um direcionamento diagnóstico na clínica de pequenos animais, principalmente no que diz respeito as hepatopatias, cardiopatias e neoplasias, etiologias observadas em maior número no que compreende este estudo. Ainda, evidencia-se que o preenchimento das fichas clínicas dos pacientes possibilita acesso a seu histórico sendo fundamental para compreensão das afecções e elaboração de estudos futuros, como no caso desta retrospectiva.



REFERÊNCIAS

ALLEMAN AR. Abdominal, thoracic, and pericardial effusions. **Veterinary Clinical North America Small Animal Practice** 2003 Jan;33(1):89-118. Disponível em:<[https://doi.org/10.1016/s0195-5616\(02\)00057-8](https://doi.org/10.1016/s0195-5616(02)00057-8)>. Acessado em: Ago, 2022.

ALONSO, F.H.; BULLA, C.; PAES, P.R.O.. Canine cavitory effusion: a retrospective study of 304 cases in Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 71, n. 3, p. 869-877, Junho 2019. Disponível em:<<https://doi.org/10.1590/1678-4162-10727>>. Acessado em: Set, 2022.

COWELL, R. L.; TYLER, R.D.; MEINKOTH, J. H.. **Diagnóstico citológico e hematologia em cães e gatos**. 3º ed. São Paulo: Editora MedVet, 2009. p. 235-255

FILHO, G. C. N.. **Tumores Metastáticos Nos Líquidos Cavitários**. Monografia (Pós-Graduação em Citologia Clínica) – Curso de Medicina Veterinária, Universidade Paulista e Centro de Consultoria Educacional, Recife, 2011. Disponível em:<<https://www.cceursos.com.br/img/resumos/citologia/10.pdf>>. Acessado em: Ago, 2022.

GERVÁSIO, M. L. *et al.* Influence of environmental tobacco smoke on the etiology of lymphoma in domestic cats. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer – Jandaia-GO, v.19 n.39; p. 105 2022 **PUBVET**, v. 15, n. 9, p. 1-7, 2021. Disponível em:<<https://doi.org/10.31533/pubvet.v15n09a913.1-7>>. Acessado em: Set, 2022.

KÖNIG, A. Retrospective analysis of pleural effusion in cats. **Journal of Feline Medicine and Surgery**. 2019;21(12):1102-1110. Disponível em:<<https://doi.org/10.1177/1098612X18816489>>. Acessado em: Ago, 2022.

LOPES S. T. Características dos derrames cavitários em Veterinária. In: González, FH.D, Campos, R.. 2003. Porto Alegre: **Anais do I Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil**. Porto Alegre: Gráfica da universidade federal do rio grande do sul. 2003, p. 65-72. Disponível em:<https://www.ufrgs.br/lacvet/site/wp-content/uploads/2013/05/I_simp_patol_clin2003.pdf>. Acessado em: Set, 2022.

MELO, F. A. C. De. Efusão Pleural em gatos: revisão de literatura e estudo retrospectivo / Pleural Effusion in cats: literature review and retrospective study. Melo, Flávia Azevedo Cavalcanti de; Martins, Christine Souza. In; **MEDVEP. Revista científica de Medicina Veterinária**; 7(23): 442-446, 2009. Disponível em:<<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vti-1491>>. Acessado em: Set, 2022.

THOMPSON, A. C.; REBAR, A. H. Fluidos de cavidade corporal In: RASKIN, R.E.; MEYER. J.. **Citologia Clínica de Cães e Gatos – Atlas Colorido e Guia de Interpretação**. 2º ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. Cap.6. p. 348-352.

WEBSTER, C. R. L. History, Clinical Signs, and Physical Findings in Hepatobiliary Disease. In S. ETTINGER; E. FELDMAN (Eds.), **Textbook of Veterinary Internal Medicine: Diseases of the Dog and Cat**. Philadelphia: Elsevier, 2010. pp. 1612–1625.

ZACHARY, J. F. **Bases da Patologia em Veterinária**, 6a. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018. p. 556.

CAPÍTULO 7

A EFICÁCIA DE DIVERSOS TRATAMENTOS CONTRA *NOTOEDRES CATI* EM GATOS DOMÉSTICOS

Thaís Campos de Paula
Luiz da Silveira Neto
Luiz Eduardo Corrêa Fonseca
Katia Denise Saraiva Bresciani

RESUMO

A sarna notoédrica é uma doença parasitária causada pelo ácaro *Notoedres cati* que acomete principalmente os felinos, e se caracteriza por sinais clínicos típicos de lesões cutâneas crostosas na face e orelhas, além do prurido intenso. Os diferentes tipos de tratamentos, como o uso de ivermectina, selamectina, Broadline® (Boehringer Ingelheim), Advocate® (Bayer) e NexGard® (Boehringer Ingelheim), que visam a combater a infestação parasitária. A ivermectina é um dos principais fármacos utilizados, porque eficaz, não causa efeitos adversos e o tempo de tratamento é curto.

PALAVRAS CHAVES: Sarna notoédrica. Ácaros. Felinos. Lesões cutâneas. Antiparasitários.

1. INTRODUÇÃO

A sarna notoédrica é uma rotineira dermatite contagiosa com complicações sistêmicas causadas por ácaros escavadores do gênero *Notoedres*, e família Sarcoptidae (FOLEY *et al.*, 2016). Os sinais clínicos mais comuns são hiperqueratose com crostas acizentadas e prurido associado com escamas, encontrado no pavilhão auricular, face e cabeça (SAMPAIO *et al.*, 2017). Por ser uma zoonose é de suma importância a realização do tratamento adequado, assim como uma educação básica de manejo dos animais acometidos que tenham contato frequente com seus tutores, a fim de evitar futuras transmissões entre animais e humanos (SANTOS *et al.*, 2019).

O tratamento da sarna notoédrica visa a erradicar o ácaro do animal (HELLMANN *et al.*, 2013). Os medicamentos parasiticidas eficazes são importantes para controlar a infestação do ácaro *Notoedres cati* em gatos e reestabelecer uma vida saudável aos animais, além de proteger os tutores. Medicamentos como Advocate® (Bayer), Revolution® (Zoetis) e Broadline® (Boehringer Ingelheim) são produzidos em formulações de lactonas macrocíclicas (BAKER *et al.*, 2021). O NexGard® Combo (Boehringer Ingelheim), constituído por esafoxolaner, eprinomectina e praziquantel, possui um amplo espectro de atividade antiparasitária, porém só está disponível na União Européia. Outros medicamentos da classe das avermectinas, também lactonas macrocíclicas, são muito utilizados, muitas vezes em



conjunto com banhos com acaricidas até o tratamento completo dos sinais clínicos (SANTOS *et al.*, 2019).

O objetivo desse trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica, para comparar as diferenças entre as eficácias dos tratamentos utilizados contra esse artrópode, e evidenciar o melhor fármaco contra a sarna notoédrica atualmente.

2. METODOLOGIA

O estudo tem como objetivo principal abordar o tema retratado de uma forma exploratória qualitativa por meio de levantamentos bibliográficos, a fim de descrever a ideia principal do trabalho.

Para a confecção desse trabalho foi realizada uma busca relacionada ao tema “Qual o fármaco mais eficiente contra a sarna notoédrica em gatos domésticos?”, sendo usados artigos com textos completos em português e inglês, revisão de literatura e relatos de caso, publicados entre os anos de 2013 a 2021.

Os artigos utilizados abordavam experimentos com felinos errantes ou de tutores, realizados para a identificação da eficácia dos fármacos para o combate da sarna notoédrica, sendo comparado a eficiência dos fármacos de acordo tanto com a cura das lesões do animal quanto da parasitológica, além de verificar a ocorrência de óbitos ou efeitos adversos com os medicamentos utilizados.

Os estudos foram analisados por meio de uma leitura detalhada a fim de utilizar os tópicos mais importantes de cada artigo, que possuam as informações necessárias e mais importantes para a elaboração dessa revisão, relacionando desse modo todos os fármacos utilizados nos artigos para o tratamento do *N. cati* em gatos.

3. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, EPIDEMIOLÓGICAS E TIPOS DE DIAGNÓSTICOS DO ÁCARO *N. CATI*

O gênero *Notoedres* spp. possui mais de 20 espécies, sendo a maioria ectoparasitos de morcegos tropicais (HELLMANN *et al.*, 2013); FULAR *et al.*, 2019). Pode acometer cães, gatos, roedores, além dos seres humanos, e não possui predileção por idade, raça ou sexo dos animais (SANTOS *et al.*, 2019). A transmissão ocorre por contato direto entre os animais, podendo assim se espalhar rapidamente (BAKER *et al.*, 2021).

O ácaro é semelhante ao *Sarcoptes scabiei* morfologicamente (SANTOS *et al.*, 2019). Porém há diferenças importantes entre esses artrópodes, como por exemplo, as variadas formas



de desenvolvimento do gênero *S. scabiei* podem sobreviver fora do hospedeiro por dias ou até semanas, fato não observado na escabiose felina (KRAABØL *et al.*, 2015). Esses ácaros devido a serem artrópodes de tamanho médio, possuem ventosas nas patas, maior número de estrias corporais e um ânus dorsal, podem ser diferenciados de *S. scabiei* (HELLMANN *et al.*, 2013). Em sua fase adulta, *N. cati* mede em torno de 200 µm x 240 µm, possui formato arredondado e patas curtas (FULAR *et al.*, 2019).

Na sarna notoédrica o ácaro é escavador, podendo adentrar a parte mais profunda da pele do pavilhão auricular do animal até o estrato germinativo, onde as fêmeas depositam seus ovos. Após aproximadamente três semanas, o ciclo biológico é concluído (HELLMANN *et al.*, 2013).

O diagnóstico da doença pode ser realizado por raspado de pele, com a identificação do ácaro por microscopia direta (HELLMANN *et al.*, 2013). Outra técnica diagnóstica é o uso de impressão de fita de acetato, com a utilização de uma lâmina de microscópio para a visualização do parasito (SAMPAIO *et al.*, 2017).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo em questão sugere que o uso da ivermectina para o tratamento da sarna notoédrica é o melhor método atualmente pelos experimentos abordados em felinos, demonstrarem eficácia em torno de duas semanas com quatro aplicações no total.

Outros fármacos foram discutidos durante o trabalho como, a selamectina que demonstrou eficiência com três aplicações tópicas em intervalos de quinze a trinta dias entre as doses. Broadline® Boehringer Ingelheim (fipronil, metopreno, eprinomectina, praziquantel) apresentou uma eficiência do tratamento após oito semanas, sendo necessária mais uma dose após quatro semanas do término do tratamento para a cura completa.

No experimento de imidacloprida 10%/moxidectina 1% *spot-on* (Advocate® / Advantage® Multi, Bayer), o estudo durou em torno de trinta dias com resultado satisfatório para a maioria dos animais tratados, entretanto os animais com lesões mais graves da doença não resistiram com o tratamento. Já com NexGard® Boehringer Ingelheim (esafoxolaner, eprinomectina, praziquantel) os animais obtiveram cura completa com quarenta e dois dias com uma única aplicação tópica.



4.1 Ivermectina

Duas gatas da raça Persa com idades entre quatro a cinco meses, deram entrada ao Instituto de Pesquisa Veterinária Indiano, em Bareilly. Como sinais clínicos apresentavam alopecia, prurido intenso, hiperqueratose, além de lesões crostosas secas na face, patas e orelhas. Ambas as gatas foram tratadas com ivermectina subcutânea, duas vezes na semana, durante três semanas. Não houve reações adversas com o tratamento de ivermectina, havendo uma recuperação corporal significativa em ambas as felinas. O tratamento bem sucedido com relação ao combate a sarnas foi constatado tanto em gatos, quanto em cães e animais de grande porte. No estudo atual, a eliminação completa da sarna notoédrica foi observada após quatorze dias de tratamento sem efeitos adversos. Diferentes autores constataram a eficácia da ivermectina contra *N. cati* na dosagem de 200 ug a 1000 ug (FULAR *et al.*, 2019).

Em outro estudo um gato de seis meses do complexo veterinário de Proddatur apresentava diminuição da ingestão de alimento, problemas crônicos de pele e prurido intenso. Após anamnese foi revelado que o tutor tinha mais um gato de um ano de idade que estava apresentando as mesmas lesões de pele, eram gatos semidomiciliados. No exame clínico o gato do estudo apresentou escamas, crostas, eritema e alopecia na face, margens das orelhas, patas, tórax e abdômen ventral. Os animais foram tratados com ivermectina duas vezes na semana por via oral. A eficácia foi observada por meio da recuperação clínica e exames de raspados de pele em intervalos semanais. Em torno de duas semanas de tratamento com o uso de quatro doses de ivermectina as raspagens foram negativas, porém a administração do fármaco via oral foi continuada por mais duas semanas. O tratamento não apresentou reações adversas e sem nenhuma recorrência após quatro meses da terapia (SIVAJOTHI *et al.*, 2015).

4.1.1 Selamectina

Um gato macho errante sem raça definida (SRD), adulto jovem, foi atendido no Hospital Veterinário da Universidade de Santo Amaro (UNISA) em setembro de 2018, sem histórico conhecido. O animal apresentava lesões cutâneas de hiperqueratose, descamações em variadas regiões do corpo como cabeça e ventre, além de desidratação, apatia, ventroflexão e mucosas hipocoradas. Com o diagnóstico positivo para escabiose felina o tratamento foi iniciado com selamectina (Revolution®, Zoetis) por via tópica, com três aplicações no intervalo de trinta dias entre elas. A dose recomendada para o uso de selamectina é 6 mg/kg com duas aplicações em intervalos de quinze a trinta dias. No estudo em questão o felino demonstrou a cura completa após três aplicações do medicamento, baseando-se nos raspados cutâneos. Vale ressaltar que



não existe indicação para tratamento da sarna notoédrica com selamectina, mas há relatos de eficácia e segurança em felinos tratados para a escabiose. Nacionalmente ainda é muito escasso os relatos de tratamento com esse medicamento em gatos com escabiose, entretanto segundo internacionalmente já foi relatada alta eficácia do medicamento na forma injetável na dosagem de 0,2 mg/kg em felinos com escabiose (KUMAR *et al.*, 2008, *apud* SANTOS *et al.*, 2019).

4.1.1.1 Broadline® Boehringer Ingelheim (fipronil, metoprene, eprinomectina, praziquantel)

Um estudo na Hungria foi realizado envolvendo dezoito gatos europeus com diagnóstico definitivo para *N. cati*. Os gatos possuíam pesos entre 2,0 kg a 4,1 kg e com idades entre dezoito meses a quatro anos. Os felinos com pesos entre 0,8 kg a 2,5 kg e 2,5 kg a 7,5 kg receberam doses do medicamento de 0,3 ml e 0,9 ml, respectivamente. Nenhum efeito adverso foi constatado com relação ao uso do medicamento. O grupo tratado com Broadline® (Boehringer Ingelheim) apresentou eficácia $\geq 99,3\%$ ao longo do estudo. Duas semanas após o início do tratamento a taxa de recuperação era de 78%, e ao final do estudo após oito semanas a taxa de eficácia era de 100%. Apesar da eficácia comprovada do tratamento no período de oito semanas, é recomendável um segundo tratamento com Broadline® (Boehringer Ingelheim) após quatro semanas, para a cura parasitológica completa (KNAUS; CAPÁRI; VISSER, 2014).

4.1.1.1.1 Imidacloprida 10% / moxidectina 1% spot-on (Advocate® / Advantage® Multi, Bayer)

Nesse estudo realizado na Hungria, foram utilizados dezesseis felinos. Os animais possuíam idades entre quatro a sessenta meses e apresentavam-se aparentemente saudáveis, porém eram positivos para sarna notoédrica de acordo com as raspagens de pele realizadas. O estudo teve duração de vinte e oito dias, e no último dia, cinco animais do grupo controle negativo possuindo contagens viáveis do artrópode foram tratados com Advocate®/Advantage® Multi (Bayer) no trigésimo dia, e a partir dessa data eles foram avaliados por aproximadamente dois meses afim de aumentar o número de tratados. Até o 28º dia os animais tratados não apresentavam mais o ácaro. Dos cinco gatos que eram do grupo controle e que foram tratados com Advocate®/Advantage® Multi (Bayer), também houve uma melhora de 100% das lesões até o último dia de tratamento. Seis animais tiveram reações adversas, três do grupo controle e três que receberam Advocate®/Advantage® Multi (Bayer). Três animais morreram durante o estudo, dois tratados com Advocate®/Advantage® Multi (Bayer) e um do grupo controle. Dentre os animais que morreram do grupo tratado, um deles



veio a óbito no 4º dia de tratamento devido a uma infestação muito severa da sarna notoédrica, o segundo gato desse grupo que veio a óbito, aconteceu no 25ª dia de tratamento, ambas as mortes não obtinham relação com o Advocate®/Advantage® Multi (Bayer) de acordo com os resultados patológicos. No grupo controle negativo um gato veio a óbito um dia antes do começo do tratamento, devido a uma infestação grave da *N. cati*. Com relação à segurança farmacológica pode-se notar que o medicamento foi bem tolerado e não houve reações adversas relacionadas ao fármaco. Entretanto, esse tratamento não se mostrou totalmente eficaz em casos de sarnas notoédricas mais graves (HELLMANN *et al.*, 2013).

4.1.1.1.1 NexGard® Combo Boehringer Ingelheim (Esafoxolaner, Eprinomectina, Praziquantel)

O estudo em questão foi realizado com quatorze felinos que pesavam em torno de 1,8 kg a 5,0 kg e possuíam idades entre um a três anos, os animais foram separados em dois grupos, tratados com óleo mineral e com NexGard® Combo (Boehringer Ingelheim). A aplicação do placebo e do fármaco ocorreu de modo *spot-on* na dose de 0,12 ml por kg. Após o tratamento com NexGard® Combo (Boehringer Ingelheim) nenhum ácaro vivo foi encontrado nas raspagens de pele, demonstrando uma eficácia de 100%, administrada somente uma vez em dose mínima. O estudo foi considerado válido devido seis dos sete gatos tratados com óleo mineral ainda apresentarem ácaros vivos de *N. cati*. Uma melhora clínica considerável foi encontrada nos animais tratados com NexGard® Combo (Boehringer Ingelheim) em torno de um mês após o início do tratamento. As lesões notoédricas foram totalmente resolvidas após quarenta e dois dias com uma única aplicação tópica do NexGard® Combo (Boehringer Ingelheim) (BAKER *et al.*, 2021).

5. CONCLUSÃO

Diante do que foi analisado sobre os fármacos mais utilizados no combate da sarna notoédrica, nota-se um variado tempo de conclusão do tratamento, diferindo também a quantidade de doses para cada fármaco. Com isso, levando em consideração se houve efeitos adversos, a duração do tratamento, formulação disponível no Brasil e quantas doses foram utilizadas, pode-se concluir que o fármaco que apresentou melhor eficácia foi a ivermectina.



REFERÊNCIAS

BAKER, C. *et al.* Efficacy of a novel topical combination of esafoxolaner, eprinomectin and praziquantel for the prevention of heartworm disease in cats. **Parasite**, Paris, v. 28, abr. 2021. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33812462/>>. Acessado em: Out, 2022

DIGERONIMO, P. M. Therapeutic Review: Selamectin. **Journal of Exotic Pet Medicine**, Nova Iorque, v. 25, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/285363478_Therapeutic_Review_Selamectin>. Acessado em: Out, 2022

FOLEY, J. *et al.* A synthetic review of *Notoedres* species mites and mange. **Parasitology**, Londres, v. 143, dez. 2016. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/journals/parasitology/article/abs/synthetic-review-of-notoedres-species-mites-and-mange/E2858200FA246AD3264C0F9648E60F37>>. Acessado em: Out, 2022

FULAR, A. *et al.* Therapeutic management of mange infestation in cat (*Felis catus*): A case report. **International Journal of Tropical Insect Science**, Wallingford, v. 39, ago. 2019. Disponível em: <<https://pubag.nal.usda.gov/catalog/6859282>>. Acessado em: Out, 2022

HELLMANN, K. *et al.* Treatment of naturally *Notoedres cati*-infested cats with a combination of imidacloprid 10 % / moxidectin 1% *Spot-on* (Advocate® / Advantage® Multi, Bayer). **Parasitology Research**, Berlim, v. 112, ago. 2013. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00436-013-3281-y>>. Acessado em: Out, 2022

KNAUS, M.; CAPÁRI, B.; VISSER, M. Therapeutic efficacy of Broadline® against notoedric mange in cats. **Parasitology Research**, Berlim, v. 113, set. 2014. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25258041/>>. Acessado em: Out, 2022

KRAABØL, M. *et al.* The taxonomy, life cycle and pathology of *Sarcoptes scabiei* and *Notoedres cati* (Acarina, sarcoptidae): A review in a Fennoscandian wildlife perspective. **Fauna Norvegica**, Trondheim, v. 35, dez. 2015. Disponível em: <https://www.ntnu.no/ojs/index.php/fauna_norvegica/article/view/1652>. Acessado em: Out, 2022

SAMPAIO, K. O. *et al.* Acetate tape impression test for diagnosis of notoedric mange in cats. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, Londres, v. 19, jun. 2017. Disponível em: <<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1098612X16632279>>. Acessado em: Out, 2022

SANTOS, T. C. *et al.* Escabiose felina no gato errante – Relato de caso. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhas, v. 5, dez. 2019. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/5638/5096>>. Acessado em: Out, 2022

SIVAJOTHI, S. *et al.* *Notoedres cati* in cats and its management. **Journal of Parasitic Diseases**, Lucknow, v. 39, jun. 2015. Disponível em <<https://link.springer.com/article/10.1007/s12639-013-0357-7>>. Acessado em: Out, 2022.

CAPÍTULO 8

AVALIAÇÃO DO CULTIVO DE *PLEUROTUS OSTREATUS* (SHIMEJI PRETO) EM VÁRIOS RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

Márlia Campos e Barros
José Victor Ferreira Fernandes
Vitória Tereza Negrão de Albuquerque
Lucas Brendo Pimenta Bandeira
Andréa Farias de Almeida
Ulrich Vasconcelos da Rocha Gomes
Kristerson Reinaldo de Luna Freire
Adna Cristina Barbosa de Sousa

RESUMO

Pleurotus ostreatus (Shimeji Preto) tem atraído o interesse crescente de agricultores, não apenas pelas características sensoriais e nutricionais, mas principalmente por suas características de cultivo menos exigentes em relação a outras espécies. Dessa forma, surge uma busca por substratos alternativos capazes de baratear a produção e aumentar a produtividade do cultivo regional. Esse estudo teve como objetivo desenvolver uma padronização de protocolo de cultivo para a espécie em diferentes substratos alternativos, averiguar a influência da luz sobre o crescimento vegetativo e a produção no endocarpo do coco verde descartado como recipiente. A influência da luz foi avaliada a partir da inoculação do fungo em duas formulações: TL1 [Bagaço de malte (98%) + gesso agrícola (2%)] e TL2 [Milho de pipoca (100%)]. Os tratamentos foram mantidos no claro, escuro e fotoperíodo de 12h claro/12h escuro. O crescimento micelial foi avaliado durante 15 dias de cultivo. Para os ensaios de produção, os resíduos utilizados foram: coco verde descartado como recipiente, bagaço de malte, vagem de feijão verde sem o grão, fibra da cana-de-açúcar, borra do café e gesso agrícola como suplemento. Foram testadas 18 formulações e 6 foram selecionadas para os ensaios de produção baseado no vigor e densidade do micélio. Apenas a formulação TB15 [bagaço de vagem (95%) + bagaço da cana-de-açúcar (5%)] frutificou. Não foi constatada interferência da luz sobre o crescimento micelial de *P. ostreatus*. O tratamento TB15 se mostrou ideal para o cultivo do cogumelo, com Eficiência Biológica de 25 %, Rendimento de 110 %, Produtividade de 0,22 g/dia e Perda de Matéria Orgânica de 45 %. O endocarpo do coco verde reciclado se mostrou adequado como recipiente para produção. As demais formulações de substratos testadas se mostraram promissoras, mas necessitam de ajustes para que a produção seja considerada satisfatória.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Agroindustriais. Cogumelos. Shimeji Preto. *Pleurotus ostreatus*.

1. INTRODUÇÃO

Pleurotus ostreatus é o segundo cogumelo comestível mais consumido, atrás de *Agaricus bisporus* e *Lentinula edodes*. O macrofungo *P. ostreatus* é de ocorrência cosmopolita e pode ser encontrado praticamente no mundo todo, inclusive nas matas brasileiras (ALFARO *et al.*, 2016). Este cogumelo vem atraindo o interesse crescente de agricultores por uma série de fatores, como alta habilidade de colonização, que favorece o seu desenvolvimento em substratos variados, além de permitir técnicas de cultivo mais simplificadas que as exigidas pelo “Champignon de Paris”, sendo menos exigente com relação ao controle ambiental nos sistemas de cultivo comercial (YOAV *et al.*, 2018). São ricos em proteínas, fibras, hidratos de



carbono, vitaminas, aminoácidos essenciais e não essenciais, além de minerais como cálcio, potássio, iodo e fósforo, representando uma ótima alternativa de nutrição. Os seus níveis de proteínas são maiores até do que os de alguns legumes e vegetais. No entanto, essa composição depende do tipo de substrato, das metodologias de cultivo e das espécies cultivadas (PISKOV *et al.*, 2020). O gênero *Pleurotus* cresce em uma ampla variedade de resíduos agroflorestais e agroindustriais, sem a necessidade de uma fermentação prévia do substrato, tais como serragem, papel, palhas de cereais, milho, bagaço de cana de açúcar, resíduo de café, folhas de bananeira, resíduo de agave, polpa de soja, entre outros (CORRÊA *et al.*, 2016).

A cultura de cogumelos comestíveis a partir de resíduos agroindustriais tem-se revelado uma alternativa para melhor aproveitamento desses resíduos, uma vez que ao final da cultura obtém-se, por um lado, um produto de elevado valor nutricional e gastronômico, e por outro lado, um resíduo com grande potencial de aplicação em ração animal, uma vez que já foi parcialmente digerido pelo complexo lignocelulolítico do fungo (WAI *et al.*, 2018). A produção de cogumelos apresenta-se, então, como uma alternativa econômica e ambiental ao aproveitamento de resíduos agroindustriais, representando um passo importante na redução da poluição do setor agroindustrial (DHARMARAJ *et al.*, 2014).

Além do tipo de composição do substrato, o teor de água, pH e mesmo as condições do ambiente como temperatura e luz, interferem no desenvolvimento e na eficiência do micélio em transformar o substrato em matéria orgânica comestível (GAMBATO *et al.*, 2016). A influência da luz no cultivo de cogumelos comestíveis, principalmente na frutificação é bastante discutida em meios não científicos, em especial entre produtores que, empiricamente utilizam a luz para estimular a frutificação em *Lentinula edodes*, porém, no caso de *Pleurotus* sp. não há relatos específicos na literatura científica sobre a influência da luz na frutificação.

Devido às propriedades nutricionais do cogumelo *P. ostreatus* e dos substratos selecionados para cultivo, é importante avaliar o desenvolvimento do micélio, frutificação e produção nas diferentes formulações dos substratos a partir de resíduos agroindustriais regionais, tais como: coco verde descartado como recipiente, bagaço de malte, vagem de feijão verde (*Phaseolus vulgaris*) sem o grão, fibra da cana-de-açúcar, borra do café e gesso agrícola como suplemento na formulação do meio de cultivo. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo desenvolver uma padronização de um protocolo e condições de cultivo para *P. ostreatus* em diferentes substratos alternativos, visando transformar resíduos sólidos que seriam descartados num produto sustentável, econômico e saudável – o cogumelo.



2. MATERIAL E MÉTODO

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.

2.1 Origem do Cogumelo

A matriz do Shimeji preto (*P. ostreatus*) foi isolada de corpos frutíferos comercializado na região metropolitana de João Pessoa/PB em 2022. Para obtenção do micélio foi realizada a Técnica de cultura de tecidos. O cogumelo foi cuidadosamente pré-lavado em água destilada e com um bisturi esterilizado em álcool 70 % previamente flambado, foi feito corte longitudinalmente na região do himênio interno e inoculado numa placa de Petri contendo meio sólido ágar-Sabouraud-dextrose 2 % com a seguinte composição: 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. Após o inóculo, a placa foi incubada por um período de 15 dias em temperatura ambiente (28 ± 2 °C). Após crescimento do micélio, a colônia foi purificada, avaliada micro e macroscopicamente, e posteriormente mantida sob refrigeração a 4 °C em meio de manutenção ágar-Sabouraud-dextrose 2 %, conforme metodologia descrita por Furlan *et al.* (1997).

2.2 Exame macro e microscópico das estruturas vegetativas e reprodutivas

A metodologia utilizada baseou-se no trabalho de Lopes *et al.* (2008), adaptada para avaliação microscópica. Em uma placa de Petri contendo meio ágar-Sabouraud-dextrose 2 %, foram transferidos 4 discos do micélio e posteriormente cobertos por lamínulas previamente flambadas. A placa foi mantida a temperatura ambiente e as lamínulas com micélio aderido foram retiradas sucessivamente, no período de 48 – 72 – 96 – 120 h, colocadas invertidas sobre uma lâmina estéril, contendo uma gota de lactofenol e analisadas ao microscópio óptico. Para avaliação macroscópica o micélio de *P. ostreatus* foi inoculado no centro da placa de Petri contendo o meio de cultura ágar-Sabouraud-dextrose 2%. A placa foi mantida a temperatura ambiente e as observações foram feitas durante 15 dias para caracterização do aspecto macroscópico da colônia e comprovação da pureza e viabilidade da cultura.

2.3 ORIGENS DOS SUBSTRATOS

Foram utilizados os substratos descritos na Tabela 1.

**Tabela 1:** Origens dos substratos.

Substrato	Origem
Arroz com casca	Produto comercializado
Bagaço de malte	Laboratório de Tecnologia Cervejeira. CBIOTEC/UFPB (João Pessoa - PB)
Borra de café	Produto comercializado reciclado
Coco verde descartado	Barraca de coco da Região Metropolitana de João Pessoa
Bagaço da cana-de-açúcar	Barraca de caldo de cana da Região Metropolitana de João Pessoa
Gesso agrícola	Produto comercializado
Milho de pipoca	Produto comercializado
Vagem de feijão verde sem o grão	Feira livre da região metropolitana de João Pessoa

Fonte: Autoria própria (2022).

2.4 FORMULAÇÕES DOS SUBSTRATOS

As formulações dos substratos estão descritas nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2: Formulações para análise da influência da luz em *Pleurotus ostreatus*.

Tratamentos	Formulações/Proporções dos substratos
TL1	Bagaço de malte (98%) + gesso agrícola (2%)
TL2	Milho de pipoca (100%)

Fonte: Autoria própria (2022).

Tabela 3: Formulações para fungicultura de *Pleurotus ostreatus*.

Tratamentos	Formulações/Proporções dos substratos
TBC - controle	Arroz (98 %) + gesso agrícola (2%)
TB1	Bagaço de malte (100%)
TB2	Bagaço de malte (98%) + gesso agrícola (2%)
TB3	Bagaço de malte (98%) + café (2%)
TB4	Bagaço de malte (96%) + café (2%) + gesso agrícola (2%)
TB5	Bagaço de malte (95%) + bagaço da cana-de-açúcar (5%)
TB6	Bagaço de malte (85%) + bagaço da cana-de-açúcar (15%)
TB7	Bagaço de malte (70%) + bagaço da cana-de-açúcar (30%)
TB8	Bagaço de malte (50%) + bagaço da cana-de-açúcar (50%)
TB9	Bagaço de malte (95%) + bagaço da cana-de-açúcar (5%) + gesso agrícola (2%)
TB10	Bagaço de malte (85%) + bagaço da cana-de-açúcar (15%) + gesso agrícola (2%)
TB11	Bagaço de malte (70%) + bagaço da cana-de-açúcar (30%) + gesso agrícola (2%)
TB12	Bagaço de malte (50%) + bagaço da cana-de-açúcar (50%) + gesso agrícola (2%)
TB13	Vagem (100%)
TB14	Vagem (50%) + Bagaço de malte (50%)
TB15	Vagem (95%) + bagaço da cana-de-açúcar (5%)
TB16	Vagem (85%) + bagaço da cana-de-açúcar (15%)
TB17	Vagem (70%) + bagaço da cana-de-açúcar (30%)
TB18	Vagem (50%) + bagaço da cana-de-açúcar (50%)

Fonte: Autoria própria (2022).



2.5 PROCESSAMENTO DOS SUBSTRATOS

Todos os substratos foram tratados independentes e em seguida misturados para as diferentes formulações. Arroz com casca (*Oryza sativa* L.): o grão foi lavado com água corrente para retirar o excesso do amido, pré-cozido com água destilada e gesso agrícola durante 8 min em micro-ondas, potência alta e em seguida autoclavado a 121 °C por 60 minutos (Metodologia adaptada de SALAMI *et al.*, 2016). Bagaço de malte (*Hordeum vulgare* L.): esse resíduo foi oriundo do processamento da cerveja e devido à umidade alta (80 %) não passou por nenhum pre-tratamento. Após coleta foi acondicionado em sacos plásticos e mantidos sob refrigeração a 4 °C. Vagem do feijão verde sem grão (*Phaseolus vulgaris* L.): após coleta, as vagens do feijão verde foram colocadas em estufa de secagem com circulação de ar por um período de 72 h a 60 ± 5 °C. Após secagem, elas foram submersas em água corrente por 24 h. Em seguida, a água foi escoada e as vagens foram deixadas numa plataforma sólida para secar externamente, por aproximadamente 2 h em temperatura ambiente (28 ± 2 °C). Após isso, a vagem foi triturada em moinho de facas e em seguida acondicionada em sacos plásticos e mantidos sob refrigeração a 4 °C (ZANETTI; RANAL, 1997). Milho de pipoca (*Zea mays* var. *evarta*): o grão foi cozido em fogo alto em uma panela de pressão por 90 minutos. Após a cocção, o extrato proveniente do cozimento foi drenado e o grão foi deixado em temperatura ambiente (28 ± 2 °C) para secar externamente por aproximadamente 60 minutos. Em seguida acondicionado em sacos plásticos e mantidos sob refrigeração a 4 °C (BONATTI *et al.*, 2004). Bagaço da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.): esse resíduo não passou por nenhum tratamento específico, apenas foi cortado, com o auxílio de uma tesoura, em pedaços que variavam dos 2 a 5 cm de comprimento e em seguida acondicionado em sacos plásticos e mantidos sob refrigeração a 4 °C. Borra do café (*Coffea* spp.): esse resíduo foi obtido do café coado (marca comercial) sem adição de açúcar. Não passou por nenhum pré-tratamento, apenas foi acondicionado em sacos plásticos e mantidos sob refrigeração a 4 °C. Gesso agrícola (CaSO₄.2H₂O): foi utilizado seguindo as recomendações do fabricante sem passar por nenhum processo de diluição. Além de reter umidade, o sulfato de cálcio fornece Ca e S e é absorvido pelos grãos e então utilizado pelo micélio do cogumelo. Coco verde descartado (*Cocos nucifera* L.): o coco verde foi aberto ao meio, lavado com água corrente, retirado a polpa e autoclavado a 121° C por 30 minutos e em seguida mantido sob refrigeração a 4 °C até o momento do uso. O endocarpo foi utilizado como recipiente para produção do Shimeji preto (ALBUQUERQUE; SOUSA, 2021).



2.6 PRODUÇÃO DO SPAWN

O inóculo ou “*spawn*” foi preparado em meio ágar-Sabouraud-dextrose 2 % em placa de Petri. Foi inoculada com três discos do micélio (05 ± 1 mm de diâmetro) e incubada a $28^\circ \pm 2^\circ \text{C}$, na ausência de luz até a colonização completa da superfície. Após crescimento, discos de micélio (10 ± 1 mm de diâmetro) foi inoculado nos diferentes substratos/tratamentos.

2.7 TESTE DA INFLUÊNCIA DA LUZ NA CORRIDA MICELIAL

Foram utilizados os tratamentos TL1 [Bagaço de malte (98%) + gesso agrícola (2%)] e TL2 [Milho de pipoca (100%)]. O experimento foi realizado em tubos de ensaio (2,5 x 20 cm). Após inoculação, os tubos foram mantidos na presença da luz intermitente, no escuro intermitente e fotoperíodo 12 h claro/12 h escuro em temperatura ambiente. O experimento foi realizado em triplicata e avaliado durante 15 dias. A medição foi realizada longitudinalmente com uma régua milimetrada (cm).

2.8 TESTE PARA AVALIAÇÃO DO VIGOR E DENSIDADE MICELIAL

Os materiais foram pesados, misturados e a umidade final foi corrigida para 70 %. Em seguida os materiais foram acondicionados em tubos de ensaio (2,5 x 20 cm) e vedados com algodão, sendo posteriormente autoclavados a 121°C por 15 minutos. Após a etapa de esterilização, foi realizada a inoculação com discos de micélio com 10 mm. Em seguida, os tubos foram incubados no escuro em temperatura ambiente. As avaliações foram feitas durante 15 dias para determinação do tempo de corrida micelial, densidade e vigor de todos os tratamentos. Os melhores tratamentos/formulações foram selecionados para o ensaio de produção no coco verde reciclado.

2.9 ENSAIOS DE PRODUÇÃO

A partir da caracterização da corrida micelial, densidade e vigor os tratamentos foram reproduzidos no coco verde reciclado. 100 g do substrato/tratamento foram acondicionados no mesocarpo do coco verde e em seguida o coco contendo o substrato foi colocado dentro de sacos, vedados e autoclavados a 121°C por 30 minutos. Após a etapa de esterilização, foi realizada a inoculação com discos de micélio com 10 mm. Em seguida, os cocos foram incubados no escuro em temperatura ambiente por 15 dias e em seguida aberto para frutificação.

3. AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS PRODUTIVOS

Foram avaliados o rendimento, eficiência biológica, perda da matéria orgânica e produtividade.



3.1 Rendimento

Para determinação do rendimento (R%) do processo, foi utilizado a relação proposta por Chang *et al.* (1981), que relaciona a massa úmida dos corpos frutíferos e a massa do substrato seco (Equação 1).

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

Eq.1

3.2 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 2).

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

Eq.2

3.3 Produtividade

A produtividade (g/dia) do processo foi determinada segundo Holtz (2008). Consiste na relação entre a massa dos corpos frutíferos secos e o tempo total do cultivo (tempo desde a inoculação até o fluxo produtivo) (Equação 3).

$$Pr = \frac{\text{Massa de corpos frutíferos secos}}{\text{Tempo de cultivo}}$$

Eq.3

3.4 Perda da matéria orgânica (PMO)

Índice que avalia a decomposição do substrato pelo fungo. Tal índice é baseado na perda da matéria orgânica decomposta pelo fungo que é determinado por meio da diferença entre a massa seca do substrato inicial e a massa seca do substrato residual. A PMO será avaliada conforme Sturion (1994) (Equação 4).

$$PMO = \frac{(\text{Massa seca de substrato inicial} - \text{Massa seca de substrato residual}) \times 100}{\text{Massa seca de substrato inicial}}$$

Eq.4



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise Macro e Microscópica de *Pleurotus Ostreatus*

A colônia de *P. ostreatus* em meio ágar-Sabouraud-dextrose apresentou micélio primário de aspecto algodinoso e esbranquiçado na frente da colônia (Figura 1A). A coloração branca e a textura algodonosa do micélio de *P. ostreatus* também foram previamente relatadas por Acosta-Urdapilleta *et al.* (2016) em ensaios com placas de Petri contendo diferentes meios.

Figura 1: Aspectos morfológicos do micélio primário de *Pleurotus ostreatus*. A) Cultura pura em placa de Petri contendo meio ágar-Sabouraud-dextrose 2 %, com 15 dias de crescimento após inoculação. B) Micrografia evidenciando um grampo de conexão (1) e anastomose (2).

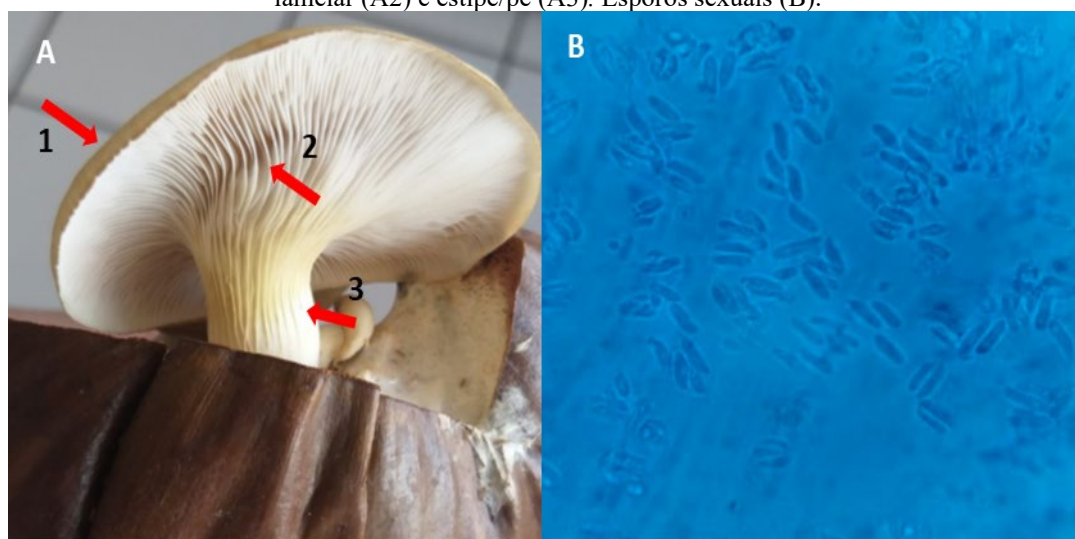


Fonte: Autoria própria (2022).

A análise citológica evidenciaram hifas hialinas, septadas, bem como diversas anastomoses, estruturas que proporcionam a migração dos núcleos entre os micélios, originando hifas dicarióticas, identificadas pelos grampos de conexão (Figura 1B). Em um meio de cultura apropriado, esse dicário forma o corpo de frutificação pelo acúmulo de hifas, resultando numa estrutura macroscópica, o basidioma (cogumelo). Na parte inferior estão dispostas as lamelas (Figura 2A) e no seu interior estão localizados os basídios, onde ocorre a meiose. Cada basídio produz quatro basidiósporos que são esporos sexuais de formato sub-cilíndricos e lisos (Figura 2B). Essas estruturas são características do gênero *Pleurotus* e também foram relatadas em *P. ostreatus* var. *florida* nessas mesmas condições (ALBUQUERQUE; SOUSA, 2021).



Figura 2: Corpo de frutificação de *Pleurotus ostreatus* evidenciando auréola/chapéu (A1), himênio do tipo lamelar (A2) e estipe/pé (A3). Esporos sexuais (B).

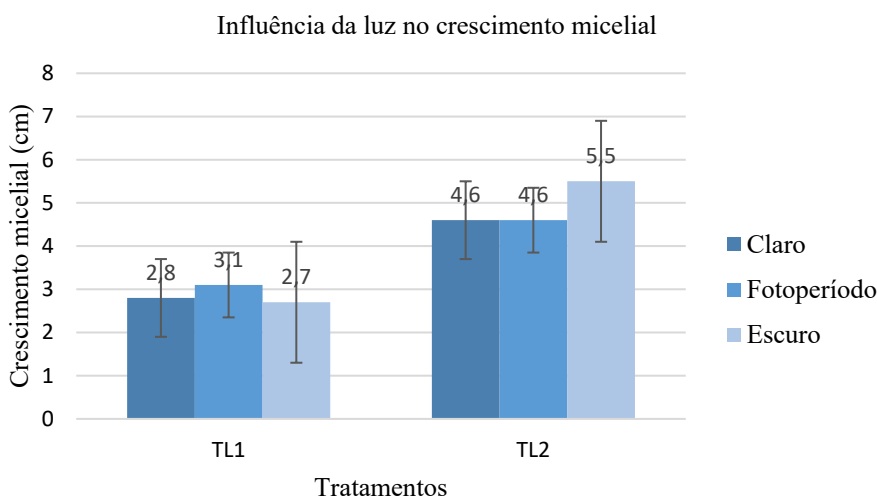


Fonte: Autoria própria (2022).

4.2 Influência Da Luz Na Corrida Micelial De *Pleurotus Ostreatus*

A corrida micelial nas condições claro intermitente, escuro intermitente e fotoperíodo 12 h claro/12 h escuro estão compilados na Figura 3. No claro os tratamentos TL1 e TL2 apresentaram um crescimento longitudinal médio de 2,8 e 4,6, respectivamente. No escuro 2,7 e 5,5 para os tratamentos TL1 e TL2, respectivamente. Já no fotoperíodo o crescimento foi de 3,1 e 4,6 para TL1 e TL2, respectivamente. As medições foram feitas no nono dia, quando o micélio atingiu o fundo do tubo de ensaio.

Figura 3: Variação da corrida micelial de *Pleurotus ostreatus* sob a influência da luz.



Fonte: Autoria própria (2022).

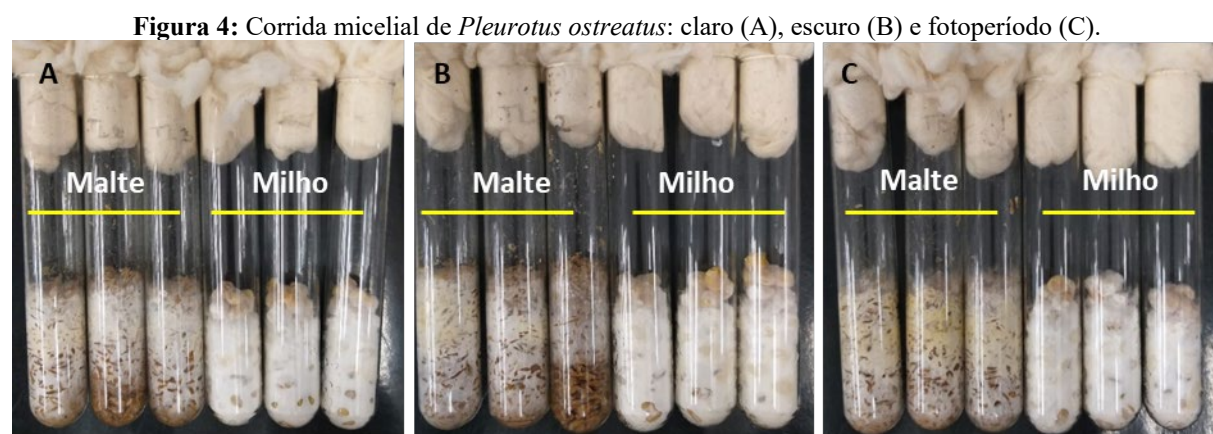
O fungo apresentou médias de crescimento sempre maiores na formulação TL2 (milho de pipoca 100%) em relação à formulação TL1 (Bagaço de malte 98% + gesso agrícola 2%),



independente das condições de iluminação. Essa diferença de valores pode estar relacionada com maior disponibilidade de nutrientes nos grãos de milho, por terem sido utilizados grãos íntegros, ao invés de resíduos do material, como é o caso do bagaço de malte. O bagaço de malte é gerado após a etapa de mostura e esgotamento dos grãos de malte moídos, quando já foram extraídos todos os compostos solúveis de interesse para constituição do mosto doce e sua clarificação, durante a qual o bagaço exerce importante papel como torta filtrante (MATHIAS; MELLO; SERVULO, 2014).

A sobrevivência e a multiplicação dos cogumelos estão relacionadas a fatores, além da luminosidade, que podem atuar individualmente ou ter efeitos interativos entre eles. A composição química, a atividade da água, a proporção de carbono para nitrogênio, minerais, surfactante, pH, umidade, temperatura, fontes de nitrogênio, tamanho de partícula e composição do ar do substrato circundante, quantidade de inóculo, agentes antimicrobianos e a presença de interações entre microrganismos são considerados fatores químicos, físicos e biológicos que estão ligados à produção de cogumelos (BELLETTINI *et al.*, 2016).

Tratando-se da mesma espécie em todos os ensaios, a pequena variação das médias de crescimento nas diferentes condições de iluminação em cada substrato pode estar relacionada a esses outros fatores relevantes no cultivo, já que não se pôde observar nenhum padrão conclusivo relacionado apenas às condições de iluminação sobre o crescimento vegetativo. Apesar das diferentes médias de crescimento, o micélio apresentou vigor semelhante para todas formulações/substratos, independente da condição de iluminação utilizada no cultivo (Figura 4).



Malte - TL1 [Bagaço de malte (98 %) + gesso agrícola (2 %)] e Milho - TL2 [Milho de pipoca (100 %)].

Fonte: Autoria própria (2022).

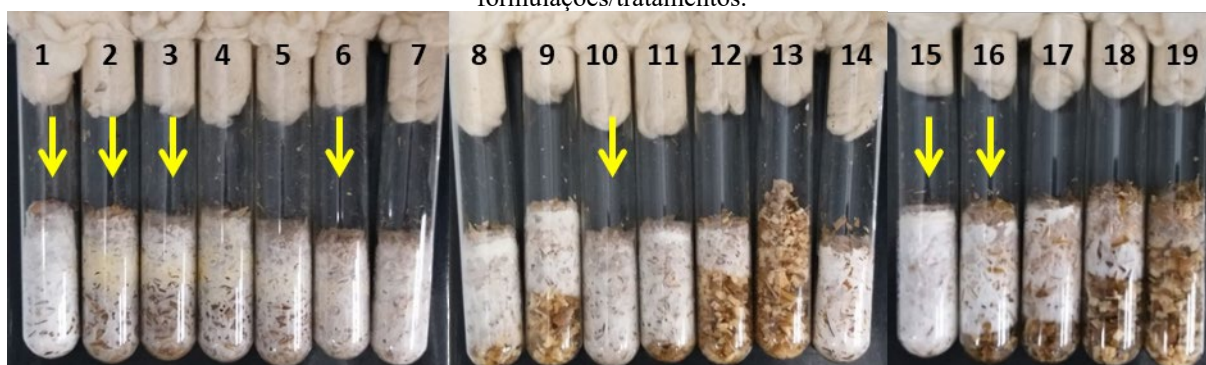


4.3 Avaliação Do Vigor E Densidade Micelial De *Pleurotus Ostreatus* Nas Diferentes Formulações/Substratos

Os tubos contendo as diferentes formulações e avaliados durante 15 dias na ausência da luz estão dispostos na Figura 5. A avaliação qualitativa do vigor e densidade micelial foi classificada em três categorias: micélio forte (alta densidade, compacto e vigor acentuado); micélio mediano (média densidade, pouco compacto e menor vigor) e micélio escasso (baixa densidade, escassos e sem vigor), como mostrado na Figura 6.

Dentro desses parâmetros, os tratamentos TB1 (100% malte), TB2 (98% bagaço de malte + 2% gesso agrícola), TB5 (95% bagaço de malte + 5% bagaço da cana-de-açúcar), TB9 (95% bagaço de malte + 5% bagaço da cana-de-açúcar + gesso agrícola 2%), TB14 (50% vagem + 50% malte) e TB15 (95% vagem + 5% bagaço da cana-de-açúcar) evidenciaram vigor e densidade fortes. Essas condições demonstram potencial para a formação de corpos de frutificação.

Figura 5: Avaliação do vigor e densidade micelial de *Pleurotus ostreatus* nas diferentes formulações/tratamentos.



1 – TBC controle [Arroz (98 %) + gesso agrícola (2%)], 2 - TB1 [Bagaço de malte (100%)], 3 - TB2 [Bagaço de malte (98%) + gesso agrícola (2%)], 4 - TB3 [Bagaço de malte (98%) + café (2%)], 5 - TB4 [Bagaço de malte (96%) + café (2%) + gesso agrícola (2%)], 6 - TB5 [Bagaço de malte (95%) + bagaço da cana-de-açúcar (5%)], 7 - TB6 [Bagaço de malte (85%) + bagaço da cana-de-açúcar (15%)], 8 - TB7 [Bagaço de malte (70%) + bagaço da cana-de-açúcar (30%)], 9 - TB8 [Bagaço de malte (50%) + bagaço da cana-de-açúcar (50%)], 10 - TB9 [Bagaço de malte (95%) + bagaço da cana-de-açúcar (5%) + gesso agrícola (2%)], 11 - TB10 [Bagaço de malte (85%) + bagaço da cana-de-açúcar (15%) + gesso agrícola (2%)], 12 - TB11 [Bagaço de malte (70%) + bagaço da cana-de-açúcar (30%) + gesso agrícola (2%)], 13 - TB12 [Bagaço de malte (50%) + bagaço da cana-de-açúcar (50%) + gesso agrícola (2%)], 14 - TB13 [Vagem (100%)], 15 - TB14 [Vagem (50%) + Bagaço de malte (50%)], 16 - TB15 [Vagem (95%) + bagaço da cana-de-açúcar (5%)], 17 - TB16 [Vagem (85%) + bagaço da cana-de-açúcar (15%)], 18 - TB17 [Vagem (70%) + bagaço da cana-de-açúcar (30%)] e 19 - TB18 [Vagem (50%) + bagaço da cana-de-açúcar (50%)]. As setas amarelas indicam os tratamentos selecionados para o ensaio de produção.

Fonte: Autoria própria (2022).



Figura 6: Classificação do vigor e densidade micelial de *Pleurotus ostreatus*.



1 - Micélio forte, 2 - Micélio mediano e 3 - Micélio escasso.

Fonte: Aatoria própria (2022).

Os tratamentos TB1, TB2, TB5 e TB9 são formulações que contém o bagaço do malte, material predominantemente fibroso (70 % massa seca), e proteico (15 a 25 % massa seca), apresentando também em sua composição lipídios, minerais, vitaminas, aminoácidos e compostos fenólicos (MULLER *et al.*, 2017); e o bagaço da cana-de-açúcar, substratos que é constituído basicamente de material lignocelulósico, tendo como componentes principais celulose, fibras e ligninas e apresenta em sua constituição açúcares, principalmente na forma de sacarose e fibras, que são os principais componentes da cana-de-açúcar. O bagaço é composto de aproximadamente 50 % de celulose, 25 % de hemicelulose e 25 % de lignina (OLIVEIRA, 2018). Devido a tais características de composição, essa formulação de substratos demonstrou potencial para ser utilizado no desenvolvimento do cogumelo *P. ostreatus*.

O vigor observado nos tratamentos TB14 e TB15, compostos por vagem de feijão verde com bagaço de malte e vagem de feijão verde com bagaço de cana-de-açúcar, está em concordância com os resultados obtidos para outra espécie do gênero *Pleurotus*. Rettore *et al.* (2011) afirmaram que não há necessidade de suplementação da palha de feijão, ela se mostrou um excelente substrato para o cultivo do *Pleurotus sajor-caju* em regiões onde a cultura do feijoeiro é abundante; ainda, os autores descreveram esse resíduo como uma importante fonte de enriquecimento para outros resíduos agrícolas, principalmente quando se utilizam resíduos com uma relação C/N muito elevada.

4.4 Parâmetros Produtivos

As formulações selecionadas para serem reproduzidas no ensaio com coco verde reciclado foram: TBC (controle), TB1, TB2, TB5, TB9, TB14 e TB15. Esses tratamentos apresentaram maior vigor, alta densidade e também uma média de crescimento adequada demonstrando potencial para frutificação/formação do basidioma. Dentre esses tratamentos,



apenas o TB1 e TB9 não apresentaram crescimento satisfatórios nos cocos durante 15 dias no escuro, período de incubação para o desenvolvimento vegetativo (Figura 7).

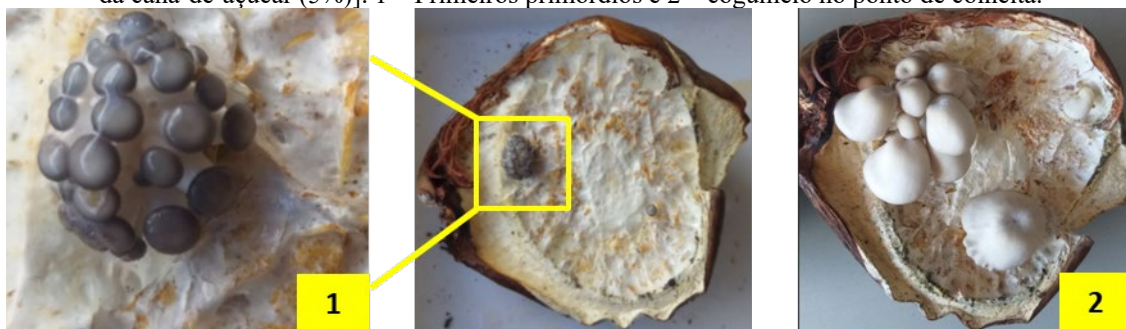
Figura 7: Colonização de *Pleurotus ostreatus* no coco verde reciclado, após 15 dias de inoculação. Momento da abertura dos sacos plásticos.



Fonte: A autoria própria (2022).

Após abertura dos sacos, os cocos foram deixados em temperatura ambiente com fotoperíodo de 12 h claro e 12 h escuro para frutificação. O tratamento TB15 foi o único que formou primórdios, 5 dias após a abertura dos sacos. Três dias após formação dos primórdios, os cogumelos estavam prontos para serem colhidos (Figura 8). Sendo assim, o ciclo de produção total neste novo substrato foi de 23 dias, sendo 15 dias para o crescimento vegetativo e 8 dias para formação dos cogumelos.

Figura 8: Produção de *Pleurotus ostreatus* no coco verde reciclado. Tratamento TB15 [Vagem (95%) + bagaço da cana-de-açúcar (5%)]. 1 – Primeiros primórdios e 2 – cogumelo no ponto de colheita.



Fonte: A autoria própria (2022).

A partir da produção do corpo de frutificação no substrato, foi obtido um peso total de 22 g de cogumelo, gerando Rendimento de 110 %, Eficiência Biológica (EB) de 25 %, Produtividade de 0,22 g/dia e Perda de Matéria Orgânica (PMO) de 45 % (Tabela 4).



Tabela 4: Parâmetros Produtivos do cultivo de *Pleurotus ostreatus* no tratamento TB15 [vagem (95%) + bagaço da cana-de-açúcar (5%)].

Parâmetro	Valores
Eficiência Biológica (%)	25
Rendimento (%)	110
Produtividade (g/dia)	0,22
Perda de Matéria Orgânica (%)	45

Fonte: Autoria própria (2022).

Diversos autores utilizaram a Eficiência Biológica (EB) como parâmetro de análise da adequação do substrato como meio de cultivo para as espécies estudadas. Quanto maiores os valores de EB, maior a adequação do substrato para o cultivo da espécie (CUEVA; HERNÁNDEZ; NIÑO-RUIZ, 2017; CARVALHO *et al.*, 2021). Uma EB de 25% é considerada satisfatória.

Parâmetros como o Rendimento e a Produtividade também são parâmetros importantes para avaliar se as condições de cultivo são viáveis no contexto de comercialização e geração de valor agregado. O R e EB obtidos neste trabalho foram superiores aos maiores valores encontrados por Albuquerque e Sousa (2021) para a espécie *Pleurotus ostreatus* var. *florida* no substrato composto por malte, café e gesso agrícola, cujo Rendimento foi de 103% e EB foi de 19,6%. Já a produtividade neste trabalho foi menor perante os 0,40 g/dia obtidos, indicando que o tempo para o cultivo neste trabalho foi mais demorado.

O tratamento TB15 deste trabalho também apresentou um valor satisfatório de PMO para *P. ostreatus*, superando os valores obtidos para *P. ostreatus* var. *florida* nos resíduos agroindustriais testados por Paiva *et al.* (2021). Isso é um indicativo de que essa formulação de substrato é mais rica em nutrientes disponíveis para a decomposição pelo fungo. Nitrogênio, minerais e vitaminas influenciam no crescimento micelial, e os carboidratos aumentam a velocidade de colonização e degradação do substrato resultando em menor tempo de frutificação e maior PMO. Porém, a perda de matéria orgânica também pode ser decorrente da perda de CO₂ e H₂O durante o metabolismo dos microrganismos e não somente pela remoção de materiais para formação do basidiomas (PAIVA *et al.*, 2021).

Os demais tratamentos, nos quais não foi possível a frutificação, não proporcionaram as concentrações ideais de nutrientes para o cultivo de cogumelos. Isso não significa que os resíduos utilizados não podem ser adequados ao cultivo de *P. ostreatus*, mas indicam que outros testes, com formulações diferentes dos mesmos resíduos, podendo ser suplementados ou não, devem ser aplicados, além de ajustes nas demais condições que influenciam o crescimento do cogumelo.



5. CONCLUSÕES

A presença da luz não interferiu no crescimento micelial de *P. ostreatus*, de acordo com os parâmetros testados. Outros fatores químicos, físicos e biológicos também devem ser investigados para a obtenção de resultados conclusivos sobre as condições ideais de cultivo da espécie.

Dentre todas as formulações testadas, o tratamento TB15 (95% bagaço de vagem + 5% bagaço da cana-de-açúcar) se mostrou ideal para o cultivo do cogumelo, transformando um subproduto em um produto de valor agregado;

Constatou-se o mesocarpo do coco verde reciclado como sendo um recipiente adequado para produção de *P. ostreatus*;

As demais formulações de substratos a partir dos resíduos agroindustriais testadas para a adaptação da fungicultura de *P. ostreatus* ao cenário paraibano se mostraram promissoras, porém não proporcionaram crescimento satisfatório para que houvesse a frutificação dos cogumelos na maioria dos tratamentos. Sendo assim, são necessários ajustes nesse protocolo de cultivo, que devem ser baseados em mais estudos sobre o tema abordado neste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de Iniciação Científica a Márlia Campos e Barros.

REFERÊNCIAS

ACOSTA-URDAPILLETA, M. L. *et al.* Characterization of five species of *Pleurotus* grown in four culture media. **Mexican Journal of Biotechnology**, v. 1, p. 1-11, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/312686569_Characterization_of_five_species_of_Pleurotus_grown_in_four_culture_media_Characterizacion_de_cinco_especies_de_Pleurotus_crecidas_en_cuatro_medios_de_cultivo_SHORT_COMMUNICATION. Data do acesso: 11-2022.

ALFARO, M. *et al.* Comparative and transcriptional analysis of the predicted secretome in the lignocellulose-degrading basidiomycete fungus *Pleurotus ostreatus*. **Environ. Microbiol.** v. 18, p. 4710–4726, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27117896/>. Data do acesso: 09-2022.



ALBUQUERQUE, V.; SOUSA, A. C. B. **Fungicultura do cogumelo comestível *Pleurotus ostreatus* var. *florida***. 1.ed. Editoria Novas Edições Acadêmicas, p. 69, 2021. Disponível em: <https://www.amazon.com/FUNGICULTURA-COGUMELO-COMEST%C3%8DVVEL-Pleurotus-ostreatus/dp/6204192159>. Data do acesso: 06-2022.

BELLETTINI, M. B. *et al.* Factors affecting mushroom *Pleurotus* spp. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 26, p. 636-646, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31048986/>. Data do acesso: 11-2022.

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. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0269748387900589>. Data do acesso: 10-2021.

BONATTI, M. *et al.* Evaluation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju* nutritional characteristics when cultivated in different lignocellulosic wastes. **Food Chem.**, v.88, p. 425-428, 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/222200822_Evaluation_of_Pleurotus_ostreatus_and_Pleurotus_sajor-caju_nutritional_characteristics_when_cultivated_in_different_lignocellulosic_wastes. Data do acesso: 02-2021.

CARVALHO, P. I. A. *et al.* Resíduos agroindustriais como substrato para cultivo indoor de cogumelos comestíveis da espécie *Pleurotus ostreatus*. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.9, p. 330-339, 2021. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/JBB/article/view/11873>. Data do acesso: 04-2022.

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. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/The-cultivation-and-nutritional-value-of-Pleurotus-Chang-Lau/7d8499b422cb99e8427e248df98e9d523e03de6b>. Data do acesso: 02-2022.

CORRÊA, R. C. G. *et al.* Biotechnological, nutritional and therapeutic uses of *Pleurotus* spp. (Oyster mushrooms) related with its chemical composition: A review on the past decade findings. **Trends Food Sci Technol**, v. 50, p. 103-117, 2016. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/13346>. Data do acesso: 11-2022.

CUEVA, M.B.R.; HERNÁNDEZ, A.; NIÑO-RUIZ, Z. Influence of C/N ratio on productivity and the protein contents of *Pleurotus ostreatus* grown in different residue mixtures. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias**, v. 49, p. 331-344, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3828/382853527023.pdf>. Data do acesso: 12-2022.

DHARMARAJ, K.; KUBERAN, T.; MAHALAKSHMI, R. Comparison of nutrient contents and antimicrobial properties of *Pleurotus djamor*, *Agaricus bisporus* and *Ganoderma tsugae*. **Int. J. Cur. Microbiol. App. Sci**, v. 3, p. 518-526, 2014. Disponível em: <https://www.ijcmas.com/vol-3-6/K.Dharmaraj,%20et%20al.pdf>. Data do acesso: 01-2022.



FURLAN, S. A. *et al.* Mushroom strains able to grow at high temperatures and low pH values. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 13, p. 689-692, 1997. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/226748637_Mushroom_strains_able_to_grow_at_high_temperatures_and_low_pH_values. Data do acesso: 11-2021.

GAMBATO, G. *et al.* Evaluation of productivity and antioxidante profile of solid-state cultivated macrofungi *Pleurotus albidus* and *Pycnoporus sanguineus*. **Bioresour. Technol.**, v. 207, p. 46-51, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26868155/>. Data do acesso: 08-2021.

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. Disponível em: https://revistas.unilasalle.edu.br/documentos/Rbca/V3_N1/03_Marcos_Holtz.pdf. Data do acesso: 11-2022.

LOPES, R. S. *et al.* Aspectos morfológicos de *Paecilomyces farinosus* (HOLM EX S. F. GRAY) BROWN and SMITH sobre infecção em *Coptotermes gestroi* (WASMANN) (ISOPTERA: RHINOTERMITIDAE). **Biológico**, v. 70, p. 29-33, 2008. Disponível em: http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/bio/v70_1/lopes.pdf. Data do acesso: 04-2022.

MATHIAS, T. R. S.; MELLO, P. P. M.; SERVULO, E. F. C. **Caracterização de resíduos cervejeiros**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química XX. Florianópolis/SC, 2014. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/caracterizacao-de-resduos-cervejeiros-17098>. Data do acesso: 07-2022.

MULLER, C.; MARCUSSO, E. Anuário da Cerveja no Brasil: O ministério da agricultura informando e esclarecendo. **Ministério da Agricultura**, 2017. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/pastapublicacoes-DIPOV/a-cerveja-no-brasil-28-08.pdf>. Data do acesso: 11-2022.

OLIVEIRA, O. C. **Avaliação de fibras de bagaço de cana-de-açúcar in natura e modificada para aplicação em compósitos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Ciência dos Materiais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 115 pp, 2018.

PAIVA, G. A. *et al.* Produção de cogumelos comestíveis em resíduos agroindustriais na Amazônia mato-grossense. **Research, Society and Development**, v. 10, p. 01-10, 2021. Disponível em: [file:///C:/Users/Adna/Downloads/22523-Article-270256-1-10-20211113%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Adna/Downloads/22523-Article-270256-1-10-20211113%20(1).pdf). Data do acesso: 10-2022.

PISKOV, S. *et al.* Effects of various drying methods on some physico-chemical properties and the antioxidant profile and ACE inhibition activity of oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus*). **Foods**, v. 9, p. 160, 2020. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7074390/>. Data do acesso: 06-2022.

RETTORE, V.; GIOVANNI, R. N.; PAZ, M. F. Influência da luz na produção do cogumelo hiboukitake em bagaço de uva. **Evidência**, v. 11 n. 2, p. 29-36, 2011. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/evidencia/article/view/1742/pdf>. Data do acesso: 10-2022.

SALAMI, A. O.; BANKOLE F. A.; OLAWOLE, I. O. Effect of different substrates on the growth and protein content of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus* var. *florida*). **Int. J. Biol.**



Chem. Sci. v. 10, p. 475-485, 2016. Disponível em: <https://www.ajol.info/index.php/ijbcs/article/view/143692>. Data do acesso: 09-2022.

STURION, G. L. **The banana leaf plant utilization as substrate for edible mushrooms cultivation (*Pleurotus* spp.)** (Dissertação de Mestrado) ESALQ/ USP, Piracicaba, 147 pp., 1994.

ZANETTI, A. L.; RANAL, M. A. Suplementação da cana-de-açúcar com guandu no cultivo de *Pleurotus* sp. *florida*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, p. 959-964, 1997.

WAI, L. N. *et al.* Production of bio-fertilizer from microwave vacuum pyrolysis of palm kernel shell for cultivation of Oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*), **Science of The Total Environment**, v. 624, p. 9-16, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/321850093_Production_of_bio-fertilizer_from_microwave_vacuum_pyrolysis_of_palm_kernel_shell_for_cultivation_of_Oyster_mushroom_Pleurotus_ostreatus. Data do acesso: 09-2021.

YOAV, S. *et al.* Effects of cre1 modification in the white-rot fungus *Pleurotus ostreatus* PC9: Altering substrate preference during biological pretreatment. **Biotechnol. Biofuels**, v. 11, p. 212, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30065786/>. Data do acesso: 06-2022.



CAPÍTULO 9

ELABORAÇÃO, AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL DE SMOOTHIES SABOR MORANGO COM ADIÇÃO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE IOGURTE NATURAL

Adolfo Pinheiro de Oliveira
Pedro Brito Filho
Luís Paulo Firmino Romão da Silva
Pahlevi Augusto de Souza

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi elaborar *Smoothies* aromatizados com morango (*Fragaria ananassa*) à base de iogurte natural, avaliando sua composição para atender às expectativas dos consumidores em relação a produtos saudáveis e de qualidade, através de análises microbiológicas e sensoriais. Foram produzidos quatro formulações de *smoothies*: Tratamento 0 (T0) - amostra com 10% de iogurte, Tratamento 1 (T1) com 30% de iogurte, Tratamento 2 (T2) com 60% de iogurte e Tratamento 3 (T3) com 90% de iogurte. As amostras foram submetidas às contagens microbianas de *Salmonella* spp, *Estafilococcus* coagulase positiva, coliformes a 35° e a 45°C, Mesófilos, Bactérias lácteas, Bolores e Leveduras e análise sensorial. Os resultados obtidos foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), em um delineamento inteiramente casualizado e os dados referentes a análise sensorial o tratamento foi em blocos (DBC). Os resultados foram submetidos ao teste de Tukey, ao nível de significância de 5%, utilizando programa ASSISTAT versão 7.7 beta. A bebida *smoothie* elaborada sabor morango com maior adição de iogurte natural (T3) se destacou pela aceitação sensorial e classificação de preferência. Todas as amostras atenderam aos critérios microbiológicas na legislação vigente. O morango utilizado nesse estudo no intuito de saborizar os *smoothies* com diferentes teores de iogurtes além de melhorar a textura, o sabor, a cor e aroma, possuem teor nutricional que vem a melhorar a composição nutricional do produto final. Todavia necessita-se de estudos complementares para avaliação da vida útil ao longo do armazenamento e parâmetros físico-químicos.

PALAVRAS-CHAVE: Bebida mista. Produto de origem vegetal. Qualidade. Aceitação.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o consumo de *smoothies* à base de frutas aumentou, essa bebida à base de frutas/vegetais geralmente contém altos níveis de nutrientes, como antioxidantes, fibras e vitaminas. Os *smoothies* se encaixam na demanda de novos produtos com alto teor de produtos vegetais, e têm se tornado cada vez mais populares entre os consumidores de frutas (PARK *et al.*, 2016). Sua preparação pode ser feita com com frutas frescas e/ou congeladas ou adquiridos prontos para beber no supermercado, através de diferentes combinações de frutas e hortaliças de base aquosa, lácteos (sorvete, iogurte), limonada ou chá (CASTILLEJO *et al.*, 2016).

O consumidor está mais consciente dos problemas de saúde associados à dieta. Por isso, há uma grande demanda por produtos de qualidade com composições simples, que proporcionem benefícios à saúde. Assim, as indústrias de alimentos são instigadas a



desenvolver alimentos que possam suprir essa demanda e, nesse cenário, os smoothies ocupam lugar de destaque (YOUNG; MILLS; NORTON; 2020).

Os smoothies apresentam uma consistência semilíquida suave, semelhante a um milk shake, podendo ser adoçado ou não, e, normalmente, é isento de corantes e aromatizantes (GUAZI; LAGO-VANZELA; SILVA, 2018). Dentre as inúmeras frutas e combinações de frutas que podem ser utilizadas para smoothies, o morango é bastante apreciada e consumida em todo o mundo, in natura e também em produtos derivados, como geleias, iogurtes, biscoitos, bolos e bebidas (HORNEDO-ORTEGA *et al.*, 2016), associando os benefícios nutricionais da fruta, com suas características de sabor, aroma e cor ácidos. O morango é rico em minerais como fósforo, cálcio, ferro e magnésio e também contém antocianinas e outros compostos bioativos, além de apresentar sabor levemente ácido, o que contribui para o equilíbrio agridoce da formulação (HOSSAIN *et al.*, 2016).

O iogurte é um alimento lácteo amplamente consumido que é reconhecido por seus benefícios à saúde, valor nutricional e digestibilidade. Os iogurtes são produzidos por fermentação controlada por leite combinando culturas simbióticas de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus*, resultando em um produto com características cremosa, aroma típico e sabor levemente ácido. Os atributos mais importantes para a aceitação dos iogurtes pelos consumidores são textura e firmeza, relacionados à viscosidade e estabilidade. Os diferentes ingredientes empregados para a produção de iogurte, como leite em pó desnatado, concentrado de proteína do leite e proteína de soro de leite, melhoram a textura, sensação na boca, aparência, viscosidade e consistência. Uma opção é a associação de produtos para elaboração de smoothies, o iogurte natural está amplamente disponível no mercado brasileiro, bastante utilizado em preparações alimentícias (ROJAS-TORRES, 2021).

Estudos recentes relataram o desenvolvimento de smoothies com diferentes tipos de frutas e hortaliças. Cano-Lamadrid *et al.* (2018) verificaram que todos os smoothies desenvolvidos (sabor romã e purê de frutas) apresentaram altos valores de teor de polifenólicos totais e boa coloração durante armazenamento (6 meses a 4 ou 20°C). Ribeiro *et al.* (2020) elaboraram smoothies de juçara, banana e morango, e verificaram que os mesmos apresentaram alta aceitabilidade sensorial e teor de compostos fenólicos. Camargo *et al.* (2020) analisaram a aceitação sensorial de bebidas tipo smoothie à base de aveia associada a morango e banana, verificaram que as formulações com menor teor de aveia obtiveram melhores médias pelos provadores.



O objetivo do presente estudo foi elaborar e analisar a composição microbiana e aceitação sensorial de Smoothies sabor Morango (*Fragaria ananassa*) à base de iogurte natural.

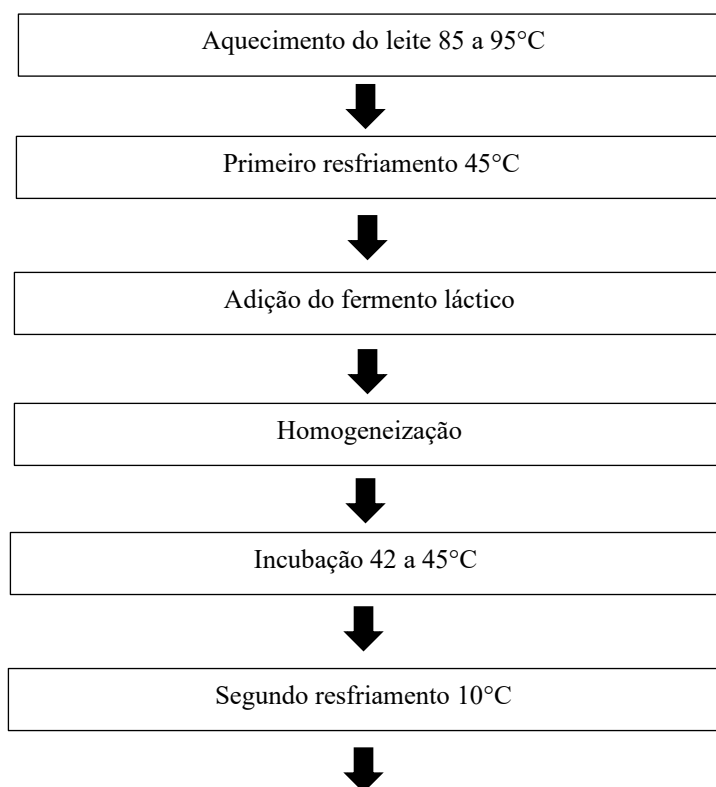
2. MATERIAIS E MÉTODO

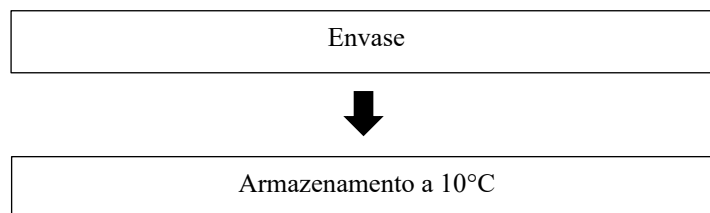
O processamento do iogurte, elaboração dos smoothies e análises microbiológicas e sensorial estão descritas a seguir.

O procedimento de preparo do iogurte iniciou-se com o aquecimento do leite em fogão industrial até atingir a temperatura de 85°C durante 15 minutos, após o término da pasteurização o leite foi resfriado até 42°C. Em seguida adicionou-se 3% de leite em pó e 3% de fermento láctico (*L. bulgaricus* e *S. thermophilus*). Posteriormente a incubação a 42°C, em seguida resfriamento a 10°C, envase e armazenamento em câmara de refrigeração (10°C) até posterior utilização. Após o término da pasteurização o leite foi resfriado em água corrente até a temperatura de inoculação.

A adição do fermento ocorreu de forma rápida e em condições assépticas, evitando-se contaminação ao produto. A quantidade de inóculo utilizada foi de 3%. Depois do segundo resfriamento o iogurte foi envasado em embalagens plásticas de polietileno e armazenado em câmara fria para sua conservação (Figura 1).

Figura 1: Fluxograma de produção do Iogurte natural.





Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Os morangos foram adquiridos em mercado local, acondicionados em caixa de isopor, em seguida lavados e sanitizados em solução de hipoclorito de sódio a 5 ppm por 10 min, selecionados de acordo com seu estado de maturação e integridade física, em seguida realizada a limpeza e sanitização. Posteriormente homogeneizaram-se todos os ingredientes e depois os smoothies prontos foram envasados em embalagens plásticas e armazenados em câmara fria.

As matérias-primas empregadas para a elaboração dos *Smoothies* à base de iogurte natural foram: gelo, açúcar cristal, liga natural, morangos, leite bovino e o iogurte natural produzido na primeira etapa. Após a definição da formulação base foram utilizadas porcentagens diferentes de iogurte natural para cada formulação.

Foram produzidos quatro tipos de formulações de *smoothies*: Tratamento 0 (T0) - amostra com 10% de iogurte, Tratamento 1 (T1) com 30% de iogurte, Tratamento 2 (T2) com 60% de iogurte e Tratamento 3 (T3) com 90% de iogurte, descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Ingredientes empregados na elaboração dos *smoothies* e suas respectivas formulações.

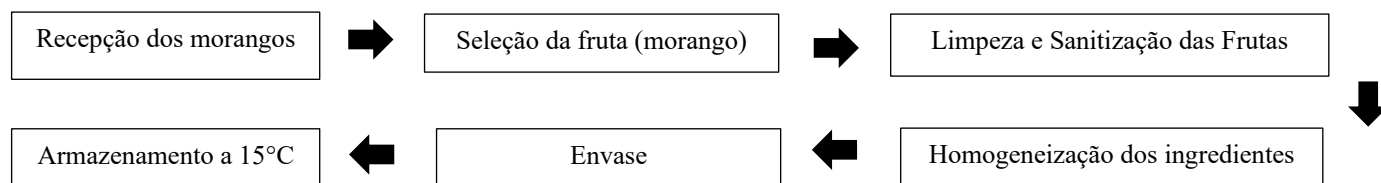
Ingredientes	Formulações			
	T0	T1	T2	T3
Iogurte Natural	100g	130g	160g	190g
Morango	100g	100g	100g	100g
Leite Bovino	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml
Açúcar	15g	15g	15g	15g
Gelos (Cubos)	200g	200g	200g	200g
Liga Natural	15g	15g	15g	15g

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Durante os procedimentos todos os ingredientes conforme as suas quantidades estabelecidas para todas as formulações foram adicionadas em um liquidificador industrial JL Colombo capacidade 1,8 litros e homogeneizados durante 10 minutos. Posteriormente os *smoothies* foram transferidos para os recipientes de plásticos de polietileno capacidade de um litro, devidamente higienizados e acondicionados assepticamente e depois armazenados em câmara fria (10°C), conforme descrito na Figura 2.



Figura 2: Fluxograma de processamento dos *Smoothies*.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Foram realizadas as análises microbiológicas e sensoriais para os *Smoothies* e para o iogurte foi realizado somente as microbiológicas. As análises microbiológicas obedeceram a metodologia proposta por APHA (2001).

As análises microbiológicas foram realizadas obedecendo aos padrões exigidos pela RDC nº 12/2011. Foram realizadas as seguintes análises: *Salmonella spp*, *Estafilococcus coagulase* positiva, coliformes a 35° e a 45°C, Mesófilos, Bactérias lácteas, Bolores e Leveduras, seguindo a metodologia por APHA (2001).

Para a análise sensorial dos *smoothies* nas quatro formulações: T0, T1, T2 e T3 foi conduzido o teste de 70 avaliadores não-treinados, de ambos os gêneros, utilizando uma escala hedônica mista estruturada de 9 pontos, com escores variando de 1 (desgostei muitíssimo) até 9 (gostei muitíssimo). Os atributos sensoriais adotados foram cor, aroma, sabor, consistência e aspecto global.

Também foi avaliada a intenção de compra dos avaliadores em relação as amostras apresentadas, utilizando uma escala estruturada em cinco pontos, onde os avaliadores atribuíram notas de 1 a 5, variando de “1 - certamente compraria” a “5 - certamente não compraria”.

A amostra de cada formulação foi apresentada simultaneamente aos avaliadores em cabines individuais e servidas em copos descartáveis, codificadas aleatoriamente com número de três dígitos, acompanhados da ficha de avaliação, uma bolacha água e sal, um copo de água para limpeza das papilas gustativas e remoção do sabor residual.

Os dados obtidos neste estudo foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), em um delineamento inteiramente casualizado. Já para análise sensorial o tratamento foi em blocos (DBC). Os resultados foram então submetidos a testes de comparação de médias, pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%, utilizando para isto, o programa estatístico ASSISTAT versão 7.7 beta. Os dados obtidos da análise sensorial foram plotados em histogramas de frequências.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos resultados obtidos nas análises microbiológicas das amostras encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2: Composição microbiológica dos *Smoothies* sabor Morango (*Fragaria ananassa*) à base de iogurte natural.

PARÂMETROS	Iogurte	T0	T1	T2	T3
<i>Salmonella spp</i>	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
<i>Estafilococcus coagulase</i> positiva (NMP/g)	1,1x10 ¹	1,25x10 ¹	1,5x10 ¹	1,0x10 ¹	2,1x10 ¹
Coliformes a 35°C(NMP/g)	<3	2,3x10 ¹	2,3x10 ¹	2,3x10 ¹	2,3x10 ¹
Coliformes a 45°C(NMP/g)	<3	3,6x10 ¹	2,3x10 ¹	2,3x10 ¹	2,3x10 ¹
Mesófilos (NMP/g)	1,25 x10 ³	2,28x10 ⁵	3,12x10 ⁵	2,44x10 ⁵	1,76x10 ⁵
Fungos filamentosos e não filamentosos (NMP/g)	3,5x10 ⁰	1,1x10 ¹	1,1x10 ¹	1,1x10 ¹	1,1x10 ¹
Bactérias lácteas (NMP/g)	8,6x10	6,5x10	5,4x10	6,7x10	6,8x10

Legenda: T0 (controle), T1 (30% de iogurte), T2 (60% de iogurte) e T3 (90% de iogurte).

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Conforme os resultados obtidos, não foi detectada a presença de *Salmonella spp.* nas amostras de iogurte e *Smoothies* analisadas (Tabela 2), atendendo aos padrões microbiológico da legislação RDC n°. 12/2001 (BRASIL, 2001). Este resultado é importante, tendo em vista que este patógeno é um dos principais causadores de enfermidades de origem alimentar. Este microrganismo não resiste ao processo de pasteurização, portanto, sua presença em alimentos tratados termicamente indica falhas no processo ou recontaminação do produto (CASTANHEIRA, 2012). Estudos realizados por Beltrão *et al.* (2019) e Ribeiro *et al.* (2019) verificaram ausência desse microrganismos em smoothies sabor uva com soro de queijo caprino e smoothie de juçara, banana e morango, respectivamente.

Em relação à análise de *Staphylococcus coagulase* positiva, observou-se que todas as amostras de iogurte e de smoothies encontram-se de acordo com a legislação (Tabela 2), sendo que o limite permitido para a presença deste microrganismo em alimentos é de 10³ NMP/g⁻¹ (BRASIL, 2001). A presença de *Staphylococcus* em alimentos indica a falta de controle da matéria-prima, do processo de elaboração ou do produto final, podendo ser veículo para outros patógenos que transmitem doenças através dos alimentos. Beltrão *et al.* (2019) todas as amostras de smoothies encontram-se de acordo com a legislação.

A ausência de Coliformes nas amostras de iogurte e *smoothies* analisadas atenderam ao critérios da legislação vigente (Tabela 2). As bactérias do grupo coliformes termotolerantes são exclusivas do trato gastro intestinal, portanto a presença destas bactérias em alimentos estima-se que houve contaminação fecal em alguns dos processos de obtenção do alimento. A RDC n°.



12/2001 da ANVISA estabelece para produtos lácteos fermentados, limite máximo de coliformes a 45°C de 10 NMP.g⁻¹ (BRASIL, 2001). Oliveira *et al.* (2019) verificaram contagem de coliformes de acordo com o preconizado pela legislação em smoothies à base de frutas e chá branco. Teixeira (2018) analisaram smoothie de frutas tropicais com albúmen sólido do coco verde e dentre as dez amostras verificadas, a contagem de coliformes a 45°C menor que 10 UFC/100g.

As amostras desse estudo apresentaram valores inferiores 10⁶ UFC/g, a contagem padrão em placas de microrganismos mesófilos não apresentam padrão na Legislação, no entanto, estes orientam quanto à qualidade higiênica e sanitária do produto. Para alimentos que não possuem padrões sanitários estabelecidos para contagem microbiana total, como bactérias mesófilas, Silva (2002), relata que quando destinados ao consumo humano e apresentarem população microbiana na ordem de 10⁶ UFC/g, devem ser considerados suspeitos, pois há probabilidade de microrganismos estarem presentes, podendo estes causar a perda das características sensoriais, perdas do valor nutricional e da atratividade destes alimentos e principalmente podem causar danos à saúde do consumidor.

Embora não sejam considerados na legislação, os fungos filamentosos e não filamentosos apresentaram contagem de 1,1x10¹. A presença de fungos filamentosos e não filamentosos é um indicativo de práticas sanitárias insatisfatórias na fabricação ou na embalagem do produto. Oliveira (2018) verificaram que as contagens de fungos filamentosos e leveduras, em tempo zero e com 90 dias de armazenamento em refrigeração permaneceram abaixo de 10² UFC.g⁻¹, de smoothie de juçara, banana e morango.

A contagem de bactérias lácteas variou entre 5,4x10 a 6,8x10. A legislação brasileira tem se referido apenas à viabilidade e abundância das bactérias lácticas em iogurtes, sem estabelecer um valor mínimo para a contagem. A Recomendação Mercosul n° 31/97 (BRASIL, 2001) passa a estabelecer um limite mínimo para as bactérias lácticas totais como sendo de 10⁷ UFC/mL, determinando que esses microrganismos específicos devam ser viáveis, ativos e abundantes no produto final e durante seu prazo de validade, para que a qualidade do iogurte seja garantida, o número de colônias de *L. bulgaricus* e *S. thermophilus*, individualmente, não deve ser inferior a 10⁷ colônias por grama ou mL.

As figuras abaixo mostram os resultados do teste de aceitação sensorial realizado com os avaliadores (n=70) para todos os tratamentos. De acordo com as notas, observa-se que os atributos avaliados foram aceitos, exceto o atributo sabor nos tratamentos T1 e T2, obtiveram

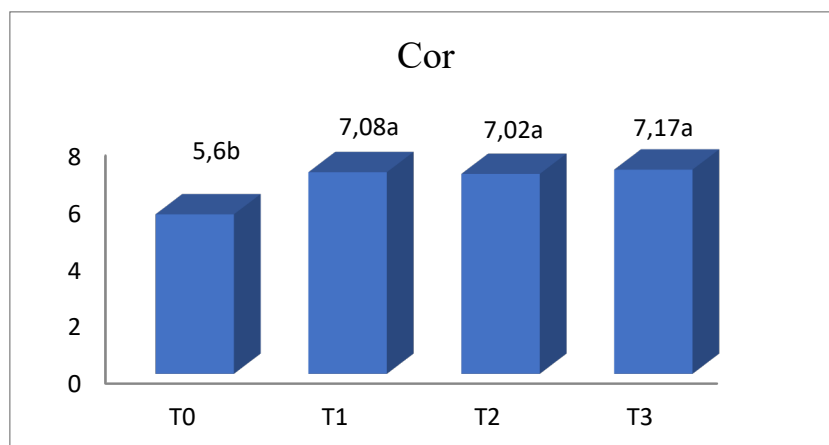


notas inferiores a 7. Pode-se notar que todos os tratamentos foram distintos em relação ao tratamento controle (T0).

Contudo, os valores médios dos atributos variam na faixa de 5,48 a 7,24. Dentre os tratamentos (formulações), observou diferença significativa apenas para o atributo sabor, tendo o T3 apresentado a melhor nota.

Houve diferenças significativas em todos os atributos comparando-se ao tratamento controle. O atributo cor apresentou diferenças entre si, de acordo com a escala hedônica utilizada, apresentando notas medianas em relação aos demais atributos para os tratamento T1, T2 e T3, porém para o tratamento T0 não foi aceito. Os valores obtidos (figura 3) quanto à cor, podem estar relacionados ao fato de o produto ser inédito, não conhecido pelos julgadores.

Figura 3: Notas dadas pelos provadores em relação ao atributo cor dos *Smoothies smoothies* sabor morango com diferentes concentrações de iogurte natural.



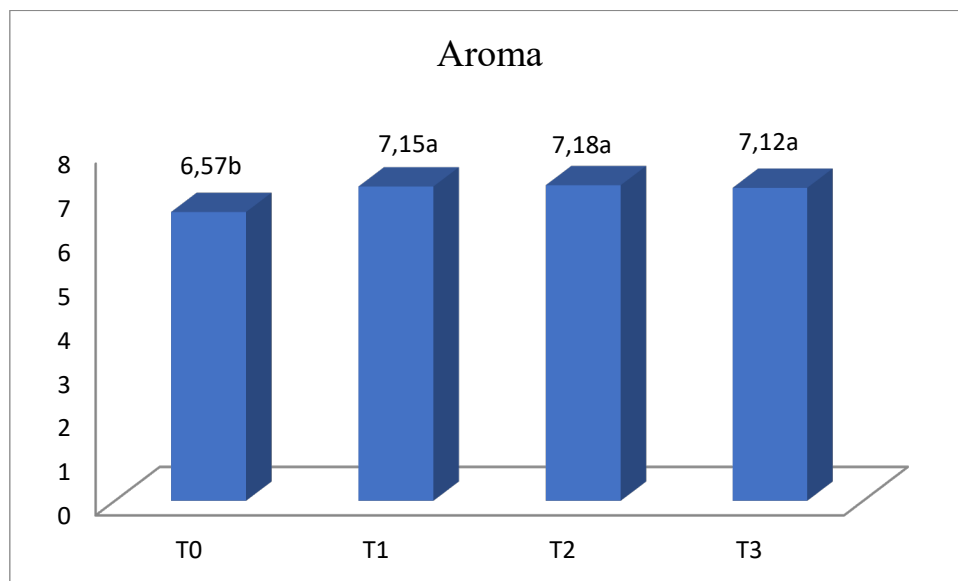
Legenda: T0 (controle), T1 (30% de iogurte), T2 (60% de iogurte) e T3 (90% de iogurte).

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Quanto ao aroma, às notas também diferiram entre si significativamente (figura 4), as formulações T1, T2 e T3 foram aceitas, com notas superiores a 7,0.



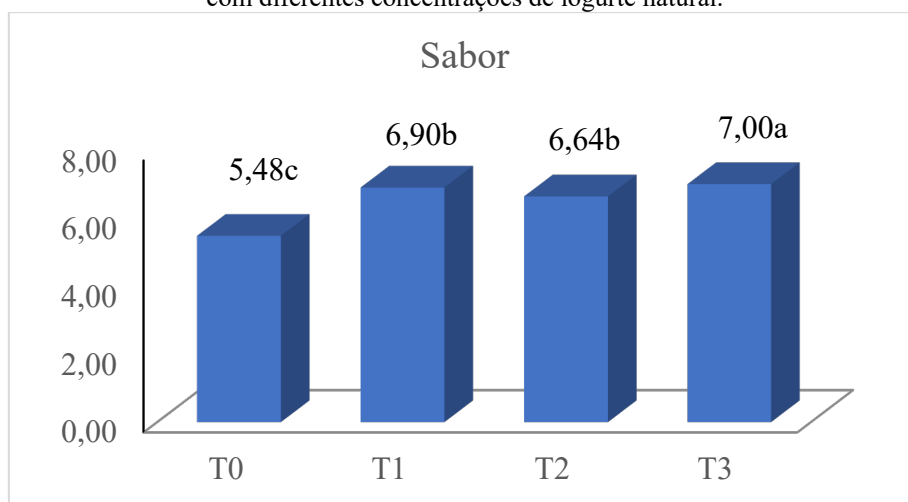
Figura 4: Notas dadas pelos provadores em relação ao atributo aroma dos *Smoothies smoothies* sabor morango com diferentes concentrações de iogurte natural.



Legenda: T0 (controle), T1 (30% de iogurte), T2 (60% de iogurte) e T3 (90% de iogurte)
Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Quanto ao sabor, observa-se que só o T3 foi aceite (figura 5) comparando-o com os demais tratamentos com notas inferiores a 7.

Figura 5: Notas dadas pelos provadores em relação ao atributo sabor dos *Smoothies smoothies* sabor morango com diferentes concentrações de iogurte natural.

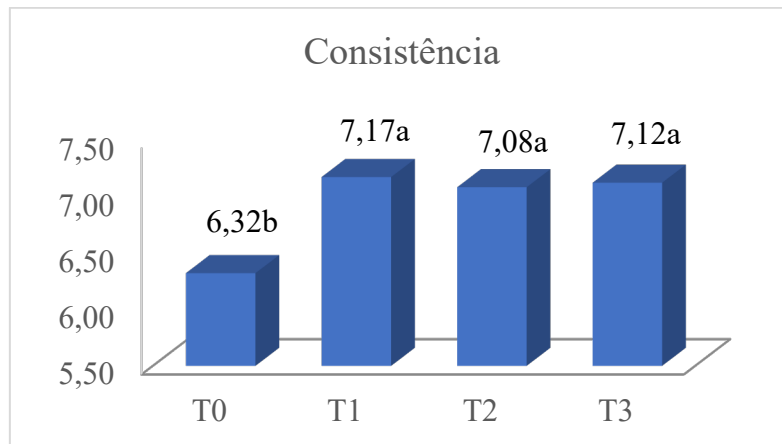


Legenda: T0 (controle), T1 (30% de iogurte), T2 (60% de iogurte) e T3 (90% de iogurte).
Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Quanto à consistência, as notas também diferiram entre si significativamente (figura 6), apenas as formulações T1, T2 e T3 de acordo com as notas foram aceite, pois nota-se que obtiveram notas superiores a 7, diferente do T0.



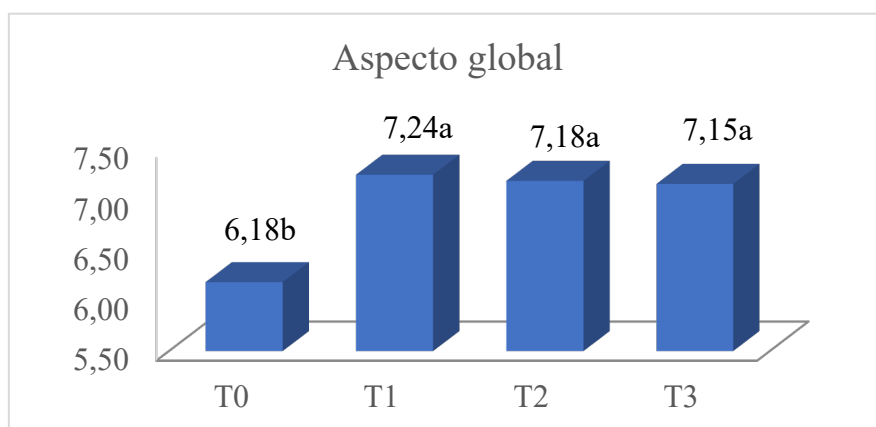
Figura 6: Notas dadas pelos provadores em relação ao atributo consistência dos Smoothies smoothies sabor morango com diferentes concentrações de iogurte natural.



Legenda: T0 (controle), T1 (30% de iogurte), T2 (60% de iogurte) e T3 (90% de iogurte).
Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Na avaliação Aspecto global do produto como mostra a Figura 7, é possível notar que as médias obtidas para os três tratamentos foram expressivas e denotam a aceitação ao produto pelos julgadores. Sendo assim, os *Smoothies* apresentam-se como alternativa inovadora de alimento, bem como de sobremesa, onde a combinação revela sabor. A polpa do morango e doce é uma alternativa para ampliar as opções de sabores de frutas tropicais.

Figura 7: Notas dadas pelos provadores em relação ao atributo aspecto global dos *Smoothies smoothies* sabor morango com diferentes concentrações de iogurte natural.

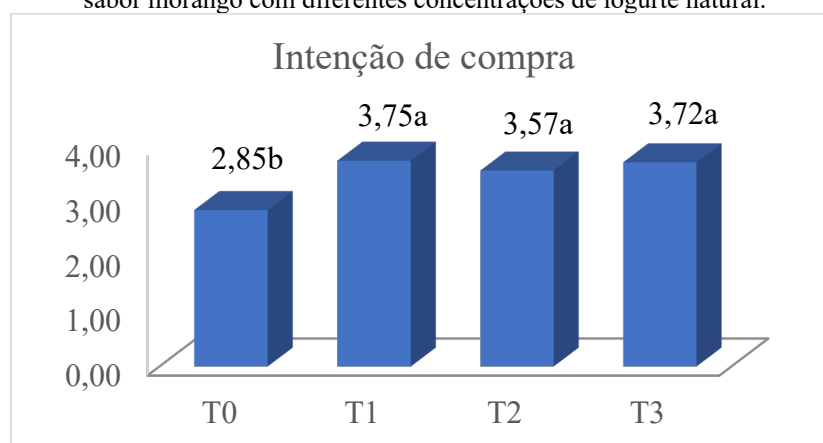


Legenda: T0 (controle), T1 (30% de iogurte), T2 (60% de iogurte) e T3 (90% de iogurte).
Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Na avaliação da intenção de compra do produto como mostra a Figura 8, é possível notar que as médias obtidas para os quatro tratamentos foram expressivas e denotam a aceitação ao produto pelos julgadores nas amostras T1, T2 e T3.



Figura 8: Notas dadas pelos provadores em relação ao atributo intenção de compra dos *Smoothies smoothies* sabor morango com diferentes concentrações de iogurte natural.



Legenda: T0 (controle), T1 (30% de iogurte), T2 (60% de iogurte) e T3 (90% de iogurte).

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

4. CONCLUSÃO

A bebida smoothie elaborada sabor morango com maior adição de iogurte natural (T3) se destacou pela aceitação sensorial e classificação de preferência. Todas as amostras atenderam aos critérios microbiológicos na legislação vigente. O morango utilizado nesse estudo no intuito de saborizar os *smoothies* com diferentes teores de iogurtes além de melhorar a textura, o sabor, a cor e aroma, possuem teor nutricional que vem a melhorar a composição nutricional do produto final. Todavia necessita-se de estudos complementares para avaliação da vida útil ao longo do armazenamento e parâmetros físicos-químicos.

REFERÊNCIAS

ABREU, L. R. **Tecnologia e aproveitamento do leite**. Lavras: FAEPE, p. 149, 1997.

AGENCIA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITARIA-ANVISA. **Resolução RDC-n-12 de 12 de janeiro de 2001**. aprova o regulamento tecnico que estabelece as diretrizes básicas para sobre padrões microbiologicos para alimentos.

ANTUNES, L. E. C.; CARVALHO, G. L.; SANTOS, A. M. A. Cultura do Morango. **Embrapa Informação Tecnológica**. Brasília, 2011.

ANTUNES, L. E. C. *et al.* **Produção integrada de morango (PIMo) no Brasil**. In: Morango: conquistando novas fronteiras. **Informe Agropecuário**: Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <<http://cienciadoleite.com.br/>>. Acesso em 29 março 2017.



APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. American Public Health Association. American Water Works Association, Water Environmental Federation, 18th ed. Washington, DC, 2001.

APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. American Public Health Association. American Water Works Association, Water Environmental Federation, 18th ed. Washington, DC 2004.

ARASHIRO, C. D. F.; O mercado lácteo brasileiro no contexto mundial. **EMBRAPA**. Juiz de Fora, MG Dezembro, 2006.

BARBA, F. J.; ESTEVE, M. J.; FRÍGOLA, A. High pressure treatment effect on physicochemical and nutritional properties of fluid foods during storage: A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Chicago, v. 11, n. 3, jan. 2012. Disponível em: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1541-4337.2012.00185.x>. Acessado em: jun, 2022.

BASU, A. *et al.* Strawberry as a functional food: an evidence-based review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 3, n. 2, p. 185-187, 2014. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408398.2011.608174?journalCode=bfsn20>. Acessado em: set, 2022.

BARRETT, D. M.; ELLOYD, B. Advanced preservation methods and nutrient retention in fruits and vegetables. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, p. 7-22, 2012. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.4718>. Acessado em: jul, 2022.

BELTRÃO, F. A. S.; CRUZ, S. E. S. B. S.; GONÇALVES, L. S. **Desenvolvimento e caracterização microbiológica de smoothies sabor uva (*Vitis vinifera*) adicionado com diferentes concentrações de soro de queijo caprino**. In: XV Semana de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, 2019, Areia-PB. Anais eletrônicos [...] Areia: UFPB, 2019. p. 1-5. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/era/article/view/9209>. Acesso em: 12 out. 2022.

BISCAIA, I. M. F.; STADLER, C. C.; PILATTI, L. A. **Avaliação das alterações físico-químicas em iogurtes adicionados de culturas probióticas**. In: XI SIMPEP, n. 11, Bauru, 2004. Anais do XI SIMPEP. Bauru: Editora Unesp, 2004.p. 1-9. Disponível em: https://simpep.feb.unesp.br/anais/anais_11/copiar.php?arquivo=Biscaia_IMF_Avalia%C3%A7%C3%A3o%20das%20Alter%C3%A7%C3%B5es%20F%C3%ADsico-Qu%C3%ADmicas%20em%20Iogurte%20Adicionado%20de%20Culturas%20Probi%C3%B3ticas.pdf. Acessado em: Jan. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº. 146, de 07 de Março de 1996. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 mar. 1996. Seção 1, p. 3.977.

BRASIL. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Resolução/CD/FNDE nº. 38, de 19 de julho de 2009**. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar aos alunos da educação básica no Programa Nacional de Alimentação Escolar - PNAE. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 jul. 2009.



BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Dispõe sobre Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. Brasília: **Diário Oficial da União**, jan. 2001

BRASIL, Leis, Decretos, etc. Portaria nº 146 do Ministério da Agricultura Abastecimento e da Reforma Agrária. **Diário Oficial**, Brasília 07 mar. 1996. Aprova os regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003. **Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 18 set 2003.

CAMARGO, F. A. O. *et al.* Acceptability of strawberry and banana smoothie drinks prepared with oat different concentrations. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 84642-84657, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/19300/15491>. Acessado em: Set, 2022.

CANO-LAMADRID, M. *et al.* Formulation and storage effects on pomegranate smoothie phenolic composition, antioxidant capacity and color. **Food Science and Technology**, v. 96, p. 322-328, 2018. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/19300/15491>. Acessado em: Ago, 2022.

CARVALHO, S. P. Cultura do morango. **EMATER MG**. 2012. Disponível em: <http://atividaderural.com.br/artigos/4eaaafc0d46e7.pdf>. Acesso em 17 de março de 2017.

CASTANHEIRA, A. C. G. **Manual Básico: Controle de Qualidade de Leite e Derivados**. Cap Lab, São Paulo, 2012.

CASTILLEJO, N. *et al.* Red fresh vegetables smoothies with extended shelf life as an innovative source of health-promoting compounds. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, p. 1475-1486, 2016. Acessado em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4984702/>. Acessado em: Set, 2022.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2ª ed. Campinas, SP:Editora da Unicamp, 2003. p. 36, 37 e 107.

JACOPO, D. *et al.* Physico-chemical characteristics of thermally processed purée from different strawberry genotypes. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 47, n. 2, set. 2015. Disponível em: [sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157515001398](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157515001398). Acessado em: Jun, 2022.

FALGUERA, V.; ALIGUER, N.; E FALGUERA, M. An integrated approach to current trends in food consumption: Moving toward functional and organic products? **Food Control**, v. 26, p. 274-281, 2012.

GARCIA-ALONSO, F. J. *et al.* Changes in antioxidant compounds during the shelf life of commercial tomato juices in different packaging materials. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, p. 6815-6822, 2009. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf900877c>. Acessado em: Fev, 2022.



GÓMEZ, P. L.; WELTI-CHANES, J.; ALZAMORA, S. M. Hurdle Technology in Fruit Processing. **Annual Review of Food Science and Technology**. v. 2, p. 447-465, 2011.

GOMEZ GIAMPIERI, F. *et al.* O morango: composição, qualidade nutricional e impacto sobre a saúde humana. **Nutrition**, 2012.

GUAZI, J. S.; LAGO-VANZELA E. S.; CONTI-SILVA, A. C. Development of smoothies from dehydrated products of strawberry and banana pulps obtained through foam-mat drying. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 54, p. 54–61, 2019. Disponível em: <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ijfs.13900>. Acessado em: Jun, 2022.

GUAZI, J. S. **Produção de smoothie com polpas de morango e banana desidratadas em leite de espuma**. 2016. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São José do Rio Preto, 2016.

HOFFMANN, F. L. *et al.* Estudo higiênicosanitário de diferentes tipos de iogurte. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.15, n. 2, p. 187-196, jul./dez.1997.

HORNEDO-ORTEGA, R. *et al.* Effects of gluconic and alcoholic fermentation on anthocyanin composition and antioxidant activity of beverages made from strawberry. **LWT – Food Science and Technology**, v. 69, p. 382–389, 2016.

KEENAN, D. F. *et al.* Effect of thermal and high hydrostatic pressure processing on antioxidant activity and colour of fruit smoothies. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**. 11: 551-556. 2010.

KEENAN, D. F. *et al.* Effects of thermal and high hydrostatic pressure processing and storage on the content of polyphenols and some quality attributes of fruit smoothies. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 59, n. 2, , set. 2011. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf1035096>. Acessado em: ago, 2022.

KEENAN, D. F. *et al.* Effect of thermal and high hydrostatic pressure processing on antioxidant activity and colour of fruit smoothies. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, 2010.

KROLOW. A. C. R. Beneficiamento de frutas vermelhas. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/939233/1/AnaCristinaRichterp96103.pdf>. Acesso em: 28 de março de 2017.

LLOYD, A. **Smoothies - UK**. 2011. Disponível em: www.oxygen.mintel.com. Acesso em: 20 de março de 2017.

LYRIO, G. M. Analisar a qualidade quanto aos aspectos físico-químicos e sensoriais do iogurte em bandeja em um laticínio no Recôncavo Baiano. **Especialização em Gestão da Qualidade Vigilância Sanitária em Alimentos**. Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. Salvador, 2008. p. 80

MALGARIM, B. M.; CANTILLANO, R. F. F.; COUTINHO, E. F. Sistemas e condições de colheita e armazenamento na qualidade de morangos cv. camarosa. **Revista Bras. Fruticu**, v.



28, n. 2, p. 185-189, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/HQTrYh5LfnwJFW5WmmdP8sf/?lang=pt>. Acessado em : set, 2022.

MINTEL GROUP LTD. **RTD Smoothies** - US. 2012. Disponível em: <oxygen.mintel.com>. Acesso em: 20 de março de 2017.

MOREIRA, S. R. *et al.* Análise microbiológica e química de iogurtes comercializados em Lavras – MG. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, SP, v. 19, n. 1, 1999.

MOREIRA, I. dos S. *et al.* Elaboração e avaliação da qualidade de iogurtes de maçã adoçados com sacarose e com mel. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró – RN, v. 9, n. 1, p. 10-14, jan./mar., 2014. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/2540>. Acessado em jun, 2022.

MOREIRA, A. F. A. Desenvolvimento e Caracterização de um Smoothie Probiótico. 2011. p. 107. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Departamento de Química da Universidade de Aveiro, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2011.

MOURA, S. C. S. R.; GERMER, S. P. M. Reações de Transformação e Vida-de-Prateleira de Alimentos Processados. **Manual Técnico. ITAL**. Campinas, 2010.

MORAES, C. M. *et al.* **Qualidade microbiológica do iogurte comercializado na cidade de Pelotas**. In: XXIX Congresso Brasileiro De Medicina Veterinária, 2002, Gramado. Anais.... Gramado, 2002. p. 161. Disponível em: <<http://www.ufpel.tche.br/veterinaria/inspleite/documentos/2002/iogurtepelotas.pdf>> Acesso em: 19 junho. 2017.

MULLER, L. *et al.* Antioxidant capacity and related parameters of different fruit formulations. **LWT-Food Science and Technology**, Estados Unidos, v. 43, n. 6, jul. 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643810000526> . Acessado em: Jul, 2022.

NASCIMENTO, M. A. *et al.* **Desenvolvimento de Smoothie Funcional Acrescido de Biomassa da Banana Verde**. In: I Seminário de Iniciação Científica, 1, 2014, Belo Horizonte. Anais do I Seminário de Iniciação Científica. Belo Horizonte, Editora do IFMG, 2014, 20-29. Disponível em: <https://www.ifmg.edu.br/sic/edicoes-antiores/resumos-2014>. Acessado em: jul. 2022.

NUNES, M. **Determinação da capacidade antioxidante e parâmetros físico-químicos em smoothies: estabilidade ao longo do tempo de armazenamento**. 2011. p. 58. Dissertação (Mestrado em Ciência do consumo e Nutrição) - Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Universidade do Porto, Porto, 2011.

OMS-OLIU, G. *et al.* Stability of health-related compounds in plant foods through the application of non thermal processes. **Trends in Food Science and Technology**. 23: 111-123. 2012.

OEY, I. *et al.* Does high pressure processing influence nutritional aspects of plant based food systems? **Trends in Food Science e Technology**, Cambridge, v. 19, n. 6, jun. 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224407002749>. Acessado em: Jan, 2022.



OLIVEIRA, M. L. *et al.* **Avaliação físico-química e microbiológica de bebidas do tipo smoothies**. In: XXVIII Encontro Anual de Iniciação Científica, 2019, Ponta Grossa-PR. Anais eletrônicos [...] Ponta Grossa: UEPG, 2019. p. 1-4. Disponível em: https://siseve.apps.uepg.br/pt_BR/EAIC2019/resumos. Acesso em: 12 out. 2022.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B.; FERREIRA, L. V. **‘Caminho Real’: nova cultivar de morangueiro recomendada para o rio Grande do Sul**. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2007. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/745690/camino-real-nova-cultivar-de-morangueiro-recomendada-para-o-rio-grande-do-sul>. Acessado em: mar, 2022.

PARK, Y.S.; HAM, K.-S.; PARK, Y.-K. The effects of treatment on quality parameters of smoothie-type ‘Hayward’ kiwi fruit beverages. **Food Control**, Vurrey, v. 70, n. 1, p. 221-228, dez. 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713516302894>. Acessado em: set. 2022.

PEREIRA, C. M. *et al.* **Fermentação láctica e a produção de iogurte**. Porto Alegre. Artmed. 2007.

POLL, H. *et al.* **Anuário Brasileiro de Fruticultura. Editora: Gazeta**, Santa Cruz do Sul, v.1, n.1, p. 15, 2013. Disponível em: https://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2018/04/FRUTICULTURA_2018_dupla.pdf. Acessado em: fev, 2022.

MÜLLER, L. *et al.* Antioxidant capacity and related parameters of different fruit formulations. **LWT - Food Science and Technology**, v. 43, p. 992–999, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643810000526>. Acessado em: set, 2022.

REIS, D. L. dos. **Qualidade e inocuidade microbiológica de derivados lácteos fermentados produzidos no Distrito Federal, Brasil**. 2013. 65 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Animal) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

REISSER JUNIOR, C. Produção integrada de morango (PIMo) no Brasil. In: **Morango: conquistando novas fronteiras. Informe Agropecuário**: Belo Horizonte, Epamig, 2007. p. 82

RIBEIRO, L. O. *et al.* Stability evaluation of juçara, banana and strawberry pasteurized smoothie during storage. **Food Science and Technology**, v. 40, n. 2, p. 387-393, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/FmVzGgTkRRYJvvTLXJF3Fsp/?lang=en#:~:text=The%20results%20indicated%20that%20the,C%2C%20ensuring%20its%20microbiological%20stability>. Acessado em: ago, 2022.

RIBEIRO, L. O. **Desenvolvimento de smoothie de juçara, banana e morango: processos de conservação e estudo da bioacessibilidade dos compostos fenólicos**. Rio de Janeiro, inserir número de folhas, 2018. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

ROJAS-TORRES, S. A.; QUINTANA, S. E.; GARCÍA-ZAPATEIRO, L. A. Natural Yogurt Stabilized with Hydrocolloids from Butternut Squash (*Cucurbita moschata*) Seeds: Effect on



Physicochemical, Rheological Properties and Sensory Perception. **Fluids**, Suíça, v. 6, n. 251, jul. 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2311-5521/6/7/251>. Acessado em: nov, 2022.

SÁ, P. *et al.* Processamento do Iogurte Gordo Sólido. **Escola Superior Agrária De Coimbra**. Coimbra, 2007.

SILVA JUNIOR, E. A. **Manual de Controle Higiênico-Sanitário em Alimentos**. 5 ed. São Paulo, Livraria Varela, 2002.

SILVA, R. G. V. **Caracterização físico-química de farinha de batata-doce para produtos de panificação**. 2010. p. 71. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2010.

SOUSA, A. Z. B. *et al.* Aspectos físico-químicos e microbiológicos do queijo tipo coalho comercializado em estados do nordeste do Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 81, n. 1, p. 30-35, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/LhXLJR4QhmV96D84kNZ3MqB/?lang=pt#:~:text=Valores%20m%C3%A9dios%20das%20an%C3%A1lises%20f%C3%ADsico,e%205%2C18%2C%20respectivamente>. Acessado em: Set, 2022.

SOUZA, D. P. Avaliação da qualidade higiênico-sanitária do leite utilizado no restaurante escola da Universidade Federal de Pelotas. **Revista HCPA**, v. 30, p. 2730, 2010. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/hcpa/article/view/8670>. Acessado em: Jun, 2022.

TADAPANENI, R. K. *et al.* Effect of high-pressure processing and milk on the anthocyanin composition and antioxidant capacity of strawberrybased beverages. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, p. 5795-5802, 2012. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf2035059>. Acessado em: Jun, 2022.

TEIXEIRA, N. S. **Use of Solid Albumen of the Green Coconut for Obtaining Tropical Fruit Smoothie**. 2018. p. 85 Dissertação (Master Science in Food Science and Technology, Food Technology). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

YOUNG, P. W.; MILLS, T. B.; NORTON, I. T. Influence of pH on fluid gels produced from egg e whey protein isolate. **Food Hydrocolloids**, v. 26, 1-9, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X19306630>. Acessado em: Jun, 2022.

CAPÍTULO 10

O FATOR IRRIGAÇÃO NA CULTURA DE ALFAFA

Cleber Cristiano da Silva
Brenda Mara guerra da Silva
Katleen Cristina da Silva Duarte
Caroline Olias
Erich dos Reis Duarte
Denise Renata Pedrinho
Cristiano Reschke Lajus
Aline Vanessa Sauer

RESUMO

O presente estudo objetivou descrever os benefícios da irrigação no cultivo de alfafa. Sendo assim, apresenta como objetivos: pesquisar a importância da irrigação no cultivo de alfafa, avaliar os resultados do cultivo da alfafa com e sem irrigação, bem como analisar os benefícios da irrigação no cultivo da alfafa desde o plantio até a comercialização. Tratando-se de uma pesquisa bibliográfica, cuja base bibliográfica foi em livros de diversos autores da área de Agronomia, mais especificamente sobre a cultura de alfafa, como, por exemplo, Barcellos (1990), Oliveira (2006; 2008), Duarte (2020), entre outros. De maneira geral, analisando os resultados da área de cultivo de alfafa com irrigação, é notório que houve um aumento na produtividade em torno de 30% de matéria bruta em relação à área sem irrigação. Com isso, a irrigação contribui significativamente para um maior rendimento da produtividade da alfafa. Além do aumento na produtividade da alfafa, a irrigação também potencializa para uma produção de melhor qualidade, com aumento da área foliar, maior número de vagens por planta e maior produção de sementes. Assim, a irrigação é fundamental para obter alta produtividade de alfafa, tanto no verão quanto no inverno, para que haja baixa estacionalidade na produção de forragem. Para tanto, o manejo da água deve ser praticado de forma criteriosa, a fim de minimizar os efeitos do déficit hídrico e, especialmente, do excesso de água, que podem afetar a produtividade.

PALAVRAS-CHAVE: Cultivo da alfafa. Irrigação. Benefícios. *Medicago sativa*.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o cultivo de alfafa tem despertado o interesse de diversos produtores rurais, principalmente dos criadores de equinos, já que a forrageira pode ser oferecida de forma natural (feno), ou peletizada como ração. Com isso, no decorrer do século XXI, o cultivo de alfafa tem se expandido por todo o território brasileiro, devido ao aumentado da demanda por alimentos de alto valor nutritivo, como é o caso da alfafa. Entretanto, apesar de ser um mercado ainda pouco explorado no Brasil, a expansão do cultivo de alfafa depende de investimentos em vários aspectos, como de fertilidade do solo, manejo, produção de sementes e irrigação. Por isso essa pesquisa pretende responder ao seguinte questionamento: Quais os benefícios da irrigação no cultivo de alfafa desde seu plantio até sua comercialização final?

Para tanto, o trabalho apresentado pretende descrever quais são os benefícios da irrigação no cultivo de alfafa. Como objetivos específicos, pretende-se: a) pesquisar a respeito



da importância da irrigação no cultivo de alfafa; b) avaliar os resultados do cultivo da alfafa com e sem irrigação; e c) analisar os benefícios da irrigação no cultivo da alfafa desde seu plantio até sua comercialização.

A importância desta pesquisa está em mostrar que a irrigação no cultivo de alfafa tem sido relevante no Brasil, onde ocorre o desafio do produtor rural em agregar mais produtividade para este tipo de plantio. Este trabalho é relevante, pois busca evidenciar que quando bem conduzida a cultura de alfafa, esta possibilitará a produção de um material de alta qualidade, trazendo maior rentabilidade para o produtor rural.

Esta pesquisa contribuirá para a sociedade e comunidade acadêmica quanto ao conhecimento sobre a importância da irrigação no cultivo de alfafa. Na comunidade acadêmica servirá como um material de fonte de pesquisa e auxílio em seus artigos e trabalhos e para a sociedade um material de leitura, conhecimento e orientação sobre o tema.

Como metodologia, trata-se de uma pesquisa bibliográfica, cuja consulta está baseada principalmente em livros de diversos autores da área de Agronomia, mais especificamente sobre a cultura de alfafa, como, por exemplo, Barcellos (1990), Oliveira (2006; 2008), Duarte (2020), entre outros. Foi realizado um levantamento de informações sobre o tema em revistas, artigos, documentários, relatórios, periódicos, entre outras fontes de dados com até 20 anos. Das quais foram pesquisadas tais palavras-chaves, cultura de alfafa, plantio, irrigação e comercialização final. Deste modo, esta pesquisa busca conhecimento científico a respeito da importância da irrigação na cultura de alfafa desde o processo de plantio até sua comercialização final.

Para situar o leitor a respeito do referencial teórico utilizado no decorrer do presente artigo, no primeiro momento é apresentada pesquisas relacionadas à importância da irrigação no cultivo de alfafa. No segundo momento, os dados a respeito da avaliação dos resultados do cultivo da alfafa com e sem irrigação. No terceiro momento, descrever-se-á os principais benefícios da irrigação no cultivo da alfafa desde seu plantio até sua comercialização. Por último, serão feitas algumas considerações sobre o que este estudo revela, problematizando algumas questões e apontando outras possibilidades de expansão do tema tratado.

2. A IMPORTÂNCIA DA IRRIGAÇÃO NO CULTIVO DE ALFAFA

A alfafa é uma leguminosa forrageira perene, cuja cultura se estende por quase todo o mundo (BARCELLOS, 1990). No Brasil, o cultivo da alfafa ocorre principalmente nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, Minas Gerais, São Paulo, e, mais recentemente, no Sertão Paraibano (OLIVEIRA *et al.*, 2014).



A alfafa (*Medicago sativa* L.) é considerada a primeira planta forrageira domesticada, e uma das mais importantes da atualidade, já que seu uso tem se intensificado na pecuária leiteira por constituir uma planta que reúne algumas das mais importantes características forrageiras como alta produtividade, qualidade proteica, palatabilidade, digestibilidade e capacidade de fixação de nitrogênio (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

A cultura da alfafa é mais frequentemente cultivada nas regiões de clima temperado. Entretanto, mais recentemente, alguns resultados experimentais com a planta têm revelado o potencial de seu cultivo em ambientes tropicais (OLIVEIRA, 2006). Embora seja evidenciado o alto potencial forrageiro da alfafa, o sucesso dessa cultura depende de outros fatores, que vão desde a escolha da cultivar mais adaptada à região até a adoção de práticas agrícolas que permitam seu estabelecimento e sua persistência, que aumentem a produção e que melhorem a qualidade da forragem (OLIVEIRA *et al.*, 2014). Deste modo, Ferreira *et al.*, (2002) abordam que, devido ao aumento da importância dessa forrageira no Brasil, torna-se necessária a seleção de cultivares mais adaptadas às condições edafoclimáticas, de maneira a permitir maiores rendimentos e redução dos custos com a cultura.

A respeito das práticas agrícolas mais utilizadas no cultivo da alfafa, Barcellos (1990) destaca: a) o preparo e a correção do solo, já que a alfafa é uma planta exigente, que prefere os solos de textura média, profundos, bem drenados, planos, com leve declive e com alta concentração de calcário; b) a semeadura, que engloba a época mais adequada do plantio, bem como a escolha e o preparo da semente de alfafa; c) o controle de invasores, para que não ocasione a falta de produtividade dos alfafais; d) a irrigação, pois apesar da alfafa possuir uma raiz profunda capacitando-a a tolerar prolongadas épocas de seca, a falta de água pode afetar a produção de altos rendimentos do seu potencial; e e) a adubação de manutenção, a fim de manter o solo nas condições favoráveis para a produção de alfafa.

A semeadura da alfafa geralmente ocorre em duas épocas do ano, uma no outono e a outra na primavera (BARCELLOS, 1990), a irrigação pode aumentar a quantidade de sua semeadura durante o ano, proporcionando mais produtividade deste cultivo, o que traz maior rentabilidade para o produtor rural.

Para ter boa produtividade e qualidade da forragem de alfafa, Rassini e Mendonça (2008) afirmam que é necessário garantir que não haja períodos de déficit hídrico acentuado. Entretanto, em grande parte das localidades, isto só é possível com o auxílio da irrigação, que propicia melhores resultados de produção e oferta de forragem de excelente qualidade por todo



o ano. Deste modo, para se evitar o desperdício e se aumentar a eficiência do uso de água, é necessário fazer o manejo da irrigação, que consiste no conjunto de técnicas para projetar, instalar, manter e operar o sistema de irrigação.

Para compreender melhor como o fator clima pode afetar a produtividade da alfafa, Rassini *et al.*, (2007) desenvolveram uma pesquisa na qual relatam que em relação à temperatura ambiente, a alfafa de flor amarela (*Medicago falcata*) sobreviveu a temperaturas inferiores a -26 °C no Alasca, e algumas variedades comuns (*Medicago sativa*) foram cultivadas no Vale da Morte na Califórnia, Estados Unidos, onde ocorrem temperaturas de até 54 °C. Já a respeito da germinação da alfafa, os autores relatam que ocorre a partir de 2 °C e torna-se mais rápida com o aumento da temperatura, até uma faixa ótima de 20 °C a 30 °C, pois o desenvolvimento das plântulas é favorecido por temperaturas mais altas (20 °C a 30 °C), que estimulam rápida expansão das folhas. Entretanto, temperaturas amenas (15 °C a 20 °C) favorecem o desenvolvimento da planta durante a fase de estabelecimento da cultura.

Rassini *et al.*, (2007) também analisaram o crescimento da alfafa em seu experimento e concluíram que este ocorre mesmo em temperaturas acima de 30 °C ou abaixo de 10 °C, porém a produtividade é maior em regiões com temperaturas em torno de 25 °C, em condições de baixa umidade relativa do ar. Com isso, temperaturas mais altas causam redução do tamanho das células e das folhas, aumentando a resistência à difusão de CO₂, causando, conseqüentemente, redução na produtividade da alfafa. De modo geral, os autores observaram que, em regiões de alto potencial para o cultivo da alfafa no Brasil, temperaturas altas reduzem o período entre cortes e podem justificar o decréscimo de produtividade que se observa no verão.

A partir dos dados explicitados acima, nota-se que a temperatura influencia diretamente o crescimento vegetativo e o intervalo de cortes do cultivo de alfafa. Portanto, visto que o clima é o fator abiótico nos agroecossistemas que mais afeta a perda de água dos vegetais, o estresse hídrico das plantas precisa ser levado em consideração para se ter uma boa produtividade da cultura (RASSINI, 2001).

O estresse hídrico ocorre quando a demanda da evaporação excede a capacidade da planta em transportar água através de seu sistema, o que pode resultar na redução da produtividade da cultura (GUITJENS, 1990).

Rassini *et al.*, (2007) explicam que a necessidade hídrica, das plantas em geral,



é representada pela evapotranspiração no balanço hídrico e corresponde à quantidade de água que passa à atmosfera pela evaporação do solo e transpiração das plantas, somada à quantidade d'água que é incorporada à massa vegetal. A quantidade retida pela planta é muito pequena com relação à água evaporada e transpirada e, por isto, se considera que a necessidade de água do conjunto solo-planta é praticamente igual à água transferida à atmosfera pela evaporação do solo e transpiração das plantas (evapotranspiração da cultura) (RASSINI *et al.*, 2007, p. 128).

No caso específico da alfafa, sua necessidade hídrica está relacionada à finalidade de seu cultivo. Por exemplo, para a produção de forragem (pastejo ou feno), o ideal é manter uma alta disponibilidade de água no solo para que a planta se mantenha em plena vegetação. Já na produção de sementes, há duas fases: a inicial, na qual se deve manter alta disponibilidade hídrica; e a final, na qual se deve restringir a disponibilidade hídrica a um grau que induza a planta a iniciar o processo reprodutivo (RASSINI *et al.*, 2007).

Na região Sudeste do Brasil, a evapotranspiração potencial anual é, em média, maior que a precipitação, provocando déficit hídrico na entressafra (outono-inverno). Esta característica de distribuição de chuvas, associada às oscilações climáticas e aos sistemas de cultivo de plantas forrageiras com diferente época de produção ao longo do ano, permitem que períodos de deficiência hídrica resulte em redução na produtividade, além de provocar a estagnação de produção de carne e/ou leite. Esse fato, tem levado várias instituições de pesquisa desenvolver técnicas para a irrigação de plantas forrageiras (PAULA *et al.*, 2015).

Deste modo, o tópico seguinte abordará o potencial da produção de alfafa em dois tipos de cultivos: um com irrigação e outro sem irrigação. Assim, será possível realizar uma comparação do cultivo de alfafa em solo irrigado e sem irrigação, de modo a avaliar o rendimento de seu potencial.

3. AVALIAÇÃO DO CULTIVO DE ALFAFA COM E SEM IRRIGAÇÃO

No tópico anterior explicitou como o estresse hídrico pode afetar a produtividade da cultura da alfafa. Sendo assim, este destina-se a avaliar resultados de outras pesquisas que evidenciam, por meio de dados, a relação entre estresse hídrico e produtividade, ou seja, quais foram os resultados de corte (produtividade) da alfafa em cultivos com e sem irrigação.

A suplementação hídrica por irrigação é uma das técnicas que podem ser adotadas para se minimizar os efeitos do déficit hídrico. De acordo com Rassini e Mendonça (2008), o manejo da irrigação é um recurso para racionalizar a aplicação complementar de água às culturas. Requer certos procedimentos para que os resultados sejam satisfatórios, tais como a estimativa ou medição da evapotranspiração da cultura, a capacidade de armazenamento de água do solo e a taxa de aplicação de água do sistema de irrigação. Para um manejo correto da irrigação, é



necessário conhecer as exigências hídricas da cultura no local e as características dos métodos e dos sistemas de irrigação utilizados, levando-se em conta os mais eficazes e de menor custo possível, objetivando maximizar o retorno econômico.

Para Barcellos (1990), a irrigação da alfafa pode ser feita por dois métodos, a irrigação por regos e a irrigação por aspersão. A irrigação por regos, apesar de possuir baixo custo, traz problemas de corte e secagem da alfafa, dificultando a mecanização de toda a operação de produção de feno. Já a irrigação por aspersão, que apesar de seu custo elevado, permite a completa mecanização da operação de sega, enleiramento, secagem no terreno e enfardamento do feno, economizando mão-de-obra e tempo ao produtor rural. Deste modo, o sistema de irrigação mais utilizado no cultivo de alfafa é o de aspersão, que, segundo Barcellos (1990), é o mais indicado para este tipo de cultivo. Corroborando com o autor supracitado, Biscaro (2009) destaca algumas vantagens apresentadas por esse método de irrigação, que seriam a não-exigência de um processo de sistematização do terreno, a disponibilidade de maior área cultivável (ao contrário da irrigação por superfície, não há perda de área), o fato de não possuir restrição quanto ao horário de aplicação e não causar problemas de erosão do solo.

Com base nessas constatações, será avaliado o potencial de produtividade da alfafa em dois tipos de cultivo: um com irrigação por aspersão e o outro sem irrigação, com base na pesquisa de Rassini (2001), bem como na opinião de outros autores que corroboram da mesma ideia.

Nesta pesquisa, Rassini (2001) realizou experimentos com alfafa cv Crioula, num Latossolo Vermelho Amarelo, entre o período de junho de 1999 a junho de 2000, em unidades experimentais de 6 m² de área útil, com duas condições de umidade do solo: H1 - testemunha sem irrigação complementar; e H2 - irrigação complementar durante todo ciclo da cultura.

Rassini (2001) ressalta que houve o preparo do solo com uma aração e duas gradagens, tanto em H1 quanto em H2. Entre as gradagens, aplicaram-se 350 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico, 250 kg de P₂O₅, 150 kg de K₂O e 30 kg de FTE BR-12. Ainda, após cada corte, foram aplicados 80 kg K₂O.ha⁻¹ em cobertura.

Como resultados, em H1, que se refere à área sem irrigação, foram colhidos 3 cortes ao final do período de doze meses, resultando em 11,4 t.ha⁻¹.ano⁻¹ de massa seca (MS). Já na área com irrigação (H2), foram colhidos 10 cortes no mesmo período de doze meses, com produtividade de 17,5 t. ha⁻¹.ano⁻¹ de MS. Deste modo, pode-se aumentar a eficiência da irrigação na cultura de alfafa por meio de um manejo de água adequado, que considera as



condições climáticas (evaporação e precipitação pluvial) de uma região e edáficas (capacidade de água disponível do solo) de um Latossolo Vermelho Amarelo (RASSINI, 2001).

A partir das informações apresentadas acima, baseadas na pesquisa de Rassini (2001), é possível notar que o resultado do plantio de alfafa na área irrigada apresentou, de forma significativa, o maior rendimento de seu potencial produtivo, o qual resultou, em um período de doze meses, em 10 cortes e $15,1 \text{ t. ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ de MS. Já a área de alfafa sem irrigação apresentou resultado de 3 cortes e uma produtividade de $11,4 \text{ t. ha}^{-1}$, entre o mesmo período de doze meses.

Além dessa pesquisa, Rassini (2001) cita os trabalhos de Gheorgiù, na Itália, e de Bosniak, na antiga Iugoslávia. O primeiro autor mostrou que o consumo de água da alfafa foi de $5873 \text{ m}^3/\text{ha}$ (587,3 mm) no primeiro ano e de $6292 \text{ m}^3/\text{ha}$ (629,2 mm) no segundo. O segundo autor concluiu que a exigência anual de água variou de 545 mm a 730 mm, e que a irrigação suplementar proporcionou aumentos de 50% a 55% no rendimento de feno de alfafa.

Heichel (1983) alega que quando a alfafa cresce em campo irrigado, a produção de massa seca por kg de água aumenta, o que evidencia uma maior eficiência do uso de água em áreas irrigadas. Considerando-se todos os fatores que levam à perda d'água, as taxas de requerimento de água variam de 512 a 663 kg H₂O/kg MS. Esses valores sugerem que o requerimento de água de 1 ha de alfafa é de cerca de 56 mm/t MS a 73 mm/t MS, para satisfazer suas necessidades hídricas durante a estação de crescimento.

O máximo requerimento de água da alfafa ocorre nos períodos pós-corte e produção de sementes. Quando não se pode contar com água das chuvas, a irrigação nessas fases é primordial para um bom desenvolvimento da planta e consequente aumento na produtividade (HEICHEL, 1983).

Paula e Silva (1998) afirmam que a alfafa tem um sistema radicular profundo que pode estender-se até a 3 m em solos profundos, e que a máxima profundidade das raízes é alcançada depois do primeiro ano. Entretanto, não se deve considerar uma camada de solo tão profunda para contabilizar a água disponível à cultura, pois a maioria das raízes estão nas camadas mais próximas à superfície. Taylor e Marble (1986) realizaram experimentos de produção de sementes em regiões de seca acentuada, verificando que os mais altos rendimentos foram obtidos com irrigação e considerando uma camada de solo de 0,6 m para extração de água.

Corroborando com as pesquisas apresentadas acima, Barcellos (1990) afirma que a produção da alfafa está subordinada a vários fatores, incluindo a irrigação. Para ele, pode-se



esperar, em média, nos Cerrados, de 6 a 8 cortes por ano em cultivo sem irrigação, e de 10 a 14 cortes em culturas irrigadas. Sobre a produção de forragem, o autor afirma que esta varia de 18 a 30 toneladas por ha e por ano. Porém, na operação de fenação (secagem), a alfafa verde perde cerca de 70% de seu peso. Com isso, pode-se esperar, em culturas manejadas e irrigadas, de 12 a 15 toneladas de feno por ha por ano e, nas não irrigadas, 6 a 8.

Rassini e Mendonça (2008) fizeram algumas observações em um campo experimental de produção de sementes da Embrapa Pecuária Sudeste, nas quais mostraram que plantas de alfafa sob estresse hídrico severo tiveram redução considerável de área foliar, número de vagens por planta e produção de sementes.

Segundo Heichel (1983), o aumento do estresse hídrico no solo diminui o crescimento das raízes e a nodulação, e a atividade da nitrogenase nos nódulos pode se reduzir até 85 %.

O estresse hídrico pode afetar a produtividade da alfafa. Por outro lado, embora o estresse hídrico reduza a produtividade, a alfafa consegue recuperar-se quando o estresse acaba. Ao final da pesquisa, foi concluído que o estresse hídrico na última metade do ciclo de crescimento da cultura não afetou a densidade de caules e folhas e o total de peso seco, mas a densidade de caules diminuiu 23 % quando o estresse ocorreu durante os primeiros 14 dias da rebrota, e uma vez reduzido este número, as irrigações posteriores não foram capazes de aumentar o mesmo (RASSINI; MENDONÇA, 2008).

Em outra pesquisa, Shock *et al.*, (2007) realizaram um experimento com duas cultivares de alfafa, no Estado do Oregon (USA), no qual a indução do florescimento era feita com a aplicação de uma lâmina d'água equivalente a 65% da evapotranspiração máxima da cultura (65% ETm). Após a indução, eram aplicados os tratamentos, quatro lâminas d'água de irrigação (80%, 60%, 40% e 20% de ETm), com turnos de rega de 3 a 4 dias. Os autores concluíram que uma reposição de 50% ETm após o florescimento maximizou a produtividade e a qualidade das sementes, ultrapassou o padrão de 85 % de sementes viáveis, que é a norma estadual para sementes de alfafa.

Assim sendo, os resultados obtidos nestas experimentações demonstram que o fator irrigação no cultivo de alfafa proporciona, além de uma maior quantidade de cortes por ano, uma otimização no rendimento da produção desta cultura, beneficiando o produtor rural. Tais benefícios serão apresentados de maneira mais detalhada no capítulo seguinte.



4. ANÁLISE DOS BENEFÍCIOS DA IRRIGAÇÃO NO CULTIVO DE ALFAFA

Ao analisar os resultados da área de cultivo de alfafa com irrigação é possível observar que houve um aumento na produtividade em torno de 30% de matéria bruta em relação à área sem irrigação. Deste modo, é possível comprovar que a irrigação contribui significativamente para um maior rendimento da produtividade da alfafa.

Além do aumento na produtividade da alfafa, a irrigação também contribui para uma produção de melhor qualidade do cultivo, com aumento da área foliar, maior número de vagens por planta e maior produção de sementes, já que o aumento do estresse hídrico no solo diminui o crescimento das raízes e a nodulação, e a atividade da nitrogenase nos nódulos pode se reduzir até 85%, como aponta Heichel (1983). Assim, a relação custo-benefício do cultivo de alfafa é um fator compensatório para o produtor rural quando se analisa os resultados satisfatórios da produtividade da cultura.

Quando a alfafa cresce em campo irrigado, a produção de massa seca por kg de água aumenta, o que evidencia uma maior eficiência do uso de água em áreas irrigadas. O máximo requerimento de água da alfafa ocorre nos períodos pós-corte e produção de sementes. Quando não se pode contar com água das chuvas, a irrigação nessas fases é primordial para um bom desenvolvimento da planta e conseqüente aumento na produtividade (HEICHEL, 1983).

A alfafa apresenta elevado potencial de produção de forragem e, quando bem manejada, adubada e irrigada pode alcançar produtividade anual de aproximadamente 40 t/ha/ano de matéria seca (BASIGALUP; ROSSANIGO, 2007).

Paula e Silva (1998) trazem como exemplo a Fazenda São Joaquim, localizada no município de Pereira Barreto-SP, que iniciou em 1997 o plantio da alfafa sob pivô central (sem controle da irrigação). Atualmente, produtividade média vem situando-se na casa de 1000 t/ha (oitavo corte) podendo chegar a 12 cortes/ano, com o custo estimado de 300 reais por hectare. No momento, toda a produção vem sendo utilizada para consumo próprio (fazenda leiteira) mas estimam o preço para venda em torno de 600 reais por tonelada.

De modo geral, o manejo da irrigação é um recurso para racionalizar a aplicação complementar de água às culturas que, embora possua um custo elevado, o acréscimo na produtividade compensa o investimento. Mas para que os resultados sejam satisfatórios, Rassini e Mendonça (2008) ressaltam que são necessários um bom sistema e um bom método de monitoramento do consumo de água, e para isto é fundamental ter um bom projeto e fazer a manutenção constante dos equipamentos.



Outro fator relevante que envolve a cultura da alfafa é seu alto grau de comercialização no mundo todo. Rassini *et al.*, (2008) afirmam que, em razão do seu potencial de produção de forragem e da sua adaptação a diversas condições ambientais, a alfafa é uma das espécies forrageiras de maior importância mundial, com mais de 32 milhões de hectares de cultivo. Os Estados Unidos, a Rússia, o Canadá e a Argentina são os principais países produtores. A alfafa possui excelentes características agronômicas e qualitativas, tais como qualidade proteica, palatabilidade, digestibilidade, capacidade de fixação biológica de nitrogênio no solo e baixa sazonalidade de produção. Além disso, contém altos teores de vitaminas A, E e K, bem como a maioria dos minerais requeridos pelos animais produtores de leite e de carne, especialmente cálcio, potássio, magnésio e fósforo.

Esses dados evidenciam ainda mais a importância econômica que a cultura de alfafa traz para diversos países, inclusive para o Brasil, já que, de acordo com Vilela *et al.*, (2008), atualmente, a área cultivada com alfafa no Brasil seja de 40 mil hectares, dos quais cerca de 90% esteja no Paraná e no Rio Grande do Sul, sendo esse último estado o maior produtor do país.

Seguindo essa linha, Ferreira *et al.*, (2015) abordam a questão do uso da alfafa para pastagem, visto que o Brasil é um grande produtor de bovinos e equinos. Ademais, os autores evidenciam a importância da irrigação no cultivo de alfafa de modo a potencializar a qualidade da pastagem. A intensificação do uso das pastagens é importante para a viabilidade técnico-econômica da produção de leite, pois a alimentação é o item de maior custo nos sistemas de produção animal. O aumento da oferta e da qualidade da pastagem reduz o custo de produção, diluindo custos de máquinas e implementos, infraestrutura e mão de obra.

O pastejo rotacionado de alfafa possibilita a oferta de forragem de excelente qualidade, com alta produtividade e redução do custo da alimentação do rebanho. Além disso, a alfafa é uma forrageira que apresenta alta resposta à disponibilidade de água. Para ter boa produtividade e qualidade da forragem não deve sofrer déficit hídrico acentuado. Na maior parte do Brasil, isto só é possível com a irrigação, que aumenta a produção e a oferta de forragem de excelente qualidade por todo o ano (FERREIRA *et al.*, 2015).

Em sistemas tropicais de exploração intensiva de pastagens, surge a possibilidade de intercalar o pastejo de alfafa com gramíneas forrageiras tropicais durante o verão e utilizar a cana-de-açúcar ou silagem para suplementação no período de seca. Desse modo, a alfafa poderá



ter papel importante na competitividade e sustentabilidade dos sistemas futuros de produção intensiva de leite (VILELA *et al.*, 2008).

Além da pastagem, a alfafa é utilizada na alimentação de vacas leiteiras, visto que esta planta é de digestibilidade elevada e possui alto teor de proteína de rápida degradação ruminal, o que permite sua utilização como substituto de parte do alimento concentrado, com redução do custo de produção de leite e manutenção da qualidade da dieta (RODRIGUES *et al.*, 2008).

Outra utilidade da alfafa que vem crescendo cada vez mais para é na alimentação de equinos. A alfafa é considerada no mundo todo como a forrageira padrão na alimentação de equinos. No Brasil, a alfafa é fornecida aos cavalos na forma verde, ceifada diariamente, ou ainda na forma de feno, produzido no próprio criatório ou comprado. Conhecer as limitações do corte diário e as qualidades nutricionais do feno é condição básica para se elaborar um adequado plano nutricional dos equinos (FERREIRA *et al.*, 2015).

Com isso, Rodrigues *et al.*, (2008) esperam que a inserção da alfafa em um sistema sustentável e competitivo de produção de leite a pasto promova redução da sazonalidade da produção de leite, diminuição da estacionalidade da produção de forragens e aumento da produtividade do rebanho. Além desses aspectos, a utilização da alfafa como parte da dieta tem potencial para propiciar benefícios para o meio ambiente, diminuindo os riscos de contaminação do lençol freático com nitrato, o que pode ocorrer quando se utiliza níveis muito elevados de adubos nitrogenados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Algumas pesquisas mostram que o requerimento de água da alfafa é maior que do milho e sorgo, que realizam fotossíntese pela via C4. As estimativas do requerimento de água da alfafa variam conforme a variedade, as condições de crescimento, as saídas e a disponibilidade de água no solo (HEICHEL, 1983).

O aumento na produtividade de qualquer cultura depende de fatores como a genética, o clima, o solo, o manejo da cultura e da irrigação. Entre as dificuldades para expansão do cultivo da alfafa no Brasil está o desconhecimento da necessidade de irrigação da cultura no país (VILELA *et al.*, 2008).

Entre outros fatores, as quantidades e os momentos de aplicação de água variam em função da textura e da profundidade dos solos, das chuvas recebidas, da evapotranspiração, da influência dos lençóis freáticos, da quantidade e qualidade da água disponível, da densidade do cultivo e do tipo de cultivar (MARBLE, 1976; RINCKER, 1979; MARBLE *et al.*, 1986;



RINCKER *et al.*, 1987). Em consequência, a complexidade das interações entre todos esses fatores torna quase impossível a definição de um esquema de irrigação de aplicação geral. Quando bem manejada, a irrigação deve promover um crescimento lento e sustentado das plantas, evitando o desenvolvimento vegetativo excessivo e favorecendo o desenvolvimento reprodutivo. Um desenvolvimento vegetativo excessivo, como consequência da aplicação de água em demasia, aumenta a predisposição ao acamamento e reduz a produção de flores, com menor conteúdo de néctar. Por outro lado, uma severa deficiência de água gera plantas com pequeno desenvolvimento vegetativo, baixa produção de flores e sementes muito pequenas.

A suplementação hídrica por irrigação é uma das técnicas que podem ser adotadas para se minimizar os efeitos do déficit hídrico. Na maioria dos casos, os custos são elevados, e o acréscimo desejado e necessário na produtividade pode não ser atingido, comprometendo os resultados desejados pelo produtor. Isto pode ser atribuído, em grande parte, à falta de informações e ao consequente manejo inadequado da irrigação, principalmente com relação à quantidade de água e ao momento de aplicação.

Grande parte dos estudos de irrigação em alfafa foram conduzidos em regiões de clima temperado ou subtropical, portanto há necessidade de experimentos sobre consumo de água e sua relação com os aspectos produtivos para a cultura em regiões de clima tropical, visando a adaptação tecnológica para cultivos nessas regiões.

Para um manejo correto da irrigação da cultura de alfafa, é necessário conhecer as exigências hídricas da cultura no local e as características dos métodos e dos sistemas de irrigação utilizados, levando-se em conta os mais eficazes e de menor custo possível, objetivando maximizar o retorno econômico.

Enfim, o manejo de irrigação de qualquer cultura inclui o manejo da água (entradas e saídas) e do equipamento (sistema de irrigação). A irrigação adequada só é possível com um bom sistema e um bom método de monitoramento do consumo de água, e para isto é fundamental ter um bom projeto e fazer a manutenção constante dos equipamentos.

REFERÊNCIAS

BARCELLOS, J. M. A cultura da alfafa. **Comunicado Técnico**: EMBRAPA – Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), n. 56, junho/1990, p. 1-12. Disponível em:



<<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/549341/a-cultura-da-alfafa>>. Acessado em: Nov. 2022.

BASIGALUP, D.; ROSSANIGO, R. Panorama actual de la alfafa en la Argentina. *In*: BASIGALUP, D. H. (Ed.). El cultivo de la alfafa en la Argentina. Buenos Aires: **Ediciones INTA**, 2007. p. 15-25. Disponível em: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-el_cultivo_de_la_alfafa_en_la_argentina.pdf>. Acessado em: Set. 2022.

FERREIRA, R. P.; PEREIRA, A. V.; BASIGALUP, D. H.; KOOP, M. M. Manejo da irrigação. *In*: FERREIRA, R. P. (Ed.) Cultivo e utilização da alfafa para alimentação de vacas leiteiras e equinos. **Sistema de Produção Embrapa**, 2015. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=8104&p_r_p_-996514994_topicoId=9413>. Acessado em: Dez. 2022.

GUITJENS, J. C. Alfafa. *In*: STEWART, B.; NIELSEN, D. (Ed.). Irrigation of Agricultural Crops. Madison, Wisconsin, **USA: American Society of Agronomy**, 1990. p. 537-568.

HEICHEL, G. H. Alfafa. *In*: TEARE, I. D.; PEET, M.M. **Crop-water relations**. New York: John Wiley, 1983. p. 128-155.

LIMA, T. C. S.; MIOTO, R. C. T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Revista Katál**. Florianópolis, v. 10, n. esp., p. 37-45, 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rk/a/HSF5Ns7dkTNjQVpRyvhc8RR/>>. Acessado em: Nov. 2022.

MARQUES, R. O.; GONÇALVES, H. C.; MEIRELLES, P. R. L.; FERREIRA, R. P. Utilização da alfafa na alimentação de caprinos. São Carlos, SP: **Embrapa Pecuária Sudeste**, 2017. p. 1-11. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/170495/1/Circular77.pdf>>. Acessado em: Abr. 2022.

OLIVEIRA, F. S.; OLIVEIRA, F. S.; SILVA, R. A.; DANTAS, A. M. M.; FARIAS, O. R. Registro do primeiro cultivo de alfafa no Sertão Paraibano. **Revista Verde** (Pombal - PB - Brasil), v 9, n. 4, p. 207 - 211, out-dez, 2014. Disponível em: <<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=DJ2021019228>>. Acessado em: Jul. 2022.

OLIVEIRA, P. P. A. Seleção preliminar de cultivares de alfafa sob pastejo em condições tropicais, no município de São Carlos, SP. São Carlos: **Embrapa Pecuária Sudeste**, 2006. p. 9 Comunicado técnico. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/47886/selecao-preliminar-de-cultivares-de-alfafa-para-pastejo-em-condicoes-tropicais-no-municipio-de-pirassununga-sp>>. Acessado em: Jun. 2022.

OLIVEIRA, P. P. A.; LEDO, F. J. S. O uso de alfafa para pastejo bovino. Tecnologias para a produção de alfafa no Rio Grande do Sul. Pelotas, RS/Juiz de Fora, MG: **Embrapa**, 2008. p. 33-56. <<https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/olericultura/livros/TECNOLOGIAS%20PARA%20A%20PRODUCAO%20DE%20ALFAFA%20NO%20RS.pdf>>. Acessado em: Set. 2022.



PAULA, D. P.; SILVA, C. R. **Necessidades hídricas, métodos de irrigação e aspectos econômicos da cultura de alfafa**. Trabalho apresentado em abril de 1998 na disciplina de manejo e operação de sistemas de irrigação da FEIS-UNESP- Ilha Solteira sob responsabilidade do Prof. Dr. Fernando Braz Tangerino Hernandez. Disponível em: <<https://www2.feis.unesp.br/irrigacao/alfafa.htm>>. Acessado em: Fev. 2023.

PAULA, R. F. *et al.* Cultivo e utilização da alfafa para alimentação de vacas leiteiras e equinos. **Sistemas de produção Embrapa**. 2015, p. 1-100. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1019343>>. Acessado em: Fev. 2023.

RASSINI, J. B. Manejo de Água de Irrigação para Alfafa (*Medicago sativa* L.). **Rev. bras. zootec.**, 30(6):1681-1688, 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbz/a/QfyhPpkYdDJ9sKsqS35rJGg/abstract/?lang=pt>>. Acessado em: Jan. 2023.

RASSINI, J. B.; MENDONÇA, F. C. Manejo de irrigação da alfafa. In: FERREIRA, R. P. *et al.* (Ed.). Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos. São Carlos: **Embrapa Pecuária Sudeste**, 2008. p. 3979. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPPSE-2010/18201/1/PROCIJBR2008.00228.pdf>>. Acessado em: Jul. 2022.

RODRIGUES, A. A.; COMERON, E. A.; VILELA, D. Utilização de alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras. In: FERREIRA, R. P. *et al.* (Ed.). Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos. São Carlos: **Embrapa Pecuária Sudeste**, 2008. p. 345-378. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/39880>>. Acessado em: Jul. 2022.

TAYLOR, A. J.; MARBLE V. L. Lucerne irrigation and soil water use during bloom and seed set on a red-brown earth in south eastern Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 26, p. 577-581, 1986. Disponível em: <<https://www.publish.csiro.au/an/ea9860577>>. Acessado em: Jun. 2022.

VILELA, D. *et al.* Prioridades de pesquisa e futuro da alfafa no Brasil. In: FERREIRA, R. P. *et al.* (Ed.). Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos. São Carlos: **Embrapa Pecuária Sudeste**, 2008. p. 441-455. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/47404/4/PROCIRPF2008.00235.pdf>>. Acessado em: Jun. 2022.

CAPÍTULO 11

SISTEMAS DE COLHEITA DE CRAMBE (*CRAMBE ABYSSINICA* HOCHST)²

Cristiano Márcio Alves de Souza
Priscila Reginato
Larissa Porto Ale
Roberto Carlos Orlando
Leidy Zulys Leyva Rfull
Natanael Takeo Yamamoto

RESUMO

Com o estímulo à produção e ao uso de biodiesel, o crambe simula uma das melhores opções para o fornecimento de matéria-prima para o setor, uma vez que contém valores significativos de óleo em suas sementes. O crambe apresenta hábito de florescimento indeterminado. Para estas plantas, o florescimento e, conseqüentemente, a produção das sementes, ocorrem por um extenso período, o que evidencia os efeitos da maturação na qualidade das sementes. A demanda por sementes de qualidade, para o estabelecimento da cultura, tem aumentado a cada ano. Nesse sentido, cita-se que na colheita mecanizada, a lavoura de crambe não deve apresentar plantas acamadas, desuniformidade de maturação, grande altura de inserção dos frutos e fácil deiscência, pois esses fatores têm dificultado a utilização satisfatória das máquinas de colheita. Na colheita manual de crambe o corte é realizado quando as plantas estão se desprovido das folhas, que vão amarelando, e os grãos mais baixas começando a secar, entretanto na colheita mecanizada o crambe pode ser colhido, transportado e armazenado com máquinas e estruturas similares as utilizadas para as culturas da soja e do milho. Dessa maneira, o presente capítulo foi escrito com os seguintes objetivos: descrever e discutir os diversos sistemas existentes para colheita mecânica do crambe, e apresentar metodologia para avaliar o desempenho da colheita mecânica do crambe e alguns resultados de experimentos em campo.

PALAVRAS-CHAVE: Crambe. Colheita manual. Colheita mecanizada. Desempenho.

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas de colheita são classificados em três tipos: manual, semimecanizado e mecanizado. No manual todas as etapas da colheita são realizadas manualmente. O sistema semimecanizado consiste em realizar uma ou algumas das etapas mecanicamente. No sistema mecanizado todas as etapas são realizadas por meio da utilização de máquinas.

A colheita mecânica apresenta uma série de vantagens em relação aos processos de colheita manual. Dentre as vantagens pode-se destacar o menor custo para realizar a operação, a redução do tempo de colheita e o aumento da eficiência da mão-de-obra expressa em área colhida por safra.

² Pesquisa apoiada por Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).



Quando as máquinas são utilizadas de maneira adequada possibilitam a expansão do cultivo, o atendimento do cronograma de atividades no tempo disponível e um maior controle na execução da operação, ficando menos susceptível a problemas climáticos inesperados. Entretanto, algumas peculiaridades relacionadas às interações solo-máquina-planta durante este processo, têm provocado danos mecânicos aos grãos, excessiva presença de impurezas, perda de produto e desgaste excessivo de componentes mecânicos.

A agricultura tem exigido qualidade e elevado rendimento em suas atividades, onde a competitividade tem levado as empresas agrícolas a reduzir custos e colocar produtos de alta qualidade no mercado consumidor. Realidade essa também aplicável a todo ciclo produtivo da cultura, principalmente durante a colheita, que se mal realizada, pode ser responsável pela queda da qualidade final do produto, e se não realizada no período de tempo adequado, pode provocar perdas quantitativas elevadas.

Dessa maneira, o presente capítulo foi escrito com os seguintes objetivos: descrever e discutir os diversos sistemas existentes para colheita mecânica do crambe, e apresentar metodologia para avaliar o desempenho da colheita mecânica do crambe e alguns resultados de experimentos em campo.

2. ASPECTOS DA CULTURA DO CRAMBE RELACIONADOS COM A COLHEITA

Quando o crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) se aproxima do término do ciclo, as folhas tendem a secar e cair das plantas. Poucos dias após a queda das folhas, as colorações dos grãos e de pequenos ramos tendem a amarelar. Quando esta cor descer pelo caule e passar abaixo da última inserção de ramo com semente (geralmente 90 a 105 dias após o plantio) terá atingido o ponto de colheita (REGINATO, 2014). O crambe é suscetível à quebra dos grãos e a infecção pela *Alternaria brassicicola*, principalmente, quando ocorrem atrasos na colheita (JASPER, 2009).

O crambe pode ser colhido utilizando uma colhedora combinada, com alguns ajustes no sistema de separação. A velocidade do molinete deve ser ajustada ligeiramente maior que a velocidade de deslocamento da colhedora, visando minimizar a queda dos grãos. A barra de corte deve estar ajustada numa altura inferior a aquela da inserção dos primeiros grãos, e as cascas dos grãos devem permanecer intactas. Tem sido usado velocidade no cilindro trilhador de 400 a 500 rpm para máquinas de maior porte, e aquelas menores de 650 a 950 rpm (REGINATO, 2014), e uma abertura do côncavo de 10 a 20 mm, dependendo da taxa de alimentação de palhada da máquina, e por consequência do preenchimento do côncavo. A vazão



do ar do ventilador deve ser ajustada para o menor possível, com a velocidade do ventilador inferior a 500 rpm, porém, nunca impedir o fluxo de ar (KNIGHTS, 2002).

Para Knights (2002), antes de iniciar o processo de secagem, os grãos devem passar por um processo de pré-limpeza, para posteriormente serem encaminhados para secagem. O crambe deve ser secado até 10 a 14% de teor de água. Deve ser armazenado em local limpo, livre de pragas e roedores. Pode ocorrer que no momento da colheita o crambe apresente-se seco, porém a área pode conter partes verdes de plantas daninhas.

Na colheita mecanizada, a lavoura de crambe não deve apresentar plantas acamadas, desuniformidade de maturação, grande altura de inserção dos frutos e fácil deiscência, pois esses fatores têm dificultado a utilização satisfatória das máquinas de colheita.

3. CUIDADOS NO CULTIVO DO CRAMBE PARA A COLHEITA POR MÁQUINAS

O crambe apresenta hábito de florescimento indeterminado. Para estas plantas, o florescimento e, conseqüentemente, a produção das sementes, ocorrem por um extenso período, o que evidencia os efeitos da maturação na qualidade das sementes. Em plantas com florescimento determinado, a maturação das sementes é relativamente uniforme entre as inflorescências; entretanto, em espécies com florescimento indeterminado, realizar a colheita em época desfavorável resulta em sementes com variação nos estágios de maturação e potencial de crescimento (COPELAND, 1976).

O florescimento inicia-se das pontas dos ramos para a base, após esse período, a maturação do crambe ocorre rapidamente (de uma a duas semanas). Desta forma, sementes em vários estágios de desenvolvimento estão presentes na planta de forma simultânea e a colheita na época correta é importante para evitar perdas de frutos por degrana (FONTANA *et al.*, 1988).

Retardar a colheita para permitir a maturação das sementes tardias no desenvolvimento é um risco, visto que pode ocorrer perda de sementes que já se encontram maduras. Por outro lado, antecipar a colheita resulta em um número maior de sementes imaturas de baixa qualidade que podem ser difíceis de serem removidas por métodos tradicionais de limpeza e classificação durante a etapa de beneficiamento (CASTRO *et al.*, 2004).

Durante períodos quentes e secos, o campo deve ser monitorado diariamente ou a cada dois dias, para determinar o momento certo da colheita. O crambe está fisiologicamente maduro quando 50% das sementes tornam-se marrons. Na maturidade, o aspecto da planta pode variar de caules e folhas ainda verdes até folhas amarelas e senescentes (KNIGHTS, 2002). O crambe está em condições para ser colhido entre 90 e 100 dias após a sementeira, quando a maior parte



das folhas cai, os caules superiores estão amarelos e aproximadamente 75% dos frutos estão marrons (DESAI, 2004).

É preferível que as sementes sejam colhidas assim que alcançarem o ponto de colheita, pois a semente por ser muito leve pode se desprender do caule pela ação da energia cinética do vento e o efeito de fadiga que é submetido o pedúnculo.

A mecanização da cultura do crambe, independente do sistema de cultivo empregado, não apresenta maiores problemas na realização das operações que antecedem a colheita. Podem ser usados os mesmos equipamentos de outras culturas, como a do arroz, do milho e da soja, para o preparo do solo, a sementeira, os tratamentos culturais e a colheita.

A lavoura deve ser conduzida para controlar plantas daninhas, doenças e/ou pragas de forma a favorecer a colheita. Lavouras mal conduzidas, geralmente, afetam o desenvolvimento da cultura, produzindo plantas atípicas, inapropriadas para o corte e a trilha mecânica, e com baixa produtividade.

Na busca de minimizar o problema da desuniformidade de maturação da cultura, pode ser usado antes da colheita a dessecação por herbicida, o que aumenta os custos de produção, sem falar que está sendo adicionado agrotóxicos ao produto, que podem influenciar na eficiência do processo de fabricação do biodiesel.

O atraso da colheita, a partir do momento em que as sementes se tornam independentes da planta-mãe, acarreta sérios inconvenientes determinados pela exposição relativamente prolongada das sementes às condições menos favoráveis do ambiente. Podem ocorrer quedas do potencial fisiológico e da quantidade produzida em espécies que exibem deiscência dos frutos ou degrana natural das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

A permanência das sementes no campo, após a maturidade, pode acarretar injúrias devido à exposição das mesmas à alternância de períodos secos e úmidos. Se ocorrer uma secagem excessiva, estas sementes tornam-se sensíveis a danos mecânicos na colheita. Segundo Castro *et al.* (2004), a supermaturação (ou maturação excessiva) também pode ser prejudicial à qualidade da semente. Em sementes que secam naturalmente no estádio para a colheita, a maturação excessiva não tem significado de desenvolvimento e, se estas não forem colhidas de imediato, o envelhecimento e a deterioração podem ocorrer enquanto ainda estiverem na planta.

A secagem excessiva dos grãos também pode prejudicar o processo de extração de óleo, pois a grande maioria das prensas disponíveis no mercado apresenta 8-10% de teor de água como limites para operar. Dessa forma, valores menores podem causar o embuchamento da



máquina, diminuindo sensivelmente a eficiência e o desempenho operacional do sistema de extração de óleo.

4. SISTEMAS DE COLHEITA DE CRAMBE

4.1 Colheita manual

Nesse sistema de colheita todas as etapas são realizadas manualmente. O corte é realizado quando as plantas estão se desprovendo das folhas, que vão amarelando, e as sementes mais baixas começando a secar (Figura 1). Normalmente a etapa do corte é realizada quando as sementes apresentam em torno de 15% de teor de água.

Figura 1: Colheita manual de crambe.



Fonte: Autoria própria (2012).

Após o corte, as plantas são transportadas para terreiros, em camadas de aproximadamente 50 cm de altura para realização do processo de bateção com varas flexíveis ou rígidas. Em seguida é retirado a palhada e realizada a abanação dos grãos, visando diminuir as impurezas e possibilidade de ataque por insetos e fungos durante o período de pós-colheita. Além disso, com os grãos limpos o produtor tem maior facilidade de comercialização do produto ou extração do óleo.

Esse sistema de colheita além de apresentar elevados custos é também um trabalho muito desgastante, visto que o trabalhador, na maioria das vezes, executa suas tarefas em uma posição desfavorável, principalmente durante o corte.

4.2 Colheita semimecanizada

A combinação da colheita manual e mecânica tem sido usada em maior escala que a manual, uma vez que o corte e o carregamento são, na maioria das vezes, realizados manualmente e as demais etapas mecanizadas. As etapas mecanizadas contam com o uso de trilhadoras estacionárias ou colhedoras combinadas convencionais ou de fluxo axial (rotor).



Em pequenas propriedades as etapas mecanizadas são, geralmente, realizadas por trilhadoras estacionárias e abanadoras para separação dos grãos, acionadas por motor elétrico, de combustão interna ou pela tomada de potência de trator (TDP). A alimentação da máquina é realizada manualmente, feita por um ou mais homens.

Figura 2: Trilhadora estacionária.



Fonte: Friedrich-Wilhelm (2012).

4.3 Colheita mecanizada

O crambe pode ser colhido, transportado e armazenado com máquinas e estruturas similares as utilizadas para as culturas da soja e do milho. Esta representa uma grande vantagem para o produtor, pois não há necessidade de investimentos específicos para a cultura, além de possibilitar a maximização de uso de máquinas e equipamentos que de outra forma ficariam ociosos. Na colheita mecânica é empregada a colhedora convencional ou de fluxo axial de grãos.

Figura 3: Colheita de crambe utilizando colhedora combinada.



Fonte: Aatoria própria (2012).

O teor de água da planta e do grão é um fator importante durante a colheita, uma vez que quando secas há maior deiscência dos grãos na plataforma de corte devido ao impacto do



molinete, e maior dano mecânico aos grãos no sistema de trilha. Quando estão muito úmidas dificultam o processo de trilha, aumentando as perdas de grãos verdes sem debulha, além de aumentarem os problemas de embuchamento do sistema de trilha e requererem um maior consumo de energia para realizar a operação.

5. DESEMPENHO DAS MÁQUINAS DESTINADAS À COLHEITA

Além da preocupação com a produtividade da cultura deve-se preocupar também com a qualidade dos grãos produzidos e, segundo Brooker *et al.* (1992), esta depende das condições ambientais durante o desenvolvimento da cultura, dos tratamentos culturais, do grau de infestação por microorganismo e insetos, da época e do sistema de colheita, dos processos pós-colheita e do transporte.

O desempenho de colhedoras pode ser entendido como o conjunto de atributos que caracterizam a capacidade e a habilidade na execução das operações de colheita. Os fatores importantes na análise do desempenho de uma máquina de colheita podem ser agrupados nos seguintes: capacidade de colheita, qualidade do processamento do produto, funcionalidade mecânica, ergonomia e segurança.

Produtos com elevado teor de água são mais difíceis de serem colhidos e processados, por isso a capacidade de colheita de uma máquina é sensivelmente reduzida quando o produto apresenta elevados teores. A capacidade de colheita tem sido entendida como a quantidade de produto que uma colhedora é capaz de colher em função do tempo, conforme segue:

$$C_C = \frac{m_g}{t} \quad (1)$$

em que, C_C - capacidade de colheita, $t \text{ h}^{-1}$; m_g - massa de grãos colhidos, t ; t - tempo gasto na colheita, h .

A qualidade do processamento do produto pode ser avaliada por meio da determinação das perdas de matéria seca, da eficiência de limpeza do produto e do índice de danos mecânicos causados ao produto.

As perdas de grãos podem ser determinadas demarcando-se uma área no terreno, depois de realizada a colheita, efetua-se a catação manual de todos os grãos ali presentes. Em seguida, faz-se a pesagem do material recolhido, e a perda é expressa em massa por unidade de área. As perdas de qualidade dos grãos são avaliadas comparando-se a qualidade final do produto colhido pela máquina com a daquele colhido manualmente. Neste caso tanto podem ser



avaliadas a porcentagem de produto avariado, as características de extração de óleo do mesmo, ou ainda, podem ser usados métodos de análise fisiológica de sementes.

Além de problemas associados à regulação das máquinas, as perdas tanto qualitativas quanto quantitativas estão associadas ao fluxo e às condições do material que entra na colhedora. Cada mecanismo de uma colhedora tem uma capacidade de processamento que depende das suas características mecânicas e das condições do produto que está sendo colhido. Sempre que se ultrapassa a capacidade limite de um dado mecanismo, perdas tanto quantitativas quanto qualitativas podem ocorrer, além do risco de embuchamento da máquina e maior consumo de energia na operação.

Devido às suas características reprodutivas, tem sido observado que alguns pequenos produtores de crambe reserva certa quantidade de sementes para a próxima semeadura. Assim, é necessário conhecer o efeito do índice de danos mecânicos sobre a qualidade fisiológica das sementes de crambe colhidas por máquinas. O índice de danos mecânicos é apontado por vários autores como a principal fonte de problemas na produção de sementes.

Os danos mecânicos nos produtos agrícolas são devido às solicitações externas, sob condições estáticas ou dinâmicas, e, quando ocasionados durante a colheita, dependem principalmente do teor de água dos grãos, da velocidade periférica do cilindro trilhador e da abertura entre o cilindro e o côncavo.

Os danos não visíveis, com ruptura de pequena proporção no tegumento, são difíceis de serem detectados e tornam as sementes susceptíveis a fungos e insetos, o que, juntamente com sua posterior propagação, diminuirá sua qualidade fisiológica e possivelmente a oferta de óleo. Agora, os danos latentes correspondem àqueles que irão se manifestar durante o armazenamento, com a queda da qualidade fisiológica da semente, sendo representados por trincas microscópicas e abrasões.

Apesar da velocidade periférica do cilindro ser a principal responsável por danos mecânicos, ela é um importante fator no processo de colheita mecânica quando se analisa a capacidade e a eficiência de trilha. Além da velocidade periférica do cilindro, também dependem da abertura entre o cilindro e o côncavo, do tipo e das condições da cultura (umidade e maturação), e da taxa de alimentação da máquina.

A eficiência de trilha pode ser definida como a relação dos grãos debulhados na região de trilha e os grãos que entraram no mecanismo. As perdas na colheita são influenciadas por fatores inerentes à cultura que se trabalha e fatores relacionados com a colhedora.



Os fatores relacionados com a cultura podem-se destacar a variedade, o teor de água de colheita, a população de plantas, o grau de infestação por plantas daninhas, a produção de massa verde, as características de preparo e conservação do solo, enfim, tudo aquilo que está ligado diretamente à planta e à sua volta.

Os fatores relacionados com a colhedora são a velocidade de trabalho, a rotação e a posição do molinete, a rotação do cilindro trilhador, a abertura entre cilindro-côncavo, as condições de funcionamento da barra de corte, a regulagem dos transportadores, a manutenção e a regulagem dos sistemas de transmissão, o fluxo de ar do ventilador e a velocidade de oscilação do saca-palhas e das peneiras.

Os fatores relacionados com a máquina podem ser facilmente contornados pelos técnicos envolvidos no processo de colheita, enquanto aqueles relacionados com a cultura podem fugir ao controle da técnica.

As perdas ocorridas durante a colheita de grãos são classificadas em quantitativas e qualitativas. As perdas quantitativas são caracterizadas pela quantidade de grãos que a máquina deixou de colher, geralmente expressa em massa de produto perdida por área (kg ha^{-1}). As perdas qualitativas representam a perda de qualidade do grão ou da semente, caracterizadas por fatores tais como, purezas de sementes, germinação, danos mecânicos, vigor de sementes, etc.

As perdas quantitativas são divididas em perdas naturais (pré-colheita), perdas na plataforma de corte, perdas nos mecanismos internos da colhedora e perdas totais.

As perdas naturais geralmente são causadas por atraso na época adequada da colheita. Os ventos, as chuvas e granizos, também podem causar perdas, principalmente quando o produto já se encontra no ponto de colheita.

Antes de iniciar a colheita, faça várias medições que supor suficiente em diferentes locais da área que se pretende colher. Coloque a armação (Figura 4) no sentido transversal ao plantio das linhas. Recolha todos os grãos soltos e os que estiverem nas hastes encontrados dentro da armação. Pese o total de grãos encontrados nas medições, e some as áreas das armações, repita o cálculo realizado anteriormente, usando regra de três, para encontrar o peso da perda de pré-colheita por hectare.



Figura 4: Armação colocada para a colheita de pré-colheita.



Fonte: Autoria própria (2012).

A perda natural é obtida do quociente da massa de grãos perdidos pela área da armação (Equação 2).

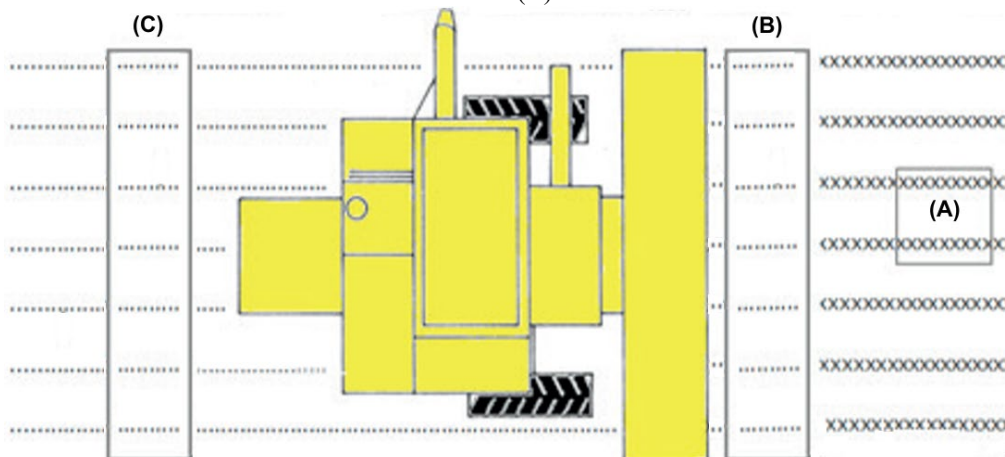
$$P_n = 10 \frac{m_n}{A} \quad (2)$$

em que, P_n - perda natural, kg ha^{-1} ; m_n - massa de grãos perdidos naturalmente, g; A - área da armação, m^2 .

Para determinar as perdas nos mecanismos da colhedora deve-se colher uma quantidade de produto suficiente para que a máquina atinja seu funcionamento normal nas condições de colheita e de regulagem.

Para determinar a perda na plataforma de corte, a operação da máquina deve ser interrompida e deve-se dar marcha-à-ré na colhedora, a uma distância igual à metade de seu comprimento. A armação deve ser disposta na parte colhida em frente à plataforma e determinada às perdas (Figura 5B).

Figura 5: Esquema de colocação da armação para medição das perdas natural (A), na plataforma de corte (B) e total (C).



Fonte: Adaptado de Figueiredo *et al.* (2019, p. 16).



A perda na plataforma de corte é determinada subtraindo-se, do total de grãos coletados na armação, a perda natural, como mostra a seguinte expressão:

$$P_r = 10 \frac{m_r}{A} - P_n \quad (3)$$

em que, P_r - perda na plataforma de corte, kg ha^{-1} ; m_r - massa de grãos perdidos na plataforma de corte, g.

Na determinação da perda total o cortador de palha deverá estar desligado. Depois da passagem da máquina, coloque a armação atrás da colhedora, na parte colhida (Figura 5C), e colete os grãos presentes nesse espaço, estando eles aderidos às hastes ou não. Da mesma maneira que para as perdas na plataforma de corte, repita esta operação várias vezes, perfazendo medições que supor suficiente para expressar com significância as perdas. Pese os grãos coletados, repita os cálculos mostrados anteriormente para obtenção dos resultados em kg ha^{-1} .

As perdas nos mecanismos internos da colhedora ocorrem nos sistemas de trilha, de separação e de limpeza. Para determinar as perdas nos mecanismos internos basta subtrair das perdas totais as perdas da plataforma de corte, usando a seguinte relação:

$$P_i = P_t - P_r \quad (4)$$

em que, P_i - perda nos mecanismos internos da colhedora, kg ha^{-1} .

Um fator a mais a ser considerado pelos agentes envolvidos no processo de colheita é a qualidade do produto colhido (SOUZA *et al.*, 1998). Na colhedora, a injúria mecânica às sementes ocorre principalmente durante a debulha, ou seja, no momento em que forças externas são aplicadas à semente com o objetivo de separá-las da haste.

A injúria mecânica, juntamente com a mistura varietal, é apontada por Carvalho e Nakagawa (1988), como um dos mais sérios problemas da produção de sementes. E segundo estes mesmos autores, a trilha mecânica trata-se de uma das mais importantes fontes de danificações dos grãos.

Para avaliar a qualidade das sementes colhidas, recomenda-se amostragens no graneleiro da máquina. As amostras simples devem ser retiradas em diferentes locais do tanque graneleiro, formando com estas uma amostra composta de aproximadamente 2 kg. As determinações da pureza física, dos danos mecânicos e da qualidade fisiológica das sementes devem ser realizadas.

Os testes para determinar a pureza física das sementes podem ser realizados de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Para o cálculo das impurezas,



pesam-se todas as partículas presentes na amostra, bem como as sementes defeituosas, fragmentos das sementes que passaram em uma peneira de crivos circulares de 5 mm de diâmetro, sementes de outras espécies, detritos vegetais e corpos estranhos de qualquer natureza não oriundos do cultivar considerado. A porcentagem de pureza é determinada pela relação entre o peso de sementes puras e o peso inicial da amostra, conforme apresentado a seguir:

$$P_z = 100 \left(1 - \frac{m_i}{m_m} \right) \quad (5)$$

em que, P_z - pureza de sementes, %; m_i - massa de impureza e material estranho, g; m_m - massa inicial da amostra, g.

Para determinação dos danos mecânicos, devem ser retiradas e pesadas às sementes com injúrias visíveis, evidenciadas pelo teste de tetrazólio (FRANÇA NETO, 1994). No teste de tetrazólio, as sementes são pré-embebidas em papel toalha e mantidas à temperatura aproximada de 25°C durante 16 horas, sendo em seguida, submersas em solução de tetrazólio (2, 3, 5 trifênil cloreto de tetrazólio) à concentração de 0,075%, e colocadas em estufa à temperatura de aproximadamente 35°C durante 180 minutos. O índice de danos mecânicos pode ser determinado por meio da seguinte expressão:

$$D = 100 \frac{m_d}{m_m} \quad (6)$$

em que, D - índice de danos mecânicos, %; m_d - massa de sementes com danos mecânicos, g.

O método utilizando solução de tetrazólio facilita a visualização dos danos, por menor que seja, mas no caso de não se dispor desse produto, deve-se efetuar a contagem com mais cuidado e redobrada atenção.

O teste de germinação pode ser realizado com base nas recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), utilizando-se quatro repetições de 50 sementes. O papel toalha é o substrato utilizado, sendo umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. As sementes devem ser espaçadas, igualmente, entre as camadas de papel, confeccionando-se rolos que são colocados na vertical dentro de um germinador, à temperatura aproximada de 25°C. A contagem de plântulas normais deve ser feita sete dias a partir do início da montagem do teste, sendo o resultado expresso em porcentagem de plântulas normais obtidas. Caso se deseje conhecer o efeito latente dos danos, uma vez que as sementes somente serão utilizadas na próxima sementeira, pode-se realizar novamente o teste de germinação após um determinado período de tempo.



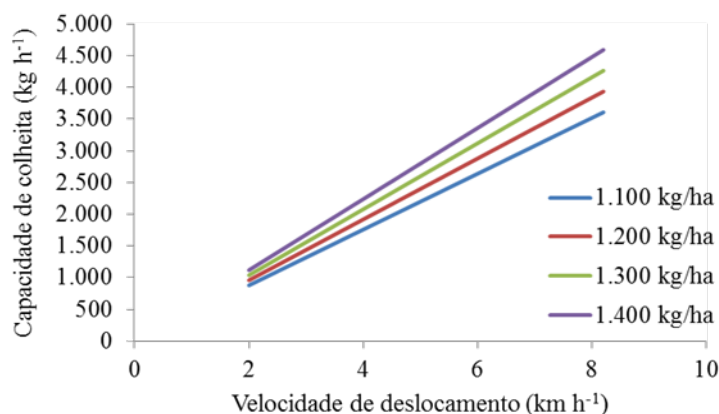
6. DESEMPENHO DE MÁQUINAS USADAS NA COLHEITA DE CRAMBE

Em trabalho realizado na Embrapa Agropecuária Oeste e no Laboratório de Projeto de Máquinas da Universidade Federal da Grande Dourados, onde foram testadas diferentes rotações do cilindro trilhador e diferentes velocidades da colhedora, os parâmetros avaliados foram: produtividade, perdas naturais, perdas na plataforma, perdas internas, perdas totais e germinação de sementes.

A produtividade foi obtida a partir da massa dos grãos, contidos na área útil das parcelas utilizadas para estimar a população das plantas, mediante pesagem, e expressa em toneladas por hectare, ajustadas para 13% de teor de água, baseadas nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992). A produtividade do crambe na área experimental foi de $1.258,8 \pm 74,7 \text{ kg ha}^{-1}$. Reginato *et al.* (2013) encontrou teor de óleo das sementes de crambe de 32%.

Na Figura 6 está apresentada a capacidade de colheita de uma colhedora combinada, de 4,0 m de largura da plataforma de corte, na colheita de crambe. Pode-se observar que a capacidade de colheita da máquina aumentou com o incremento da velocidade de deslocamento e da produtividade do crambe.

Figura 6: Capacidade de colheita de uma colhedora combinada em função da velocidade de deslocamento, para as respectivas produtividades do crambe.

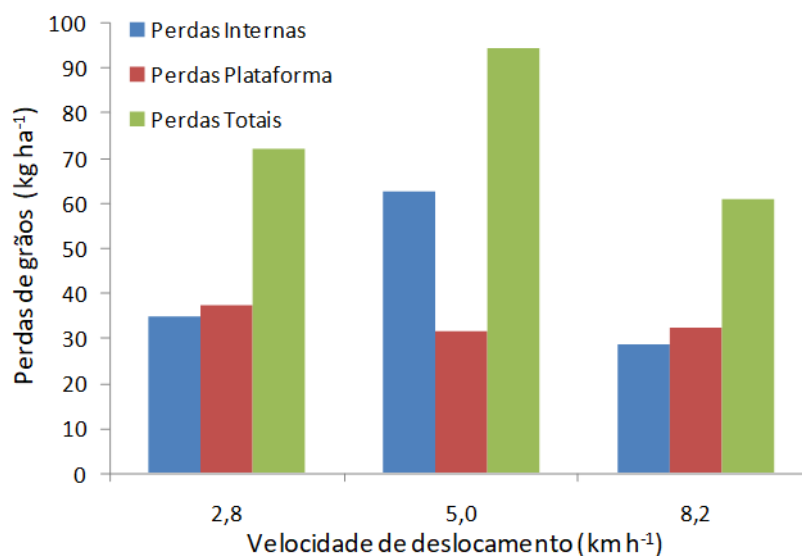


Fonte: Autoria própria (2014).

As perdas naturais de grãos de crambe foram, em média, de $87,4 \text{ kg ha}^{-1}$. Avaliando as perdas de grãos da máquina, verificou-se que as maiores perdas nos mecanismos internos e as perdas totais foram de $62,8$ e $94,4 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente. A maior perda na plataforma de corte foi de $37,2 \text{ kg ha}^{-1}$, sendo observada pouca variação com o aumento da velocidade de deslocamento da máquina.



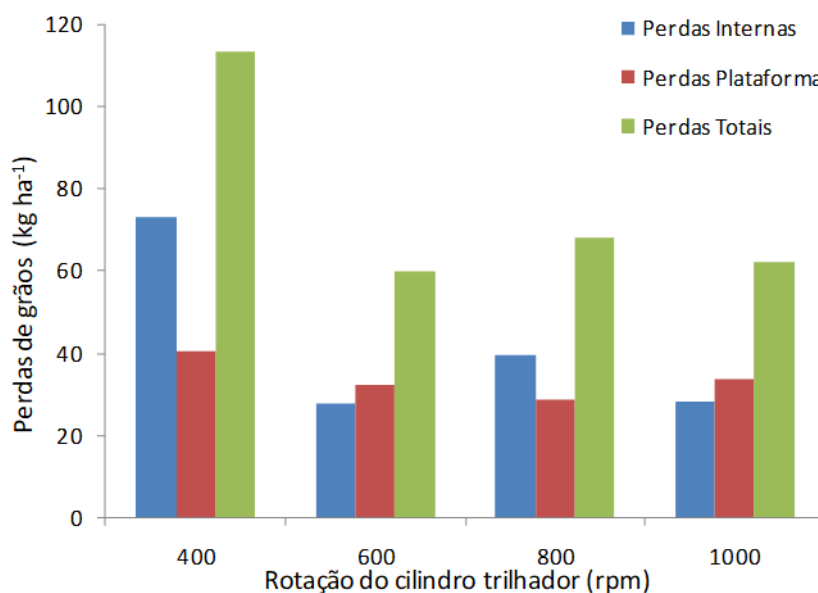
Figura 7: Média de perdas de grãos ocorridas na plataforma, nos mecanismos internos e das perdas totais de grãos na colheita em função da velocidade de deslocamento da máquina.



Fonte: Autoria própria (2014).

Ao analisar as perdas totais de grãos e aquelas ocorridas nos mecanismos internos e na plataforma de corte em função da rotação do cilindro trilhador pode-se verificar que, de maneira geral, houve diminuição dos seus valores com o aumento da rotação (Figura 8). A maior perda ocorrida nos mecanismos internos da colhedora foi de 73,1 e perda total de 113,29 kg ha⁻¹.

Figura 8: Média das perdas internas, perdas na plataforma e perdas totais de grãos na colheita em função da rotação do cilindro trilhador da máquina.



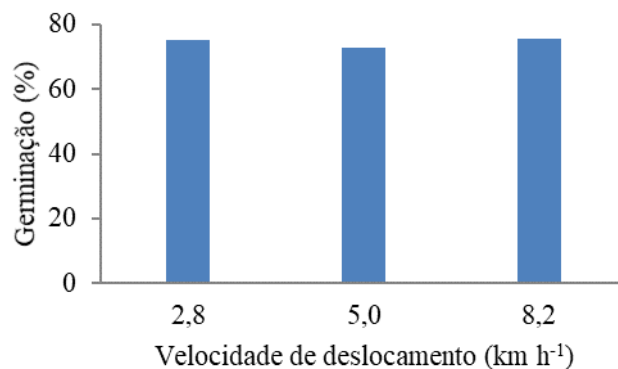
Fonte: Autoria própria (2014).

A influência da velocidade da máquina sobre a qualidade de sementes de crambe foi avaliada, onde verificou-se que a germinação de sementes praticamente não sofreu alteração de



seus valores com o aumento da velocidade. A germinação das sementes apresenta valores da ordem de 75%.

Figura 9: Germinação de sementes de crambe colhidas com diferentes velocidades de deslocamento da colhedora.



Fonte: Aatoria própria (2014).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crambe pode ser colhido, transportado e armazenado com máquinas e estruturas similares às utilizadas para as culturas da soja e do milho. Esta representa uma grande vantagem para o produtor, pois não há necessidade de investimentos específicos para a cultura, além de possibilitar a maximização de uso de máquinas e equipamentos que de outra forma ficariam ociosos.

Há várias possibilidades de se realizar a colheita mecanizada. O produtor brasileiro de crambe tem consciência das dificuldades de se conseguir mão-de-obra para a atividade, ainda mais quando se necessita de qualificação da mesma. Com a mecanização tem-se mais possibilidade de executar suas atividades no tempo disponível e evitar perdas no campo por intempéries, colhendo um produto final de melhor qualidade.

Para redução das perdas e danos mecânicos a que os grãos estão sujeitos, um ponto importante está na escolha certa da umidade de colheita, por ser um grão muito leve as perdas ocorrem facilmente com a ação do vento, da velocidade de deslocamento da colhedora, da rotação do cilindro trilhador e do fluxo de ar do ventilador.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes.** Brasília, DF, 2009. p. 365



BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. M. **Drying and storage of grains and oilseeds**. New York. Van Nostrand Reinhold. 1992. p. 450

CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 51-67.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Injúria mecânica. Sementes, Ciência, Tecnologia e Produção**. 3ªed. Campinas, SP: Fundação Cargil, 1988. p. 424

COPELAND, L. O. **Principles of seed science and technology**. Minneapolis: Burgess, 1976. p. 369

DESAI, B. B. **Seeds handbook: biology, production processing and storage**. 2. ed. New York: Marcel Dekker, 2004. p. 787

FONTANA, F. *et al.* Agronomic characterization of some *Crambe abyssinica* genotypes in a locality of the Po Valley. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v.9, p. 117-126, 1988. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(98\)00037-9](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(98)00037-9). Data de acesso: 03/06/2014.

FRANÇA NETO, J. B. O teste de tetrazólio em sementes de soja. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep/Unesp, 1994. p. 87-102.

FIGUEIREDO, Z. N. *et al.* **Perdas na colheita de soja**. Cáceres: Editora UNEMAT, 2019. p. 20 <http://www.aprosoja.com.br/storage/comissoes/arquivos/defesa,-cartilha-final.pdf>. Data de acesso: 10/02/2023.

JASPER, S. P. **Cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst): avaliação energética, de custo de produção e produtividade em sistema de plantio direto**. 2009. 103 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - UNESP, Botucatu, SP, 2009.

KNIGHTS, S. E. **Crambe: A North Dakota case study**. 2002. p. 25 https://www.vgls.vic.gov.au/client/en_AU/VGLS. Data de acesso: 01/04/2016.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 495

REGINATO, P. **Colheita mecanizada de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) no cerrado Sul-Mato-Grossense**. 2014. 56 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2014. <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/208>. Data de acesso: 17/10/2022.

REGINATO, P. *et al.* Desempenho agrônômico e qualidade de sementes de crambe em diferentes épocas e profundidades de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, p. 1410-1413, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013001000013>. Data de acesso: 14/09/2018.

SOUZA, C. M. A. *et al.* Simulação e análise do processo de trilha mecânica do milho-pipoca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.2, p212-218, 1998. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v02n02p212-218>. Data de acesso: 04/08/2019.

CAPÍTULO 12

PERFIL BIOQUÍMICO DE OVINOS ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO DE FARELO DE CASCA DE MANDIOCA

Danilo Rodrigues Barros Brito
Elson Reis Duarte de Oliveira
Ellen Cristina Vale Silva
José Antônio Alves Cutrim Júnior
Daniel Praseres Chaves

RESUMO

O objetivo foi avaliar os parâmetros bioquímicos de ovinos alimentados com diferentes níveis de inclusão de farelo de casca de mandioca. Foram utilizados 24 animais machos sem padrão de raça definida (SPRD) com aproximadamente 8 (oito) meses de idade, com peso vivo inicial de 18 kg. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Os tratamentos foram constituídos por níveis crescentes de inclusão de farelo de casca de mandioca nas dietas para ovinos nas proporções de 0; 14; 28 e 42%. As amostragens sanguíneas foram coletadas no intervalo de 30 dias, realizando três coletas (T1, T2 e T3). As coletas foram realizadas antes do fornecimento da dieta. Foram determinadas as atividades séricas das seguintes concentrações: Glicose, Proteínas Totais, Albumina, Aspartato aminotransferase-AST, Gama-glutamilttransferase-GGT, Fosfatase Alcalina-ALP, Colesterol, Ureia e Creatinina. Na avaliação do perfil proteico, não teve influência significativa ($P>0,05$) para as análises de ureia e albumina. Os parâmetros séricos das proteínas totais e creatinina não diferiram significativamente ($P>0,05$) e se mantiveram dentro dos parâmetros de normalidade. Na avaliação do perfil enzimático da AST, ALP e GGT não houve diferença estatística significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos nos diferentes tempos experimentais, permanecendo as atividades séricas destas enzimas situadas dentro dos valores de normalidade para a espécie ovina. Na avaliação do perfil energético, os valores de colesterol e glicose obtidos neste experimento não apresentaram diferenças significativas ($P>0,05$). A inclusão do coproduto apresentou resultados satisfatórios em relação aos parâmetros bioquímicos analisados neste estudo, desde que se respeitem os níveis de inclusão apresentados.

PALAVRAS-CHAVE: Coprodutos. Metabólitos sanguíneos. Pequenos ruminantes.

1. INTRODUÇÃO

A ovinocaprinocultura proporciona renda e proteína de alto valor biológico aos produtores rurais, com impacto econômico e social, assegurando a permanência do homem no campo e reduzindo a superpopulação nas cidades, que gera mão-de-obra ociosa e crescimento da pobreza (ALVES *et al.*, 2017; PEREIRA *et al.*, 2019).

A importância dos ovinos como fonte de alimentos proteicos em regiões do semiárido nordestino tem sido enfatizada ao longo das últimas décadas, devido sua maior resistência à seca e melhor aproveitamento dos alimentos. Com relação à alimentação, diversos métodos de manejo têm sido apresentados para minimizar o déficit nutricional nos períodos mais críticos do ano (SANTOS *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2016).

No cenário brasileiro, o rebanho ovino, de acordo com o Censo Agropecuário é de 20.537.474 cabeças e apresentou uma redução de 2,8% entre o período entre 2006 e 2017.



Apesar da diminuição em nível nacional, a região Nordeste é responsável por quase dois terços do rebanho brasileiro, obteve uma variação positiva de 15,9% no número de cabeças de ovinos neste mesmo período. O rebanho dos nove estados nordestinos passou de 7,7 milhões para 9 milhões no período de 11 anos, quando comparada as outras regiões, entretanto, apresentaram baixa no número total de animais (IBGE, 2021).

A produção de ovinos é uma alternativa importante para pequenos produtores, sendo estimulada em razão da valorização comercial de sua carne e por constituir uma importante estratégia de diversificação nas propriedades por não exigirem grandes áreas. A opção por animais ruminantes acabados em confinamento se torna viável quando o produtor possui disponibilidade de alimentos de baixo custo, principalmente no período de entressafra ou na seca, quando não se tem pasto suficiente (RIBEIRO *et al.*, 2002; PEREIRA *et al.*, 2016).

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) é uma planta versátil, que serve como fonte de alimento para animais ruminantes e não-ruminantes, além de possuir cultivos tropicais de maior eficiência biológica, que convertem maior quantidade de energia solar em carboidratos, por unidade de área, apresentando excelentes qualidades nutritivas para alimentação animal. Tanto as raízes, como a folhagem da mandioca são produtos primários da planta que podem ser usados como alimento para animais. Além dos produtos primários existem outros subprodutos do processo de industrialização como a casca e a raspa da mandioca, com potencial para uso na alimentação animal (ALMEIDA; FERREIRA FILHO, 2005; GERON *et al.*, 2019).

De acordo com Caldas Neto *et al.* (2000) e Silva *et al.* (2009), a mandioca é cultivada em todos os estados, e tem levado o Brasil a ocupar lugar de destaque como um dos maiores produtores mundiais, com produção anual estimada em 27 milhões de toneladas, sendo 80% da produção destinada à indústria de farinha, principalmente na região Nordeste. No beneficiamento da mandioca nas indústrias farinhas, é retirada a “casca da mandioca”, subproduto com valor nutritivo semelhante ao do milho, que poderá ser aproveitado na alimentação animal (COELHO *et al.*, 2018).

Um aspecto que deve ser considerado na produção da mandioca, é sua importância na segurança alimentar, principalmente nas unidades de produção do tipo familiar, onde a mandioca além de ser importante fonte de carboidratos para alimentação humana é utilizada também na alimentação de pequenos rebanhos, que são elementos significativos na composição da renda nessas unidades de produção (ALMEIDA; FERREIRA FILHO, 2005).



O uso de tecnologias no processamento da mandioca, portanto devem ser avaliadas para melhorar o aproveitamento desse alimento e criar alternativas na utilização dos seus subprodutos, como a redução dos custos de produção na ovinocultura. Do mesmo modo, as avaliações do desempenho animal, das características quantitativas de carcaça e eficiência econômica são essenciais pois permitem comparações entre tipos raciais, pesos, idades de abate, sexo, sistemas de produção e alimentação (FARIA *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2022).

A realização de análises sanguíneas em animais após os testes de alimentação é uma forma rápida e instantânea para avaliar o estado clínico e nutricional (OGUNBOSOYE *et al.*, 2018). Estudos que monitoram e avaliam o estado nutricional do animal por meio da hematologia e da química do sangue, fornecem resultados confiáveis sobre o metabolismo animal (GUPTA *et al.*, 2007). Desse modo, o conhecimento do perfil metabólico é uma ferramenta importante na produção animal, visto que desequilíbrios do metabolismo costumam repercutir na composição dos fluidos corporais, principalmente do sangue (POLAT *et al.*, 2014; CARCANGIU *et al.*, 2015).

Estudos sobre o perfil bioquímico sanguíneo em ovinos em condições locais, no estado do Maranhão são relativamente escassos, sendo a maioria dos trabalhos feitos com caprinos, e estes muitas vezes oriundos de outras regiões com condições de manejo, alimentação e clima diferentes. Dessa forma, objetivou-se caracterizar o perfil bioquímico de ovinos confinados e submetidos à dieta com diferentes níveis de inclusão da casca da mandioca, com a finalidade de conhecer sua influência no metabolismo e na sanidade desses animais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Setor de Ovinocaprinocultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus São Luís – Maracanã. Os tratamentos experimentais consistiram em níveis de inclusão da casca de mandioca nas proporções de 0, 14, 28 e 42% na dieta de ovinos em confinamento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições, totalizando 24 animais experimentais. Todos os procedimentos foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais– CEUA, do Instituto Federal do Maranhão - IFMA, sob o número 012/2016.

A casca de mandioca foi obtida junto aos produtores de farinha do Estado do Maranhão, sendo a mesma previamente desidratada para volatilização do ácido cianídrico, e em seguida, triturada em máquina estacionária composta por facas e martelos.



Os ovinos sem padrão racial definido (SPRD) foram adquiridos com aproximadamente oito meses de idade e peso vivo inicial médio de 18 kg. Os animais foram previamente desvermifugados e alojados em galpão, em baias individuais, onde permaneceram durante todo o período experimental. As baias foram produzidas com material metálico, com área de 1,50 x 1,70 m, totalizando 2,55 m². Cada baia era provida de bebedouro, comedouro e saleiros plásticos. O piso das baias era de concreto, protegido com cama de raspas de serraria (maravalha) para maior conforto dos animais, com inclinação de 5%.

Nas baias, era fornecido água “*ad libitum*” e mistura mineral em quantidade suficiente para um consumo de 20 g/animal por dia. Os animais foram alimentados com volumoso (feno de capim Tifton) e concentrado (grão de milho triturado, farelo de soja, farelo de trigo e calcário). As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas e isoenergéticas, calculadas de acordo com as exigências prescritas pelo NRC (2007) para animais de 20 kg de peso vivo e ganho de peso de 150 g/dia.

As dietas foram fornecidas aos animais duas vezes ao dia, às 8 h e às 17 h, permitindo sobras de até 15% da ração ofertada. A composição e proporções dos ingredientes das dietas estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Ingredientes e composição bromatológica das rações experimentais.

Ingredientes	Níveis de Farelo de Casca de Mandioca			
	0%	14%	28%	42%
Feno de Tifton	41,11	27,05	12,99	2,35
Milho, Grão	47,90	45,75	43,60	39,22
Farelo de Soja 45%	8,62	11,03	13,43	16,03
Farelo de Trigo	2,05	1,83	1,62	0,07
Farelo da Casca da Mandioca	0,00	14,00	28,00	42,00
Calcário	0,30	0,32	0,33	0,30
Total	100	100	100	100
Composição Bromatológica (%MS)				
Matéria Seca (MS)	86,86	87,25	87,65	87,99
Proteína Bruta (PB)	12,23	12,23	12,23	12,23
FDN	38,72	37,73	36,75	37,58
FDA	21,0	21,0	21,0	21,0
Lipídeos	3,65	3,16	2,66	2,20
NDT	65,80	65,80	65,80	65,80
Cálcio	0,39	0,39	0,39	0,39
Fósforo Total	0,27	0,26	0,24	0,21

Matéria seca (MS), Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA)

Fonte: Autoria própria (2022).

Após um período de adaptação de 14 dias as dietas experimentais, realizou-se a coleta das amostras para os testes bioquímicos. As amostras de sangue foram coletadas, a cada 30 dias, totalizando três coletas, uma no início (T1), meio (T2) e outra no final do experimento



(T3). O sangue era coletado antes do fornecimento da dieta, por meio da punção da veia jugular, utilizando agulhas descartáveis 25 mm x 7 mm, após prévia desinfecção do local com álcool iodado. O sangue colhido era depositado diretamente em tubos de vidro, tipo Vacutainer® com capacidade de 5 mL, sem anticoagulante. Em seguida, as amostras foram identificadas e mantidas refrigeradas a 4°C até a retração do coágulo. Após retração, as amostras de sangue foram centrifugadas a 3000 rpm por 5 minutos para a separação dos soros, os quais foram armazenados à temperatura de -20°C até o momento dos exames laboratoriais.

Para realização dos exames bioquímicos foram usados kits comerciais da Labtest®. Foram avaliadas as concentrações séricas de proteína total (método do biureto), albumina (método do azul de bromocresol), ureia (método da urease) e creatinina (método cinético), bem como o teor plasmático de glicose (método da ortotoluidina) e as atividades séricas das enzimas aspartato aminotransferase-AST (método Reitman-Frankel), gamaglutamiltransferase-GGT (método de Szasz modificado) e fosfatase alcalina-ALP (método Labtest). As leituras dos parâmetros bioquímicos foram realizadas em espectrofotômetro semiautomático, em comprimentos de onda específicos para cada constituinte, e em dosador de íons seletivos.

As variáveis bioquímicas foram submetidas à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando-se o programa estatístico InStat (Graphpad InStat: GraphPad Software Oberlin, San Diego-CA, USA).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos neste experimento estavam dentro dos valores de referência proposto por Kaneko *et al.*, (2008). Portanto não houve interação significativa entre os níveis de inclusão do farelo casca de mandioca e os tempos de coleta do sangue ($P>0,05$).

Os valores plasmáticos dos metabólitos utilizados para avaliar o equilíbrio proteico são apresentados na Tabela 2. Os resultados da atividade sérica da ureia, albumina, proteínas totais e creatinina descritos foram satisfatórios quando comparados ao valor de referência de Kaneko *et al.*, (2008).



Tabela 2: Médias e desvios-padrão da atividade sérica de ureia (mg/dl), albumina (g/dL), proteínas totais (g/dl) e creatinina (mg/dl) em ovinos alimentados com diferentes níveis de inclusão de casca de mandioca.

Variável	Tempo*	Níveis de Farelo de Casca de Mandioca			
		0%	14%	28%	42%
Ureia (mg dL ⁻¹)	1	19,0±1,1a	19,0±4,1a	22,0±6,0a	18,0±4,9a
	2	22,0±8,0a	23,0±8,0a	24,0±10,0a	25,0±8,0a
	3	15,0±3,0a	25,0±6,0a	25,0±7,0a	23,0 ±4,0a
Albumina (g dL ⁻¹)	1	0,41±0,2a	0,46±0,2a	0,98±0,5a	0,45±0,2a
	2	2,30±0,2a	3,13±0,5a	3,12±1,5a	2,21±1,1a
	3	2,41±0,8a	3,25±0,6a	2,88±0,5a	2,98±0,3a
Proteína total (g L ⁻¹)	1	7,1±1,6a	6,4±1,06a	6,7±1,6a	6,7±0,94a
	2	6,4±1,8a	7,5±1,3a	7,5±1,6a	6,7±0,8a
	3	3,8±0,7a	4,3±1,4a	5,2±2,2a	4,1±1,3a
Creatinina (mg dL ⁻¹)	1	0,65±1,15a	0,78±0,17a	0,70±0,08a	0,75±0,08a
	2	0,70±0,25a	0,70±0,18a	0,68±0,17a	0,70±0,22a
	3	0,63±0,18a	0,70±0,20a	0,73±0,17a	0,880±0,17a

T1 – Início; T2 – Meio; T3 – Final do experimento.

Valores seguidos de letras na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

Fonte: Autoria própria (2022).

A ureia é um indicador do metabolismo proteico e a concentração no sangue tem sido utilizada para monitorar a proteína dietética, valores normais deste parâmetro para ovinos situam-se entre 17 a 43 mg/dL (KANEKO *et al.*, 2008). Quando apresentam teores baixos no sangue dos animais, relaciona-se a alimentação com dietas deficitárias em proteínas por insuficiência hepática e quando esses indicadores são altos estes animais são alimentados com dietas que contenham excessivo aporte proteico ou com déficit de energia (WITTER, 2000; SILVA, 2016).

Garba e Adeola (2020) avaliando os parâmetros hematológicos e bioquímicos séricos de cordeiros Yankasa em crescimento alimentados com resíduo de gergelim, encontraram valores dentro da faixa para ureia 11,50-12,15 mmol/L. Estudo de Sahoo *et al.* (2021) teve como objetivo avaliar a qualidade nutricional de frutas frescas e resíduos vegetais em ovinos. Ao observar o efeito da substituição de alimentos tradicionais por esses resíduos, perceberam que as concentrações de metabólitos sanguíneos como glicose, albumina, proteína total, colesterol, ureia e nitrogênio ureico sanguíneo não foram afetadas (P> 0,05). Portanto, concluíram que a inclusão em até 10% na dieta de ovinos melhora a utilização dos nutrientes.

Em relação as concentrações de albumina no T1 (início do experimento), apresentaram-se abaixo dos valores de referência em todos os tratamentos. Conforme os valores estabelecidos por Kaneko *et al.* (2008), a albumina é de 2,4 a 3,0 g/dl. A albumina é considerada o indicador mais sensível quando se relaciona ao estado nutricional proteico, de maneira que valores



constantemente baixos indicam inadequado consumo proteico. Portanto, por ser um indicador de longos períodos de restrição proteica e com isso é um fator muito relacionado com o processo alimentar. Logo, atribui-se que a redução pode estar relacionada à má nutrição proteica neste período (CALDEIRA, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Porém, ao longo do experimento os valores de albumina obtidos nos tempos T2 e T3 (no meio e final do experimento, respectivamente) aumentaram, mantendo-se dentro da normalidade, segundo os valores de referência para ambos os tratamentos. No entanto as diferenças nos valores obtidos de albumina neste experimento, não foram suficientes para influenciar significativamente ($P > 0,05$) no intervalo de coleta. Dessa forma, conclui-se que não houve consumo de proteína abaixo do proposto pelos ovinos neste estudo.

As concentrações de proteínas totais no T1 e T2 se apresentaram dentro dos valores de referência (6,0 a 7,9 g/dl) segundo Kaneko *et al.* (2008), porém no T3 foi possível observar uma redução em todos os tratamentos. A quantidade de proteína total demonstra o estado nutricional proteico do animal e sua redução pode provocar falhas hepáticas, renais, intestinais, hemorragias e deficiências nutricionais. Dietas com menos de 10% de proteína bruta podem ocasionar redução nos níveis proteicos do sangue de ruminantes (ARAÚJO *et al.*, 2020; KANEKO *et al.*, 2008).

No presente estudo, percebeu-se que durante a administração das dietas com diferentes níveis de inclusão da casca da mandioca, as concentrações de creatinina desde o início se apresentaram abaixo dos valores de referência (1,2 a 1,9 mg/ dl) (KANEKO *et al.*, 2008) em ambos os tratamentos, embora estatisticamente não seja significativo a redução destes valores.

A creatinina é um dos parâmetros bioquímicos utilizados para determinar a atividade muscular ou distúrbios renais, além de estabelecer um importante indicador do metabolismo proteico em animais jovens, visto que está relacionada à massa muscular, onde está associada ao quantitativo de proteína na dieta (CALDEIRA *et al.*, 2005; KANEKO *et al.*, 2008; PESÁNTEZ-PACHECO *et al.*, 2019).

Em estudos com ovinos alimentados com polpa de café durante a engorda, apresentaram níveis de creatinina abaixo dos valores de referência (HERNÁNDEZ-BAUTISTA, *et al.*, 2018). Portanto, a creatinina abaixo dos valores de referência relatados anteriormente em todos os tratamentos pode ser devido a animais em fase de engorda apresentarem algum fator que modifica este metabólito. Variações na concentração sérica de creatinina são observadas com o aumento da intensidade de atividade física, enquanto a diminuição progressiva de sua



concentração sob períodos prolongados pode ser atribuída à constante mobilização de energia a partir da degradação de proteína muscular (ANDERSEN *et al.*, 2005; PARVAR *et al.*, 2018).

A caracterização do perfil enzimático foi dada pela avaliação da Gama glutamiltransferase-GGT, Aspartato aminotransferase-AST e fosfatase alcalina – ALP (Tabela 3). Não houve diferença estatística significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos estudados, permanecendo as atividades séricas destas enzimas situadas dentro dos valores de normalidade para a espécie ovina (KANEKO *et al.*, 2008).

Tabela 3: Médias e desvios-padrão da atividade sérica de GGT (UI/l), TGO(UI/l) e ALP(UI/l) de ovinos alimentados com diferentes níveis de inclusão de casca de mandioca.

Variável	Tempo	Níveis de Farelo de Casca de Mandioca			
		0%	14%	28%	42%
GGT (UI L ⁻¹)	1	48±35a	21±7,0a	58±26a	55±14a
	2	44±19a	45±22a	39±26a	66±13a
	3	31±10a	39±14a	44±17a	52±17a
TGO (UI L ⁻¹)	1	84,0±42a	35±31a	18±19a	82±42a
	2	63,6±35a	70±28a	47±18a	78±23a
	3	80,2±40a	92±50a	78±29a	76±76a
ALP (UI L ⁻¹)	1	56±21a	56±10a	45±28a	78±23a
	2	41±27a	43±17a	31±13a	40±12a
	3	56±33a	58±34a	66±27a	70±28a

Valores seguidos de letras na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

Fonte: Autoria própria (2022).

As concentrações de GGT estiveram acima dos valores de referência proposto por Kaneko *et al.*, (2008) (20 a 52 U/L) no início do experimento (T1), destacando- se o tratamento 28% e 42%, e no meio do experimento (T2) no tratamento 42%, valores próximos dos utilizados como referência, no entanto, no T2 estiveram dentro dos valores de referência, e não houve diferença estatisticamente significativa deste perfil.

Os níveis de AST teve uma queda quando comparados valores de referência proposto por Kaneko *et al.* (2008) (60 a 280 U/L). No início do experimento, T1 teve uma redução nos tratamentos 14% e 28% e no meio do experimento T2, no tratamento 28%, porém, ocorreu a estabilização dos valores na coleta seguinte, não havendo diferença estatisticamente significativa.

As concentrações de ALP estiveram abaixo dos valores de referência proposto por Kaneko *et al.* (2008) (68 a 387 U/L), estabilizando somente nos tempos de coleta T1 e T3 no tratamento 42%. Embora tenha ocorrido essa queda nas concentrações, não houve diferença estatisticamente significativa deste perfil. Portanto, neste estudo sugere-se que a dieta ofertada aos animais não causou nenhuma toxicidade hepática.



O perfil energético dos animais experimentados foi caracterizado pelas concentrações de glicose e colesterol no plasma (Tabela 4). Os níveis de colesterol se mantiveram abaixo dos valores de referência em ambos os tratamentos (52 a 76 mg /dl) segundo Kaneko *et al.* (2008), com exceção no tempo T3 nos tratamentos 14% e 42% onde se manteve dentro dos valores referenciais.

Tabela 4: Médias e desvios-padrão da atividade sérica de colesterol (mg/dL) e glicose (mg/dL) de ovinos alimentados com diferentes níveis de inclusão de casca de mandioca.

Variável	Tempo	Níveis de Farelo de Casca de Mandioca			
		0%	14%	28%	42%
Colesterol (mg dL ⁻¹)	1	34±13a	37±13a	33±16a	36±15a
	2	14±10a	19±10a	19±8,1a	12±16a
	3	36±20a	52±14a	36±11a	51±17a
Glicose (mg dL ⁻¹)	1	54±17a	57±13a	66±18a	57±18a
	2	52±17a	61±16a	81±17a	78±26a
	3	95±21a	102±19a	96±9,6a	104±19a

Valores seguidos de letras minúsculas na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

Fonte: Autoria própria (2022).

Os valores médios de colesterol reduzidos podem ser explicados pelas possíveis falhas energéticas na dieta ofertada, pois, sendo importante indicador do metabolismo energético, as concentrações de colesterol sérico relacionam-se à condição nutricional dos animais (FERNANDES *et al.*, 2012). Além de ser um precursor da síntese de hormônios esteróides, vitamina D e sais biliares, e participa da formação das membranas celulares (RIBEIRO *et al.*, 2003), portanto, possivelmente pode ser compreendido pelo metabolismo de crescimento dos animais.

A Tabela 4 contém os resultados obtidos da atividade sérica da glicose. Os níveis iniciaram dentro dos valores de referência (50 a 80 mg/dl) segundo Kaneko *et al.* (2008), sendo que somente no T3 houve um aumento em ambos os tratamentos. Não houve diferença significativa (p >0,05) em relação aos tratamentos e tempos analisados.

A glicose apesar de contribuir na definição do perfil energético do animal, é um metabólito que sofre poucas alterações, visto que possui controle eficiente através de mecanismos homeostáticos e a sua proporção é pouco influenciada pela dieta fornecida ao animal (ZANINE *et al.*, 2022; GOUVEIA *et al.*, 2015). Portanto a partir dessa afirmação, é notório que os teores de glicose dos animais deste experimento não sofreram alterações, e isto significa possivelmente que a dieta oferecida não influenciou nos teores deste metabólito.



4. CONCLUSÃO

A inclusão do farelo da casca de mandioca na dieta de ovinos apresentou resultados satisfatórios em relação aos parâmetros bioquímicos analisados neste estudo, mostrando que o uso deste coproduto, desde que se respeitem os níveis de inclusão apresentados, além de proporcionar economia, não prejudica a fisiologia do animal. Portanto constitui-se numa boa opção para alimentação de ovinos, considerando o aspecto da bioquímica sérica.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Cernitas, IFMA e FAPEMA pelos recursos disponibilizados para realização do estudo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J.; FERREIRA FILHO, J. R. Mandioca: uma boa alternativa para Alimentação Animal. **Bahia Agrícola**, v.7, n.1, p. 50-56, 2005. Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/socioeconomia3_v7n1.pdf>. Acessado em: Out, 2022.

ALVES, A. R. *et al.* Caracterização do sistema de produção caprino e ovino na região sul do estado do Maranhão, Brasil. **Veterinária e Zootecnia**, 24(3), 515-524, 2017. Disponível em: <<https://rvz.emnuvens.com.br/rvz/article/view/287>>. Acessado em: Set, 2022.

ANDERSEN, H. J. *et al.* Feeding and meat quality—a future approach. **Meat science**, 70(3), 543-554, 2005. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174005000392>>. Acessado em: Set, 2022.

ARAÚJO, C. M. *et al.* Parâmetros nutricionais e bioquímicos de ovinos consumindo volumoso extrusado com diferentes teores de *Uruchloa brizantha* em comparação a silagem de milho tradicional. **Caderno De Ciências Agrárias**, v. 12, p. 1-11, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/25810>>. Acessado em: Jul, 2022.

CALDAS NETO, S. F. *et al.* Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p. 2099-2108, 2000. Disponível em: <<http://www.sbz.org.br/revista/artigos/2873.pdf>>. Acessado em: Jun, 2020.

CALDEIRA, R. M. Monitorização da adequação do plano alimentar e do estado nutricional em ovelhas. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 100 (555-556), p. 125-139, 2005. Disponível em: <http://www.fmv.ulisboa.pt/pt/spcv/PDF/pdf6_2005/100_125-139.pdf>. Acessado em: Jun, 2022.

CARCANGIU, V. *et al.* Seasons induce changes in the daily rhythm of plasma melatonin in goats (*Capra hircus*). **Animal Biology**, v.65, p. 13–20, 2015. Disponível em: <



https://brill.com/view/journals/ab/65/1/article-p13_2.xml?language=en>. Acessado em: Ago, 2022.

COELHO, G. B. *et al.* Digestibilidade de dietas de ovinos com mistura múltipla a base de raspa integral da mandioca em substituição ao milho. **Pubvet**, v.12, p. 136, 2018. Disponível em: < <https://www.pubvet.com.br/artigo/5351/digestibilidade-de-dietas-de-ovinos-com-mistura-muacuteltila-a-base-de-raspa-integral-da-mandioca-em-substituiccedilatildeo-ao-milho>>. Acessado em: Abr, 2022.

GERON, L. J. V. *et al.* Inclusão da raspa de mandioca residual desidratada na alimentação de ovinos sobre parâmetros ruminais e balanço de nitrogênio. **Revista de Ciências Agroambientais** (online), v. 17, p. 35-42, 2019. Disponível em: < <https://periodicos.unemat.br/index.php/rcaa/article/view/1765> >. Acessado em: Nov, 2022.

FARIA, P. B. *et al.* Processamento da casca de mandioca na alimentação de ovinos: desempenho, características de carcaça, morfologia ruminal e eficiência econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p. 292-293, 2011. Disponível em: < <https://www.rbz.org.br/pt-br/article/processamento-da-casca-de-mandioca-na-alimentacao-de-ovinos-desempenho-caracteristicas-de-carcaca-morfologia-ruminal-e-eficiencia-economica/> >. Acessado em: Ago, 2019.

FERNANDES, S. R. *et al.* Lipidograma como ferramenta na avaliação do metabolismo energético em ruminantes. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 18, n. 1, 2012. Disponível em: < <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/2484> >. Acessado em: Set, 2019.

GARBA, Y.; ADEOLA, E. A. Haematological and serum biochemical profile of growing Yankasa ram lambs fed diets containing graded levels of sesame residue. **European Journal of Agriculture and Food Sciences**, v. 2, n. 5, 2020. Disponível em: < <https://www.ejfood.org/index.php/ejfood/article/view/133> >. Acessado em: Out, 2022.

GOUVEIA, L. N. *et al.* Perfil metabólico de ovinos em crescimento alimentados com dietas constituídas de feno ou silagem de maniçoba e palma forrageira. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, p. 5-9, 2015. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/pvb/a/kkftk6zpv4K3dCR4fJtXCfb/?lang=pt> >. Acessado em: Mai, 2019.

GUPTA, A. R. *et al.* Haematology and serum biochemistry of Chital (*Axis axis*) and barking deer (*Muntiacus muntijax*) reared in semi-captivity. **Veterinary Research Communications**, v.31, p. 801-808, 2007. Disponível em: < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17294264/> >. Acessado em: Jul, 2021.

HERNÁNDEZ-BAUTISTA, J. *et al.* Health status and productivity of sheep fed coffee pulp during fattening. **Austral journal of veterinary sciences**, v. 50, n. 2, p. 95-99, 2018. Disponível em: < https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-81322018000200095 >. Acessado em: Nov, 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [IBGE]. 2021. Rebanho de Ovinos (Ovelhas e Carneiros). Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/ovino/br> >. Acessado em: Out, 2022.



KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6ª ed. San Diego: Academic Press, 2008. 916p

OGUNBOSOYE, D. O.; AKINFEMI, A.; AJAYI, D. A. Blood profiles of West African dwarf (WAD) growing bucks fed varying levels of shea nut cake based rations in Nigeria. **Cogent Food e Agriculture**, v. 4, n. 1, p. 1474620, 2018. Disponível em: < <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311932.2018.1474620> >. Acessado em: Nov, 2022.

OLIVEIRA, R. P. M. D. *et al.* Avaliação do perfil metabólico em diferentes fases do periparto de ovelhas Santa Inês na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, p. 37-44, 2016. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/rbspa/a/39WZ4PZj4jkMpbdqDHLxR6x/?lang=pt> >. Acessado em: Jul, 2019.

PARVAR, R. *et al.* Effect of Ferulago angulata (Chavil) essential oil supplementation on lamb growth performance and meat quality characteristics. **Small Ruminant Research**, v.167, p. 48–54, 2018. Disponível em: < <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20183336413> >. Acessado em: Nov, 2022.

PEREIRA, D. R. M. *et al.* Uso do girassol (*Helianthus annuus*) na alimentação animal: aspectos produtivos e nutricionais. **Veterinária e Zootecnia**, v.23, n.2, p. 174-183, 2016. Disponível em: < [https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/veterinaria-e-zootecnia/23-\(2016\)-2/uso-do-girassol-helianthus-annuus-na-alimentacao-animal-aspectos-produ/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/veterinaria-e-zootecnia/23-(2016)-2/uso-do-girassol-helianthus-annuus-na-alimentacao-animal-aspectos-produ/) >. Acessado em: Out, 2021.

PEREIRA, A. L. *et al.* Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com diferentes níveis de resíduo úmido de cervejaria. **Revista Agrária Acadêmica**, v. 2, n. 3, p. 160-171, maio/jun. 2019. Disponível em: < <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1109628> >. Acessado em: Nov, 2022.

PESÁNTEZ-PACHECO, J. L. *et al.* Influence of maternal factors (Weight, Body Condition, Parity, and Pregnancy Rank) on plasma metabolites of dairy ewes and their lambs. **Animals**, v. 9, n. 4, p. 122, 2019. Disponível em: < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30925737/> >. Acessado em: Nov, 2022.

POLAT, H. *et al.* Changes of thyroid hormones in different physiological periods in white goats. **The Journal of Animal and Plant Sciences**, v.24, p. 445–449, 2014. Disponível em: < <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20143162685> >. Acessado em: Mai, 2020.

RIBEIRO, E. L. A. *et al.* Silagens De Girassol (*Helianthus annuus* L.), milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para ovelhas em confinamento. **Ciência Rural**, 32, 299-302, 2002. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/cr/a/H3PYJ8J3rxnPwdM93nQw8Sh/abstract/?lang=pt> >. Acessado em: Out, 2021.

RIBEIRO, L. A. O. *et al.* Perfil metabólico de borregas Corriedale em pastagem nativa do Rio Grande do Sul. **Acta scientiae veterinariae**, v. 31, n. 3, p. 167-170, 2003. Disponível em: < <https://www.readcube.com/articles/10.22456%2F1679-9216.17161> >. Acessado em: Jul, 2020.

SAHOO, A. *et al.* Utilization of fruit and vegetable waste as an alternative feed resource for sustainable and eco-friendly sheep farming. **Waste Management**, v. 128, p. 232-242, 2021.



Disponível em: < [https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X21002488#:~:text=Fruit%20%26%20vegetable%20waste%20\(F%26VW\),feeding%20as%20a%20safe%20disposal.&text=F%26VW%20decreased%20methane%20and%20nitrous%20oxide%20emission.&text=Inclusion%20of%20F%26VW%20in%20diet%20spared%20potable%20water%20for%20other%20uses.&text=Addition%20of%20fruit%20and%20vegetable%20waste%20is%20an%20ecofriendly%20feeding%20strategy.](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X21002488#:~:text=Fruit%20%26%20vegetable%20waste%20(F%26VW),feeding%20as%20a%20safe%20disposal.&text=F%26VW%20decreased%20methane%20and%20nitrous%20oxide%20emission.&text=Inclusion%20of%20F%26VW%20in%20diet%20spared%20potable%20water%20for%20other%20uses.&text=Addition%20of%20fruit%20and%20vegetable%20waste%20is%20an%20ecofriendly%20feeding%20strategy.) >. Acessado em: Nov, 2022.

SANTOS, A. F.; MARIN, A. M. P.; SARMENTO, M. I. A. Produtividade da palma forrageira em aleias com *Gliricidia sepium* sob adubação orgânica em diferentes espaçamentos no Semiárido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 13(3), 276-281, 2018. Disponível em: < <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7083407> >. Acessado em: Out, 2022.

SILVA, M. J. M. S. *et al.* Replacement of corn with pre-dried cassava root silage in the diet for dairy goats. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.44, e55947-e55947. 2022. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/asas/a/f6RzxnHZ9NhpLCX4nrWjqkh/> >. Acessado em: Dez, 2022.

SILVA, D. L. A. *et al.* Componentes Não Carcaça de Cordeiros de Diferentes Genótipos. **Revista Brasileira de Higiene Sanidade Animal**, v.10, n.4, p. 653 – 668, 2016a. Disponível em: < <http://www.higieneanimal.ufc.br/seer/index.php/higieneanimal/article/view/351> >. Acessado em: Jul, 2020.

SILVA, J. A. *et al.* Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras mantidas em pasto suplementadas com diferentes fontes proteicas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 17, 174-185, 2016b. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/rbspa/a/hjr8zNyfqgk6FMtbqtBjnfJ/abstract/?lang=pt> >. Acessado em: Jul, 2020.

SILVA, A. F. *et al.* Produção de diferentes variedades de mandioca em sistema agroecológico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 13, 33-38, 2009. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/8jHFHdxJfqqrkvgSyPVLswv/?lang=pt> >. Acessado em: Set, 2021.

WITTER, F. **Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos.** In: GONZALEZ, F. H. D., BARCELLOS, J. O., OSPINA, H., RIBEIRO, L. A. O (Org.) Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2000, p. 9-22. Disponível em: < <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/26657/000274557.pdf?>>. Acessado em: Mai, 2019.

ZANINE, A. *et al.* The Effect of Cotton Lint from Agribusiness in Diets on Intake, Digestibility, Nitrogen Balance, Blood Metabolites and Ingestive Behaviour of Rams. **Agriculture**, v.12, n.8, p. 1262, 2022. Disponível em: < <https://www.mdpi.com/2077-0472/12/8/1262> >. Acessado em: Dez, 2022.

CAPÍTULO 13

SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA TEGUMENTAR DE SEMENTES DE *PELTOPHORUM DUBIUM* (SPRENG.) TAUB.³

Evandro Luiz Missio
Cleber Witt Saldanha
Rosana Matos de Morais
Ionara Fátima Conterato
Joseila Maldaner
Gerusa Pauli Kist Steffen
Madalena Boeni
Jorge Dubal Martins

RESUMO

A dormência física de sementes é um mecanismo que ocorre em muitas espécies da família Fabaceae. Dentre estas, encontra-se *Peltophorum dubium*, espécie arbórea nativa do Brasil que se propaga por sementes, as quais apresentam dormência tegumentar e necessitam de tratamento pré-germinativo. Este trabalho teve como objetivo avaliar a combinação entre tempo de escarificação e granulometria de lixa na superação da dormência tegumentar de sementes de *P. dubium*. Foram testados quatro tempos de escarificação mecânica (0, 1, 3 e 5 segundos) e duas granulometrias de lixa (60 e 80), em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. O tempo de escarificação de 1 segundo, em lixa 80, mostrou os melhores resultados de IVG, TMG, CVG e GE para as sementes de *P. dubium*. Com base nas informações deste trabalho, permite-se concluir que a escarificação mecânica das sementes de *P. dubium* em cilindro rotativo com lixa 80, pelo tempo de 1 segundo, é eficiente na superação da dormência tegumentar, expressando as maiores médias de vigor e germinação.

PALAVRAS-CHAVE: Lixa. Escarificação mecânica. Canafístula.

1. INTRODUÇÃO

Peltophorum dubium, popularmente chamada de canafístula, é uma espécie arbórea que pertence à família Fabaceae. Possui distribuição em vários estados brasileiros, deste a Paraíba até o Rio Grande do Sul, além de ocorrência natural em países vizinhos como Argentina, Paraguai e Uruguai (CARVALHO, 2003). A espécie possui porte de 10 a 25 metros de altura e diâmetro variando entre 50 e 70 cm. Devido às suas características, apresenta potencial para atender demandas nas áreas de paisagismo, marcenaria, apícola e energia, além de programas de restauração ambiental (LORENZI, 2000).

Quando se objetiva a propagação por sementes de determinada espécie, deve-se estar atento para a presença de dormência, fator importante para que se obtenha êxito no processo. Conceitualmente, a dormência de sementes é um fenômeno que ocorre em determinadas

³ Trabalho financiado com recursos do DDPA/SEAPI/RS.



espécies as quais, mesmo viáveis e sob condições ambientais favoráveis, não germinam (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). É comum em algumas espécies arbóreas, podendo dificultar a germinação em laboratório e também no viveiro de produção de mudas (DUTRA *et al.*, 2017).

Dentre os tipos de dormência em sementes, existe uma que ocorre de forma exógena, chamada de dormência física. É caracterizada pela impermeabilidade dos tecidos da semente ou fruto, restringindo a entrada de água (FERREIRA; BORGHETTI, 2004). Segundo Oliveira (2012), espécies arbóreas apresentam com frequência este tipo de dormência, denominada de tegumentar, física ou dormência imposta pela casca, a qual causa restrição à entrada de água na semente. É o que ocorre com as sementes de *P. dubium*, sendo necessárias técnicas que possam romper esta barreira para a germinação das sementes.

Estudos têm mostrado a recomendação de diferentes técnicas superação da dormência em sementes de *P. dubium*. Existem metodologias para o uso do pique (BRASIL, 2013), ácido sulfúrico (DUTRA *et al.*, 2017), lixa manual (MULLER *et al.*, 2020) e imersão em água (OLIVEIRA; DAVIDE; CARVALHO, 2003). Contudo, algumas metodologias ou produtos utilizados apresentam limitações quanto ao uso em viveiros, sendo que a escarificação mecânica com lixa pode ser considerada uma das mais seguras (AGUIAR *et al.*, 2021). Neste sentido, estudos com associação entre lixa e cilindro rotativo, o qual pode apresentar uma resposta rápida e satisfatória na superação da dormência física de sementes florestais que apresentam restrição à absorção de água (LUCAS *et al.*, 2018; MISSIO *et al.*, 2020a; 2020b).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a combinação entre tempo e granulometria de lixa na superação da dormência tegumentar de sementes de *P. dubium*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em laboratório, utilizando-se sementes de *Peltophorum dubium* provenientes do lote nº 22/19, com pureza de 99,8 %, umidade de 11,89 % e peso de mil sementes (PMS) de 41,59 gramas. Os frutos foram colhidos de três matrizes, no mês de maio de 2019, localizadas na coleta de sementes (ACS) do Centro de Pesquisas em Florestas, Distrito de Boca do Monte, município de Santa Maria/RS (29°39'51.6" S, 53°54'43.2" O). Após a coleta, os frutos foram beneficiados e as sementes secas em casa de vegetação sendo, posteriormente, armazenadas em câmara fria-seca com temperatura (6 a 9 °C) e umidade relativa do ar controladas (30 a 60 %).



Foram comparados, em delineamento inteiramente casualizado, quatro tempos de escarificação mecânica (0, 1, 3 e 5 segundos) e duas granulometrias de lixa (60 e 80), totalizando oito tratamentos. Para cada tratamento foram utilizadas 100 sementes, subdivididas em quatro repetições de 25 sementes.

Após o término do experimento foi elaborado um segundo estudo, visando a qualificação do melhor resultado obtido. Neste experimento, comparou-se o melhor resultado do primeiro experimento (tempo x lixa) com outras duas técnicas recomendadas pela literatura, pique manual (tesoura) (BRASIL, 2013) e imersão em ácido sulfúrico concentrado por 5 minutos (BIANCHETTI; RAMOS, 1981), além do tratamento testemunha. Os quatro tratamentos foram arranjados em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 sementes cada.

Para a escarificação mecânica, foi utilizado um equipamento elétrico do tipo cilindro rotativo (WEG[®]) com diâmetro de 20 cm, quatro hastes giratórias, e rotação de 1725 rpm. Cada granulometria de lixa foi cortada e ajustada sob medida no interior do cilindro sendo, posteriormente, colocado cada tratamento e efetuada a contagem dos tempos de escarificação.

Após a aplicação de cada tratamento, as sementes foram imersas em hipoclorito de sódio (2,5 %) em solução na concentração de 5 % (v/v) durante cinco minutos, para fins de assepsia, seguido da lavagem em água destilada e posterior semeadura em papel substrato do tipo Germitest[®]. O papel substrato de cada repetição foi umedecido com água destilada na proporção de duas vezes a sua massa. Após a semeadura, cada tratamento foi colocado num germinador do tipo Mangelsdorf com temperatura de 25 ± 1 °C, onde permaneceu incubado durante o período das avaliações.

Foram avaliadas as seguintes variáveis: **Condutividade elétrica (CE)** - Foi determinada utilizando-se quatro repetições de 50 sementes por tratamento. Para cada repetição foi determinada a massa das sementes e, subsequentemente, foram acondicionadas em frascos de vidro contendo 75 mL de água deionizada, durante 24 horas em câmara do tipo B.O.D. com temperatura de 25 ± 1 °C. Posteriormente, os frascos foram agitados durante 10 segundos e em seguida efetuada a leitura em condutivímetro Tec- 4MP (Tecnal[®]) com eletrodo de constante 1,0. O resultado final foi obtido por meio da divisão da massa inicial das sementes pelo resultado da leitura de condutividade, sendo expresso em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$; **Índice de velocidade de germinação (IVG)** - Determinado através de contagens diárias da germinação durante 7 dias, Os valores obtidos foram calculados pela seguinte fórmula: $\text{IVG} = G1/N1 + G2/N2 + \dots G_n/N_n$;



onde, IVG = índice de velocidade de germinação; G1, G2,... Gn = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem; N1, N2,... Nn = número de dias da sementeira à primeira, segunda e última contagem; **Tempo médio de germinação (TMG)** – Calculado pela fórmula $TMG = (G1N1 + G2N2 + G3N3 + \dots + GiNi) / (G1 + G2 + G3 + \dots + Gi)$, onde: TMG = tempo médio de germinação; G= número de plântulas germinadas observadas em cada dia de contagem; N= número de dias da sementeira a cada contagem; **Coefficiente de velocidade de germinação (CVG)** – Calculado pela fórmula $CVG = (G1 + G2 + G3 + \dots + Gi / G1N1 + G2N2 + G3N3 + \dots + GiNi) \times 100$; onde, CVG = coeficiente de velocidade de germinação; G= número de plântulas germinadas observadas em cada dia de contagem; N = número de dias da sementeira a cada contagem; **Germinação (GE)** – Adaptado de Brasil (2013), foi realizada com quatro repetições de 25 sementes, com contagens realizadas aos 7 e 14 dias após a incubação, sendo que as sementes consideradas germinadas foram descartadas e o resultado foi expresso em porcentagem. Para fins de padronização, neste trabalho foi convencionado como germinação a emissão de radícula com no mínimo 2 mm de comprimento; **Sementes mortas (MO)** – Realizada concomitantemente com a germinação, sendo que as sementes que não germinaram e apresentaram deterioração, foram classificadas como mortas. Em cada avaliação, assim como ocorreu com as sementes germinadas, aquelas consideradas mortas foram descartadas. O resultado foi expresso em porcentagem; **Sementes firmes (FI)** – Realizada concomitantemente com a germinação, sendo que as sementes que não germinaram e não foram consideradas mortas, foram classificadas como firmes ao final das leituras, sendo o resultado expresso em porcentagem.

Os dados foram submetidos à análise da variância e, posteriormente, ao teste de médias (Tukey) para as variáveis que apresentaram significância a 5% de probabilidade de erro. Para todas as análises foi utilizado o software estatístico Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que houve interação ($p < 0,05$) entre tempo de escarificação e granulometria de lixa para todas as variáveis estudadas.

A condutividade elétrica (CE) não apresentou diferenças significativas entre os dois tipos de lixa dentro do mesmo tempo de escarificação (Tabela 1). Esta informação mostra que os eletrólitos extravasados para a solução pela maior abrasividade da lixa 60, não foi mais agressivo ao tegumento das sementes na comparação com a lixa 80. Na avaliação dos tempos de escarificação dentro de cada granulometria de lixa, observou-se uma relação direta entre o



aumento do tempo de exposição e a condutividade elétrica da solução, porém, os tempos de escarificação diferiram apenas do tratamento testemunha em ambas as lixas.

Tabela 1: Condutividade elétrica (CE) de sementes de *P. dubium* submetidas a quatro tempos de escarificação em duas granulometrias de lixa.

CE ($\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$)		
Tempo (segundos)	Lixa 60	Lixa 80
0 (Testemunha)	58,34Ab*	58,34Ab
1	107,65Aa	114,51Aa
3	122,55Aa	123,83Aa
5	132,27Aa	129,25Aa
Média	105,20	106,48
CV (%)	13,12	

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: Autoria própria (2022).

O índice de velocidade de germinação (IVG) apresentou as maiores médias no tempo de 1 segundo de escarificação em lixa 80 (Tabela 2). Este resultado foi significativamente superior aos demais tempos para o mesmo tipo de lixa, com 2,01 plântulas/dia⁻¹ a mais que o segundo colocado (3 segundos). Neste tempo de escarificação também foi observada a única diferença estatística entre a granulometria de lixa, sendo o IVG obtido em lixa 80 superiores àqueles com lixa 60. Resultados semelhantes também foram observados em sementes de *Senna multijuga*, onde os maiores IVG foram observados em sementes escarificadas com lixa 80 (MISSIO *et al.*, 2019). Em sementes de *Myrsine coriacea* também foram obtidos os maiores IVG com o uso de escarificação mecânica com lixa 80 (LUCAS *et al.*, 2018).

O tempo médio de germinação (TMG) e o coeficiente de germinação (CVG) mostraram a mesma tendência observada para o IVG (Tabela 2). O tempo de 1 segundo de escarificação em lixa 80 mostrou menor TMG, ou seja, após a semeadura, as sementes germinaram significativamente mais rápido quando comparado aos outros tempos de escarificação. O mesmo ocorreu para o CVG, o qual foi maior no tempo de 1 segundo em lixa 80, quando confrontado aos demais tempos em lixa 80. Na comparação quanto ao tipo de lixa, apenas no tempo de 1 segundo houve diferenças significativas entre as granulometrias de lixa para o TMG e CVG, com os melhores resultados para a lixa 80. Estudos desenvolvidos por Dutra *et al.* (2017) visando avaliar a dormência física de sementes de *P. dubium*, também constataram que tratamentos pré-germinativos foram eficientes para diminuir o TMG em relação ao tratamento sem escarificação.



Tabela 2: Índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) e coeficiente de velocidade de germinação (CVG) de sementes de *P. dubium* submetidas a quatro tempos de escarificação em duas granulometrias de lixa.

IVG (Plântulas dia ⁻¹)		
Tempo (segundos)	Lixa 60	Lixa 80
0 (Testemunha)	4,05Ac*	4,05Ad
1	7,72Ba	10,78Aa
3	7,63Aa	8,46Ab
5	5,68Ab	6,73Ac
Média	6,27	7,51
CV (%)	11,22	

TMG (Dias)		
Tempo (segundos)	Lixa 60	Lixa 80
0 (Testemunha)	3,91Aa	3,91Aa
1	3,01Ab	2,43Bb
3	2,62Ab	2,53Ab
5	3,08Ab	2,99Ab
Média	3,15	2,96
CV (%)	10,59	

CVG		
Tempo (segundos)	Lixa 60	Lixa 80
0 (Testemunha)	0,25Ab	0,25Ab
1	0,33Ba	0,41Aa
3	0,38Aa	0,40Aa
5	0,32Aab	0,34Aa
Média	0,32	0,35
CV (%)	11,67	

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: Autoria própria (2022).

A maior porcentagem de germinação em sementes de *P. dubium* foi observada no tempo de escarificação de 1 segundo em lixa 80 (Tabela 3). Este resultado foi significativamente superior aos demais tempos, apresentado 19 pontos percentuais de germinação a mais que o tempo de 3 segundos, segundo colocado. Também foi observado 11 pontos percentuais a mais na germinação quando comparado ao mesmo tempo de 1 segundos em lixa 60, valor este estatisticamente superior. Esta informação mostra a eficiência do desgaste do tegumento no tempo de 1 segundo de escarificação das sementes em lixa 80, o qual foi suficiente para promover o desgaste da casca da semente e permitir a entrada de água para dar início ao processo de germinação. Informações semelhantes foram obtidas por Muller *et al.* (2020), os quais constataram que a escarificação manual do tegumento das sementes de *P. dubium* com lixa resultaram nos maiores percentuais de germinação.

Sementes firmes somente foram observadas nos tratamentos sem escarificação (Tabela 3), sendo que nos tempos de 1, 3 e 5 segundos, sementes que não apresentaram germinação não permaneceram firmes e foram consideradas mortas. O tempo de escarificação de 1 segundo em lixa 80 apresentou as menores porcentagens de sementes mortas, contrastando com a maior germinação.



Tabela 3 - Porcentagens de germinação (GE), mortas (MO) e firmes (FI) de sementes de *P. dubium* submetidas a quatro tempos de escarificação em duas granulometrias de lixa.

GE (%)		
Tempo (segundos)	Lixa 60	Lixa 80
0 (Testemunha)	54,00Ab*	54,00Ac
1	79,00Ba	90,00Aa
3	64,00Ab	71,00Ab
5	60,00Ab	68,00Ab
Média	64,25	70,75
CV (%)	10,30	
MO (%)		
0 (Testemunha)	22,00Ab	22,00Aab
1	21,00Ab	10,00Bb
3	36,00Aa	29,00Aa
5	40,00Aa	32,00Aa
Média	29,75	23,25
CV (%)	26,95	
FI (%)		
0 (Testemunha)	24,00Aa	24,00Aa
1	0,00Ab	0,00Ab
3	0,00Ab	0,00Ab
5	0,00Ab	0,00Ab
Média	6,00	6,00
CV (%)	72,01	

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: Autorial própria (2022).

Após a obtenção do melhor tempo de escarificação, associado a melhor lixa em cilindro rotativo, fez-se a comparação com outras metodologias já recomendadas, visando verificar a influência qualitativa da nova técnica, em relação às demais. A tabela 4 destaca os resultados de vigor e germinação obtidos nesta comparação, visando a superação da dormência física das sementes de *P. dubium*.

Os maiores valores de IVG foram obtidos no tempo de escarificação com lixa 80 por 1 segundo, obtendo um índice 3,87 maior que o pique, segundo colocado (Tabela 4). Quanto ao TMG e CVG, também foram observados os melhores resultados para o tratamento com uso de lixa 80 durante 1 segundo em cilindro rotativo, sendo obtidos o menor tempo médio de germinação (TMG) e a maior precocidade de germinação (CVG). Estes resultados corroboram com estudos anteriores com a utilização de lixa associada ao cilindro rotativo para a superação da dormência de sementes de outras espécies arbóreas da família Fabaceae (MISSIO *et al.*, 2019; 2020).

A GE das sementes de *P. dubium* foi maior na escarificação mecânica com lixa 80 por 1 segundo, sendo este valor estatisticamente igual ao pique, porém, com 12 pontos percentuais a mais na germinação (Tabela 4). Este valor refletiu no percentual de MO e FI, sendo que os menores valores de MO foi obtido no tempo de 1 segundo em lixa 80. Quanto ao percentual de



FI, apenas o tratamento sem escarificação mostrou valores para esta variável. Informações semelhantes foram obtidas por Moura *et al.* (2021) em sementes de *Sesbania virgata* submetidas a diferentes tratamentos para superação da dormência, obtendo-se o maiores resultados de germinação com a utilização de lixa.

Tabela 4: Índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), coeficiente de velocidade de germinação (CVG), porcentagens de germinação (GE), mortas (MO) e firmes (FI) de sementes de *P. dubium* submetidas à comparação entre diferentes métodos de escarificação.

Tratamento	IVG	TMG	CVG	GE (%)	MO (%)	FI (%)
Testemunha	4,05b*	3,91a	0,25c	54,00b	22,00b	24,00a
Lixa 80 1 segundo	10,78a	2,43c	0,41a	90,00a	10,00b	0,00b
Ácido Sulfúrico 5 minutos ⁽¹⁾	4,83b	3,21b	0,32bc	52,00b	48,00a	0,00b
Pique ⁽²⁾	6,91b	2,62bc	0,38ab	78,00a	22,00b	0,00b
Média	6,51	3,04	0,34	68,50	25,50	6,00
CV (%)	27,51	10,56	10,39	12,50	34,19	72,01

Legenda: *Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância; ⁽¹⁾Bianchetti e Ramos (1981); ⁽²⁾Brasil (2013).

Fonte: Autoria própria (2022).

Os resultados obtidos para as variáveis de vigor e germinação expressos na tabela 4, mostraram a eficiência da associação entre lixa 80 e cilindro rotativo para o tempo de 1 segundo de escarificação das sementes de *P. dubium*. A metodologia mostrou-se eficaz para a superação da dormência tegumentar das sementes, permitindo o rompimento da barreira física e, possibilitando a entrada de água para o início do processo de germinação. A abrasividade da lixa sobre o tegumento das sementes favoreceu o processo de germinação, aumentando o IVG, diminuindo o TMG e resultando em GE satisfatórias, superando as outras metodologias indicadas na bibliografia (Tabela 4). Em sementes de *Schizolobium amazonicum*, Carvalho *et al.* (2019) também obtiveram os melhores resultados de IVG e GE em sementes que foram escarificadas com lixa. Outros estudos com sementes de diferentes espécies florestais, envolvendo o uso de cilindro rotativo e lixa também mostraram resultados de vigor e germinação de sementes superiores a outras técnicas recomendadas na literatura (SALDANHA *et al.*, 2017; MISSIO *et al.*, 2018).

Neste sentido, as informações obtidas neste trabalho podem ser recomendadas como metodologia para a superação da dormência tegumentar de sementes de *P. dubium* em laboratório, além da possibilidade de serem adaptadas para condições de viveiro devido à sua simplicidade e rapidez na execução.



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas informações obtidas neste estudo, pode-se concluir que a escarificação mecânica das sementes de *P. dubium* em cilindro rotativo com lixa 80, pelo tempo de 1 segundo, é eficiente na superação da dormência tegumentar, expressando as maiores médias de vigor e germinação.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, F. I. dos S. *et al.* Eficiência de diferentes métodos para superação da dormência em sementes de *Dimorphandra mollis*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 41, n. 1, p. 1-6, 2021. Disponível em: <<https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/1953>>. Acessado em jan., 2023.

BIANCHETTI, A.; RAMOS, A. Quebra de dormência de sementes de canafístula *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taubert. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 3, p. 77-86. 1981.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília: SNDA/CGAL, 2013. p. 97

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: Ciência, tecnologia e produção. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. p. 588

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica. Colombo, PR: EMBRAPA Florestas, v. 1, 2003. p. 1039

CARVALHO, M. B. F. *et al.* Métodos de superação de dormência da *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 2, n. 1, p. 490-500, 2019. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJAER/article/view/1436>>. Acessado em set., 2021.

DUTRA, T. R. *et al.* Superação da dormência e substratos alternativos com serragem na germinação e crescimento inicial de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 13, n. 2, p. 113-120, 2017. Disponível em: <<http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/viewFile/814/pdf>>. Acessado em jan., 2023.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 323

FERREIRA, D. F.; SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. Disponível em: <<http://www.biometria.ufba.br/index.php/BBJ/article/view/450>.<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2018B/AGRAR/a%20combinacao.pdf>>. Acessado abr., 2022.



LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. p. 368

LUCAS, R. R. *et al.* Germinação de sementes de *Myrsine coriacea* (*Primulaceae*) submetidas a diferentes tratamentos para superação da dormência. **Iheringia**, v. 73, n. 2, p. 108-113, 2018. Disponível em: <<https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/566>>. Acessado em set., 2022.

MISSIO, E. L. *et al.* A combinação entre a escarificação mecânica e térmica é eficiente para a superação da dormência das sementes de *Lithraea molleoides*. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 28, p. 11-21, 2018. Disponível em: <<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2018B/AGRAR/a%20combinacao.pdf>>. Acessado em abr., 2022.

MISSIO, E. L. *et al.* Superação da dormência de sementes de *Senna multijuga* (Rich.) H. S. Irwin e Barneby com o uso de lixa em cilindro rotativo. **Enciclopédia Biosfera**, v. 16, n. 30, p. 593-602, 2019. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2019b/superacao.pdf>>. Acessado em out., 2022.

MISSIO, E. L. *et al.* A escarificação mecânica com lixa é eficaz na superação da dormência de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr. **Enciclopédia Biosfera**, v. 17, n. 33, p. 01-12, 2020a. Disponível em: <<https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/667>>. Acessado em abr., 2022.

MISSIO, E. L. *et al.* ESCARIFICAÇÃO MECÂNICA COM LIXA EM SEMENTES DE *Senna macranthera* (Dc. Ex Collad.) H.S. Irwin e Barneby. **Enciclopédia Biosfera**, v. 17, n. 34, p. 594-603, 2020b. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2020D/escarificacao.pdf>>. Acessado em out., 2022.

MOURA, D. P. de. *et al.* Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Sesbania virgata* cav. pers após o armazenamento. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. 1-15, 2021. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14252>>. Acessado em out., 2022.

MULLER, E. M. *et al.* Anatomia e fisiologia de sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. submetidas armazenamento. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 3, p. 644-657, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-50982020000300644&script=sci_arttext>. Acessado em out., 2022.

OLIVEIRA, L. M. de; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, M. L. M. de. Avaliação de métodos para quebra da dormência e para a desinfestação de sementes de canafistula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert). *Revista Árvore*, v. 27, n. 5, p. 597-603, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622003000500001>. Acessado em jan, 2023.

OLIVEIRA, O. S. **Tecnologia de sementes florestais**. Curitiba: UFPR, 2012. p. 404

SALDANHA, C. W. *et al.* Escarificação mecânica e química na germinação de sementes de *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Enciclopédia Biosfera**, v. 14, n 25, p. 519-529, 2017. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2017a/agrар/escarificacao%20mecanica.pdf>>. Acessado em abr., 2022.

CAPÍTULO 14

DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS FOCOS DE QUEIMADAS NO ESTADO DO PIAUÍ

Francisco de Assis Gomes Junior
Elisa Bandeira Pereira
Bruno Laecio da Silva Pereira
José da Silva Cerqueira Neto
Marlei Rosa dos Santos
Clarice Souza Moura
Fabício Custódio de Moura Gonçalves

RESUMO

Ao longo dos anos a incidência indiscriminada de incêndios tem causado impactos extremamente nocivos à biodiversidade. Esses impactos têm se intensificado em regiões que apresentam altas temperaturas do ar, baixa umidade relativa e baixos índices pluviométricos. Esse trabalho teve como objetivo avaliar a distribuição espaço-temporal dos focos de queimadas no estado do Piauí entre o período de 1999 a 2020, bem como relacionar sua ocorrência com alterações na pluviosidade, temperatura e umidade relativa. Para tanto, foram utilizadas imagens do acervo do projeto Mapbiomas referente ao período de 1999 a 2020, derivadas dos satélites LANDSAT 5, 7 e 8, cuja resolução espacial é de 30m (30mx30m). Os dados climatológicos utilizados na pesquisa foram obtidos através da plataforma BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa, gerenciada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Utilizou-se dados mensais de precipitação, temperatura média condensada e umidade relativa de 13 estações meteorológicas convencionais gerenciadas pelo INMET no estado do Piauí, incluindo Bom Jesus do Piauí, Caldeirão, Caracol, Esperantina, Floriano, Luzilândia (Lagoinha do Piauí), Parnaíba, Paulistana, Picos, Piripiri, São João do Piauí, Teresina e Vale do Gurgueia (Cristino Castro). Dos resultados, verifica-se que a precipitação pluviométrica possui papel importante na distribuição dos focos de calor no estado do Piauí, mas não é a única variável que pode impactar a sua ocorrência. Outras informações como a umidade, temperatura, uso e forma de ocupação do solo pela agricultura também devem ser consideradas. Conclui-se que, a precipitação pluviométrica, temperatura, umidade relativa, uso e ocupação do solo associado ao tipo de agricultura são agentes importantes na distribuição dos focos de calor no estado do Piauí.

PALAVRAS-CHAVE: Desmatamento. Mapbiomas. Climatologia.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o líder entre os países da América do Sul em queimadas, sendo que esse fenômeno se concentra nas regiões, respectivamente, Centro-Oeste, Norte e Nordeste (INPE, 2014). As ações humanas são as principais causadoras das queimadas, pois o uso indiscriminado dessa prática é responsável por provocar incêndios descontrolados (EMBRAPA, 2010). Nas últimas décadas, o uso do fogo recorrente ocasiona susceptibilidade das florestas tropicais e impactos negativos a biodiversidade (SILVEIRA *et al.*, 2016), além da domesticação e transformação de alguns ecossistemas naturais (PAUSAS; KEELEY, 2009).

Os efeitos prejudiciais das queimadas na biodiversidade, na precipitação, na dinâmica da circulação atmosférica, na saúde humana, na estrutura da floresta, na biomassa e no estoque de carbono tem sido reconhecido na literatura (FONSECA *et al.*, 2015). Além disso, a queima



de biomassa é uma fonte considerável de poluição atmosférica, que inclui o dióxido de carbono, o maior responsável pelo efeito estufa (VEDOVATO *et al.*, 2015).

Mediante essa perspectiva, Santos *et al.* (2011) afirmam que as geotecnologias surgem como um importante recurso de subsídio na identificação das queimadas permitindo localizar, quantificar e fazer estudos de análises espaço - temporais das áreas onde ocorrem incêndios. Nesse sentido, uma ferramenta importante para essa identificação é o Sensoriamento Remoto que permite cruzar informações georreferenciadas e saber a quantidade e a localização dos focos de calor (TOMZHINSKI *et al.*, 2011).

Desde 1980 o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) vem aperfeiçoando um sistema que utiliza imagens de sensores de satélites polares e geoestacionários para a detecção de queimadas (GONTIJO *et al.*, 2011), um dos objetivos é descrever a distribuição espacial de fragmentos florestais (PIROVANI *et al.*, 2014), buscando desenhar melhores estratégias de conservação fundamentadas em evidências científicas. Os dados sobre o uso do solo a partir de sistemas de informações geográficas estão cada vez mais disponíveis e também podem ser derivados de dados de sensoriamento remoto (STOJANOVA *et al.*, 2012), assim como os focos de queimadas cujos estudos mais complexos sobre a distribuição espaço - temporal necessitam do conhecimento da atividade antrópica e da cobertura do solo na área de ocorrência das queimadas (MATAVELI; CHAVES, 2014).

Por meio da análise dos focos de queimadas e seus impactos é possível fornecer informações para obtenção de políticas públicas com o objetivo de reduzir os prejuízos causados. Ainda são poucas as publicações que são direcionadas à temática do clima e seus efeitos em eventos de queimadas na região, dentre estas podem-se mencionar os estudos recentes de Silva *et al.* (2017) que avaliaram os impactos da seca no Maranhão durante o período compreendido de 2010 - 2016 e Aragão *et al.* (2018) que avaliaram a contribuição das emissões de dióxido de carbono decorrentes de focos de queimadas para toda a área da Amazônia legal.

Nesse sentido, a presente pesquisa tem como objetivo avaliar a distribuição espaço-temporal dos focos de queimadas em regiões estratégicas do estado do Piauí no período de duas décadas, compreendido de 1999 a 2020, bem como relacionar sua ocorrência com alterações na pluviosidade, temperatura e umidade relativa.



2. METODOLOGIA

2.1 Aquisição de imagem e operacionalização na plataforma MAPBIOMAS

Foram utilizadas imagens do acervo do projeto Mapbiomas referente ao período de 1999 a 2020, derivadas dos satélites LANDSAT 5, 7 e 8, cuja resolução espacial é de 30m (30x30). 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).

Os dados climatológicos utilizados na pesquisa foram obtidos através da plataforma BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa, gerenciada pelo Instituto Nacional de Meteorologia. Foram utilizados dados mensais de precipitação, temperatura média condensada e umidade relativa de 13 estações meteorológicas convencionais gerenciadas pelo INMET no estado do Piauí, sendo Bom Jesus do Piauí, Caldeirão, Caracol, Esperantina, Floriano, Luzilândia (Lagoinha do Piauí), Parnaíba, Paulistana, Picos, Piripiri, São João do Piauí, Teresina e Vale do Gurgueia (Cristino Castro). Após a coleta dos dados foi realizada uma filtragem, onde o critério de utilização foi a quantidade de observações para cada localidade. A partir desse foram processados os dados do período de 1999 - 2020 (20 anos de observações).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na perspectiva de realizar a análise espaço - temporal das ocorrências de queimadas no estado do Piauí, no período compreendido entre os anos de 1999 a 2019, e no intuito de quantificar e qualificar as informações obtidas dentro do contexto progressivo e/ou regressivo, os dados de ocorrências foram processados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), atrelado a um banco de dados estruturado na presente pesquisa.

Tabela 1: Distribuição das queimadas pela ação antrópica no estado do Piauí, no período compreendido de 2009 a 2019.

Classe	Foco de queimadas (Km ²)					
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Antrópico	125273,10	129955,80	132720,50	147180,40	149467,40	151566,70
Uso Natural	496398,00	498925,90	501198,80	523450,50	531837,70	570835,70

Classe	2015	2016	2017	2018	2019
Antrópico	154389,80	164722,40	167389,00	174931,90	185309,70
Uso Natural	586417,60	634853,60	664360,70	731652,60	884703,20

Fonte: Autoria própria (2021).

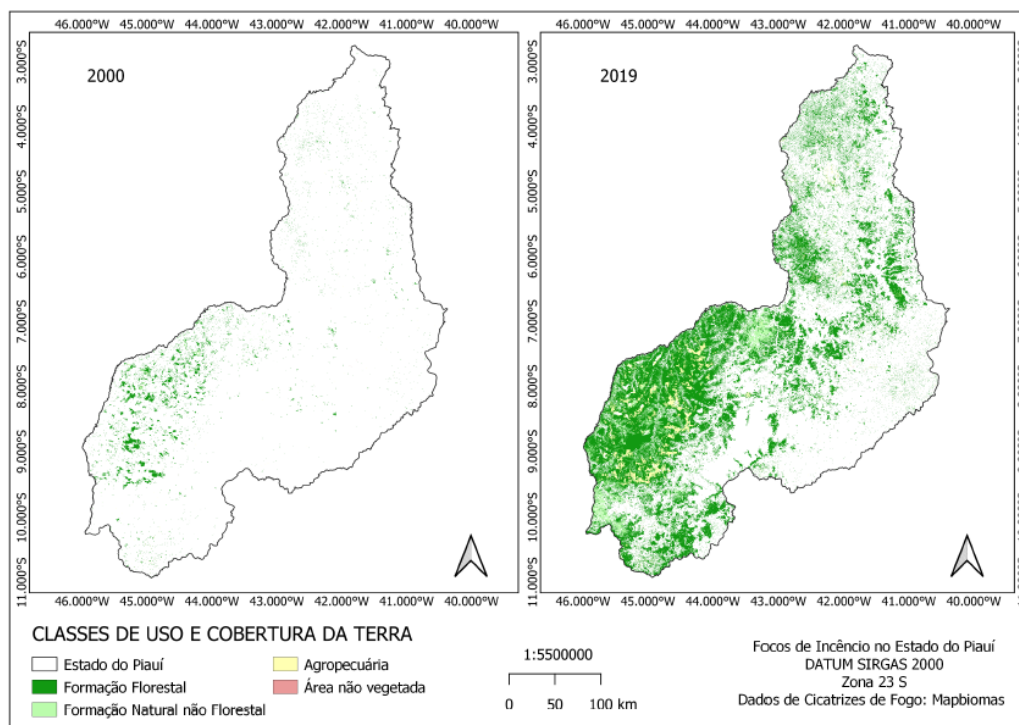
No período compreendido de 2009 a 2019 é evidente que a distribuição das queimadas no estado do Piauí tem relação direta com ação humana e aumento no decorrer dos anos.



Interessante esse aumento acontece também de forma natural ao longo dos anos (Tabela 1). A incidência de focos de calor em grandes períodos de estiagem aumenta quase 84% em comparação com anos em condições de seca menores, isso devido à suscetibilidade que a vegetação possui em ser queimada, podendo ser intensificada por ação antrópica (VASCONCELOS *et al.*, 2015).

Com base na Figura 1 é possível observar que a severidade das queimadas possibilita entender diretamente os efeitos da perturbação, principalmente sobre a sobrevivência e a estrutura da vegetação dominante. A imagem no mapa do ano 2000 corresponde aos focos de incêndio ocorrido no mesmo ano, já em 2019, têm-se os dados de incêndio acumulado no intervalo de tempo apresentado (2000-2019), sendo apresentada a ocorrência dos focos de incêndio nas classes de uso e ocupação de acordo com a classificação do Mapbiomas (Formação Florestal, Formação Natural não Florestal, Agropecuária e Área Não vegetada). Mediante as evidências na literatura, observa-se que as ocorrências de queimadas, provavelmente são oriundas de ações antrópicas como a limpeza de áreas para prática agrícola, e às margens da rodovia que podem ser provindos do tráfego, lançamento de resíduos e faíscas causadas pelo atrito dos pneus em período de seca na região (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Figura 1: Análise temporal e espacial dos focos de incêndio no estado do Piauí, no período compreendido de 2000 a 2019.



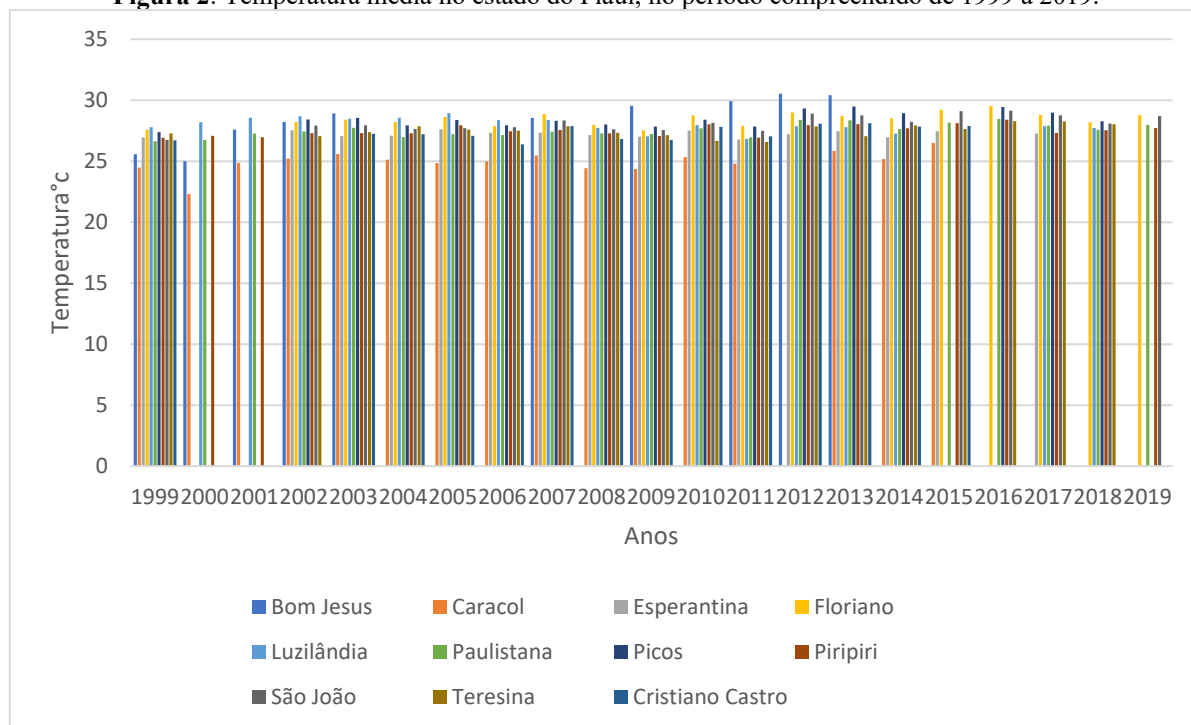
Fonte: Autoria própria (2021).

Ao comparar os dados de focos de incêndios com os dados obtidos através da análise dos anos, é possível verificar a enorme diferença sofrida na vegetação durante o período



estudado (Figura 1). Este fato é justificado pelo registro de elevadas temperaturas no estado do Piauí (Figuras 2). Na região Nordeste do Brasil, Melo *et al.* (2020) verificaram aumento no número de focos de calor nos meses de setembro e outubro, os quais concentram os períodos mais quentes do ano, para região, acrescentam ainda que nesse período aconteceu aumento no número de ocorrências de focos de calor.

Figura 2: Temperatura média no estado do Piauí, no período compreendido de 1999 a 2019.



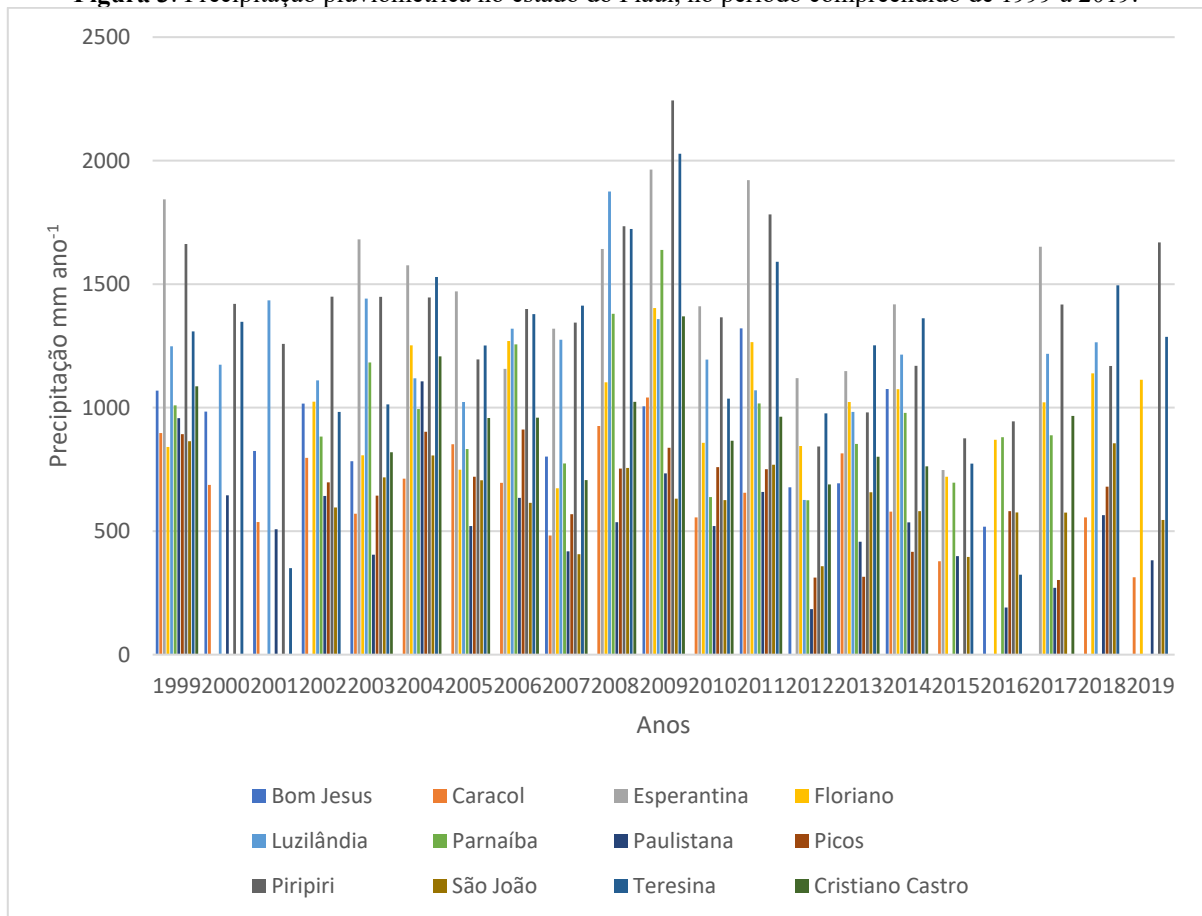
Fonte: Autoria própria (2021).

Além disso, a influência de sua tropicalidade, aliado à irregularidade temporal e espacial das chuvas no semiárido brasileiro e área de entorno, tende a ser um potencializador para o aumento dos incêndios florestais/queimadas, e que são quantificados como focos de calor pelos sensores remotos (Figuras 1, 2 e 3).

O regime pluviométrico do semiárido é grande a variação que se manifesta ao longo do período chuvoso e de acordo com a região em estudo, bem como nos totais anuais das chuvas entre diferentes anos em uma mesma localidade, sendo que a estação chuvosa tem duração de três a cinco meses e o período seco é de sete a nove meses (Figura 3).



Figura 3: Precipitação pluviométrica no estado do Piauí, no período compreendido de 1999 a 2019.

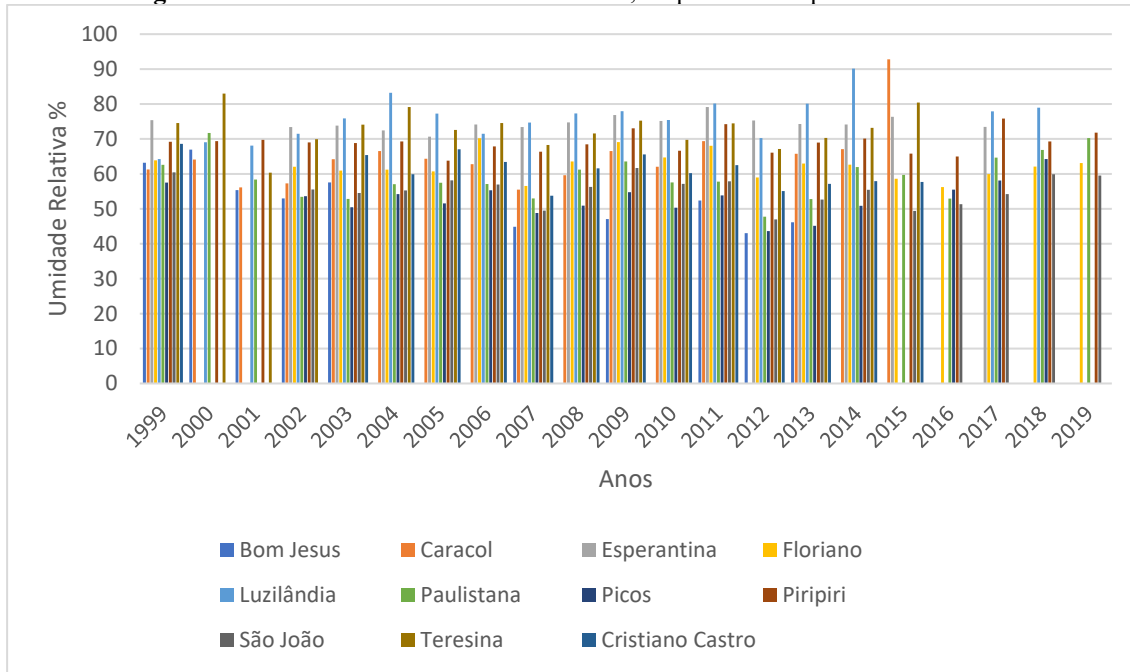


Fonte: Autoria própria (2021).

Além disso, os fenômenos climáticos podem influenciar os focos de calor quando ocorrem em intensidade forte, sendo a sazonalidade das chuvas um dos fatores associado à ocorrência dos focos de calor, de forma que as chuvas que ocorreram no período seco não foram suficientes para controlá-los, pois as condições mais secas deste período favorecem o uso do fogo como forma de manejo do solo (VASCONCELOS *et al.*, 2015; PEREIRA; SILVA, 2016; ARAÚJO *et al.*, 2020).



Figura 4: Umidade relativa no estado do Piauí, no período compreendido de 1999 a 2019.



Fonte: Autoria própria (2021).

Em estudo realizado numa porção do Nordeste do Cerrado, incluindo parte dos estados do Maranhão, Tocantins e Piauí concluíram que as áreas do bioma Cerrado, as últimas décadas de uso e ocupação irracional do espaço natural e a crescente expansão da fronteira agrícola, provocaram o agravamento das queimadas com a elevação do poder de destruição e ampliação (RAMOS *et al.*, 2015), como registrado no presente estudo (Figura 1). Para Campos *et al.* (2005) o fogo altera a temperatura e a amplitude térmica do solo, expondo sua superfície por meio da destruição da cobertura vegetal, acelerando o escoamento superficial da água, contribuindo para o surgimento de processos erosivos.

No geral, a análise espacial empreendida na presente pesquisa possibilita a realização de importantes interpretações que permeiam o espaço geográfico, sendo possível configurar os cenários das ocorrências dos focos de calor no estado do Piauí, podendo assim subsidiar, conforme os dados apresentados, a tomada correta de decisões por parte dos órgãos ambientais competentes, tanto a nível municipal, quanto estadual (Figuras 1, 2, 3 e 4).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A precipitação pluviométrica, temperatura, umidade relativa, uso e ocupação do solo associado a atividade agrícola são agentes importantes na distribuição dos focos de calor no estado do Piauí.



A detecção de focos de queimadas por meio do sensoriamento remoto representa uma forma viável de monitoramento para o estado do Piauí, independente da diversidade de cobertura vegetal e extensão territorial.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, L. E. O. C. *et al.* 21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions. **Nature Communications**, v. 9, p. 536, 2018. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41467-017-02771-y>>. Acesso em: 07 de mai. 2021.

ARAÚJO, L. O. *et al.* Ação antrópica na incidência dos focos de calor na Microrregião de Paragominas, Estado do Pará, Norte do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v.7, n.17, p. 1153–1164, 2020. Disponível em: <<http://revista.ecogestaobrasil.net/v7n17/v07n17a08.pdf>>. Acesso em: 07 de mai. 2021.

CAMPOS, J. B. *et al.* **Unidades de conservação: Ações para valorização da biodiversidade**. Curitiba: IAP, 2005. Xp. Acesso em: 07 de fev. 2023.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária. **Alternativas para a Prática das Queimadas na Agricultura**. 2010. Xp. Disponível em: <http://www.queimadas.cnpm.embrapa.br/qmd_2000/index.htm>. Acesso em: 07 de mai. 2021.

FONSECA, M. G. *et al.* “Avaliação preliminar da modelagem de queimadas na Amazônia brasileira utilizando o princípio da Máxima Entropia”. In: Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR. Anais... Joao Pessoa – PB, 2015. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/290379430>>. Acesso em: 07 de fev. 2023.

GONTIJO, G. A. *et al.* Detecção de queimadas e validação de focos de calor utilizando produtos de Sensoriamento Remoto. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15. (SBSR), 2011, Curitiba/PR. Anais... São Jose dos Campos: INPE, 2011. p. 7966-7973. Internet. Disponível em: <<http://mart.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/07.21.14.32/doc/p1587.pdf>>. Acesso em: 07 de mai. 2020.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Queimadas (Monitoramento de Focos)**. 2014. Xp. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/>>. Acesso em: 07 de mai. 2020.

MATAVELI, G. A. V.; CHAVES, M. E. D. Análise da distribuição espacial dos focos de queimada no estado de Minas Gerais entre 2009 e 2012. In: I Simpósio Mineiro de Geografia. Anais... Alfenas-MG: 2014. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/289534110>>. Acesso em: 07 de fev. 2023.

MELO, D. F. *et al.* Análise espaço-temporal de focos de queimadas no Município de Santa Helena de Goiás. **Research, Society and Development**, v. 9, n.7, e858974068-e858974068,



2020. Disponível em:<<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/4068>>. Acesso em: 07 de fev. 2023.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 1.ed. São José dos Campos: INPE, 2001. p. 250

OLIVEIRA, J. P. M.; SHITSUKA, R.; SHITSUKA, D. M. Queimadas e Incêndios: Um Estudo por meio de Cartoons da Web. **Research, Society and Development**, v.8, n.11, p. 1 – 12, 2019. Disponível em:<<https://www.redalyc.org/journal/5606/560662202033/html/>>. Acesso em: 07 de fev. 2023.

PAUSAS, J. G.; KEELEY, J. E. A Burning Story: The Role of Fire in the History of Life. **BioScience**, v.59, n.7, p. 593–601, 2009. Disponível em:<<https://academic.oup.com/bioscience/article/59/7/593/334816?login=false>>. Acesso em: 07 de fev. 2023.

PEREIRA, J. A. V.; SILVA, J. B. Detecção de focos de calor no Estado da Paraíba: um estudo sobre as queimadas. **Revista Geográfica Acadêmica**, v.10, n.1, p. 5–16, 2016. Disponível em:<<https://revista.ufr.br/rga/article/view/3173>>. Acesso em: 07 de fev. 2023.

PIROVANI, D. B. *et al.* Análise espacial de fragmentos florestais na bacia do Rio Itapemirim, ES. **Revista Árvore**, v. 38, n. 2, p. 271-281, 2014. Disponível em:<<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/10536>>. Acesso em: 07 de fev. 2023.

RAMOS, R. C.; CARDOZO, F.S.; SANTOS, P.R. Análise das áreas queimadas na porção nordeste do bioma Cerrado no ano de 2013. **Revista Territorium Terram**, v.3, n.5, p. 2-16, 2015. Disponível em:< https://seer.ufsj.edu.br/territorium_terraam/article/view/1086>. Acesso em: 07 de fev. 2023.

SANTOS, C. A. P. D.; SOUZA, U. B. D.; SILVA, W. L. Quantificação dos focos de calor na Mesorregião do Extremo Oeste Baiano. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15. (SBSR), 2011, Curitiba. Anais. São Jose dos Campos: INPE, 2011. p. 7926- 7933. Internet. Disponível em: <<http://mart.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/07.21.17.15/doc/p1541.pdf> >. Acesso em: 07/05/2020.

SILVA, M. N. *et al.* A seca no Maranhão no período de 2010 a 2016 e seus impactos. **Parc. Estrat. Brasília-DF**, v.22, n.44, p. 119-138, 2017. Disponível em:<https://seer.cgee.org.br/parcerias_estrategicas/article/view/848>. Acesso em: 07 de fev. 2023.

SILVEIRA, J. M. *et al.* A Multi-Taxa Assessment of Biodiversity Change After Single and Recurrent Wildfires in a Brazilian Amazon Forest. **Biotropica**, v.48, p. 170–180, 2016. Disponível em:<<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/btp.12267>>. Acesso em: 07 de fev. 2023.

STOJANOVA, D.; KOBLER, A.; DZERSOKI, S. Estimating the risk of fire outbreaks in natural environment. **Data Min Knowl Discov**. 2012. Disponível em:<<https://link.springer.com/article/10.1007/s10618-011-0213-2>>. Acesso em: 07 de fev. 2023.



TOMZHINSKI, G. W.; COURA, P. H. F.; FERNANDES, M. C. Avaliação da Detecção de Focos de Calor por Sensoriamento Remoto para o Parque Nacional do Itatiaia. **Biodiversidade Brasileira**, n.2, p. 201-211, 2011. Disponível em:<https://queimadas.dgi.inpe.br/~rqueimadas/material3os/2011_Tomzhinski_etal_Avaliacao_deteccao_ICMBIO.pdf>. Acesso em: 07 de fev. 2023.

VASCONCELOS, S. S. *et al.* Suscetibilidade da vegetação ao fogo no sul do Amazonas sob condições meteorológicas atípicas durante a seca de 2005. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.30, n.2, 2015. Disponível em:<<https://www.scielo.br/j/rbmet/a/yVRPYmwBbms3yYxdVxp5jsc/>>. Acesso em: 07 de fev. 2023.

VEDOVATO L. B. *et al.* Detection of burned forests in Amazonia using the normalized burn ratio (NBR) and linear spectral mixture model from Landsat 8 images. **Anais ... XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)**, 2015. Disponível em:<<https://www.researchgate.net/publication/279189037>>. Acesso em: 07 de fev. 2023.

CAPÍTULO 15

EFICÁCIA NO TRATAMENTO DE SARNA OTODÉCICA EM CÃES E GATOS

José Victor Andrade Gouveia
Luiz da Silveira Neto
Katia Denise Saraiva Bresciani

RESUMO

Em média, 30% da casuística relacionada a clínica médica de pequenos animais consiste na ocorrência de dermatopatias. Dentre essa porcentagem é grande a parcela de patologias causadas por ectoparasitos, que além de serem relevantes causadores de doenças também possuem caráter zoonótico. Dessas dermatoses parasitárias, a otite externa ocasionada pelo ácaro *Otodectes cynotis* é importante, porque representa 50 a 80% dos casos, e pode infestar várias espécies de animais. Em cães e gatos caracteriza-se por inflamação, irritação e intenso prurido do conduto auditivo causada pelo ácaro, que se alimenta de fluido teciduais e debris da epiderme. Este cenário é propício para infecções secundárias, como, por exemplo, pela levedura *Malassezia pachidermatis*. A presença é estritamente relacionada ao ambiente. A transmissão daquele ácaro ocorre por contato direto; sendo que o diagnóstico pode ser realizado pela coleta de cerúmen para exame por microscopia. O tratamento instituído é a administração tópica de acaricida no conduto auditivo afetado, bem como via de *spot-on* ou oral, comprimidos palatáveis e similares, juntamente ou não com medicamentos sistêmicos. Nesta revisão sistemática o intuito foi comparar a eficácia desses e outros possíveis tratamentos disponíveis no mercado contra a infestação do ácaro *O. cynotis*.

PALAVRAS-CHAVE: *Otodectes cynotis*. Ácaros. Acaricidas. Parasitos. Otite.

1. INTRODUÇÃO

O ácaro *Otodectes cynotis* é responsável por grande parte das otites parasitárias, seguido pelos ácaros causadores de sarna, como *Demodex* spp., *Sarcoptes scabiei* e *Notoedris cati*, além do carrapato *Ripicephalus sanguineus*, sendo esses parasitos os mais recorrentes em otites externas parasitárias em cães e gatos (LUZ *et al.*, 2014). A otite externa é definida como uma inflamação no conduto auditivo, podendo acometer também a porção exterior do pavilhão auricular, associada à sinais clínicos que incluem sacudidas de cabeça, prurido, dor, odor e exsudação. Deste modo, a otite é determinada por um conjunto de fatores predisponentes, primários e mantenedores como o clima tropical úmido, falta de higiene, e a presença de parasitas e/ou bactérias (NEVES *et al.*, 2012).

O ciclo biológico deste ácaro se realiza do início ao fim no hospedeiro, principalmente no conduto auditivo, mas pode acontecer na cauda e no pescoço e dura em média três semanas. Este apresenta estágio de ovo que depois de quatro dias de incubação passa para outros quatro estágios, no caso, larva, protoninfa, deutoninfa e adultos, podendo sobreviver no meio-ambiente por 12 dias a depender das condições e temperatura, e pode ser infectante ao hospedeiro no período de três a quatro dias (YANG; HUANG, 2016). A transmissão se dá por contato direto



entre animais e é de contágio rápido e em larga escala. Por sua vez, na vida adulta o parasito é bem ativo e gera grande incomodo ao animal (SOUZA *et al.*, 2006).

O curso clínico da doença é variável e normalmente depende da gravidade da infestação. O ácaro não faz toca na derme, mas se alimenta dos debris da epiderme causando irritação na orelha, o que leva a eritema e prurido (o intenso prurido pode levar a lesões no canal e otohematoma), sendo que pode haver dermatite, bem como, exsudato de cerúmen que se assemelha a cor de café. A infestação também pode ser assintomática, e nem sempre é diretamente proporcional ao aparecimento desses sinais (YANG; HUANG, 2016).

A prevalência de acometimento de *Otodectes* em gatos é de 85% e em cães é de 50%, sendo que em filhotes de três a seis meses o aparecimento é mais comum devido imunidade ainda em desenvolvimento. A infestação se processa no sentido da mãe para seus filhotes, mas pode ocorrer de variadas formas, como camas e outros fômites (TAENZLER *et al.*, 2017).

Para diagnosticar a sarna otodécica normalmente se lança mão da otoscopia pela inspeção direta, com a análise do cerúmen e observação do ácaro se movimentando no conduto. O cerúmen também pode ser coletado e visualizado em microscópio esterioscópico ou em lâmina em microscópio óptico a fim de constatar a presença do ácaro (SOUZA *et al.*, 2006; LUZ *et al.*, 2014).

Já o tratamento desta otoacariase constitui-se da limpeza com solução acidificante do conduto afetado, uso de associações medicamentosas com antibióticos (quinolonas, aminoglicosídeos etc.), antimicóticos (clotrimazol, miconazol etc.), anti-inflamatórios esteroidais (hidrocortisona, betametasona etc.) e antiparasitários: o tiabendazol, fipronil e selamectina. Essa associação pode ser apresentação de um único ou diversos produtos ototópicos; mas muitos antiparasitários vêm sendo aplicados para este uso como: imidacloprida, diazinon, fluralaner, afoxolaner, ivermectina, doramectina, praziquantel, e até agentes não acaricidas, em diferentes posologias, tempo de tratamento e meios de administração (uso oral, tópico e *spot-on*). Estes fármacos normalmente em associação podem ser usados também de forma preventiva por terem um amplo espectro contra outros parasitos (TIELEMANS *et al.*, 2021).

Dado este cenário, no presente trabalho objetivo foi realizar uma revisão sistemática, comparar e demonstrar a eficácia dos presentes e mais utilizados fármacos e associações no mercado atual, contra a infestação de *O. cynotis* em cães e gatos.



2. MATERIAL E MÉTODOS

Esta revisão sistemática consiste em um levantamento bibliográfico realizado no período de novembro a dezembro de 2022, fazendo uso das seguintes ferramentas de busca: PubMed, Google Acadêmico e Scielo. Para isso, a pergunta realizada foi: “Qual acaricida mais eficaz no tratamento de pacientes com Sarna Otodécica?”. Essa pergunta gerou a seguinte estratégia de busca: *Otodectes* AND sarna otodécica AND eficácia.

A partir do conteúdo, foram selecionados 14 artigos científicos que atendiam os critérios de inclusão, sendo 13 ensaios clínicos e uma revisão sistemática de literatura, que tinham como objetivo atestar e/ou comparar a eficácia de algum fármaco no tratamento de infestação de *O. cynotis*, escritos em português, inglês ou espanhol. Os trabalhos selecionados foram publicados entre 2006 e 2021 e classificados de acordo com a escala de qualidade de Jadad *et al.* (1996) (Quadro 1). Nessa escala os estudos são avaliados com escores que estão entre zero e cinco. Os artigos avaliados com pontuação menor que três são considerados de pobre qualidade. Também foi consultada literatura complementar para a elaboração da introdução.

Quadro 1: Artigos organizados em ordem decrescente conforme a escala de Jadad *et al.*, 1996.

Autor	Ano	Escala de Jadad
CARITHERS <i>et al.</i>	2016	4
BEUGNET <i>et al.</i>	2014	4
TAENZLER <i>et al.</i>	2017	4
LUZ <i>et al.</i>	2014	3
TIELEMANS <i>et al.</i>	2021	3
de SOUZA <i>et al.</i>	2006	2
BOSCO <i>et al.</i>	2019	2
TAENZLER <i>et al.</i>	2018	2
ARTHER <i>et al.</i>	2015	2
CAMPOS <i>et al.</i>	2021	1
NUNN-BROOKS <i>et al.</i>	2011	1
BECSKEI <i>et al.</i>	2018	1
NEVES <i>et al.</i>	2012	0

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

3. RESULTADOS

Um total de treze artigos foram avaliados em relação ao estudo e aplicações de diferentes fármacos antiparasitários contra sarna otodécica em cães e gatos (Quadro 2). Nomes comerciais foram mencionados em 11 trabalhos, dentre os quais dois compararam produtos comerciais. Em um artigo foi abordado o uso do óleo essencial de melaleuca como acaricida e foi incluso uma revisão sistemática com descrição do uso de 17 fármacos com diferentes posologias.



Quadro 2: Eficácia dos antiparasitários, em ordem decrescente, utilizados contra sarna otodécica em cães ou gatos.

Autor (ano)	Número de amostras	Fármacos (Nomes comerciais)	Eficácia (%)
de SOUZA <i>et al.</i> (2006)	10	Diazinon + piramicina + neomicina + dexametasona (Natalene®, Virbac)	100
BOSCO <i>et al.</i> (2019)	39	Fluralaner (Bravecto® Plus, MSD)	100
CAMPOS <i>et al.</i> (2021)	20	Sarolaner (Simparic®, Zoetis)	100
NUNN-BROOKS <i>et al.</i> (2011)	82	Selemectina (Revolution®, Zoetis)	100
		Ivermectina (Acarexx®, Boehringer Ingelheim)	100
TAENZLER <i>et al.</i> (2018)	16	Fluralaner + moxidectina (Bravecto® Plus, MSD)	100
TAENZLER <i>et al.</i> (2017)	40	Fluralaner (Bravecto®, MSD)	99,8 - 100
NEVES <i>et al.</i> (2012)*	30	Óleo essencial de <i>M. altemifolia</i>	100
		Tiabendazol	90
CARITHERS <i>et al.</i> (2016)	16	Afoxolaner (NexGard®, Boehringer Ingelheim)	98,5
TIELEMANS <i>et al.</i> (2021)	65	Esafoxolaner + eprinomectina + praziquantel (NexGard® Combo, Boehringer Ingelheim)	97
BEUGNET <i>et al.</i> (2014)	12	Fipronil + metopreno + eprinomectina + praziquantel (Broadline®, Boehringer Ingelheim)	96,1
BECSKEI <i>et al.</i> (2018)	241	Sarolaner (Simparic®, Zoetis)	93,3
		Imidacloprida + moxidectina (Advocate®, Bayer)	66,7
LUZ <i>et al.</i> (2014)*	11	Tiabendazol + neomicina + dexametasona + lidocaína	90
ARTHER <i>et al.</i> (2015)	247	Imidacloprida + moxidectina (Advantage®, Bayer)	71
		Selamectina (Revolution®, Zoetis)	69

* Autores não especificaram os nomes comerciais.

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

A eficácia do tratamento com diazinon associado a anti-inflamatórios em solução otológica foi comparada ao grupo controle de solução placebo. Cada conduto auditivo foi considerado uma unidade experimental e foram tratados com 1 mL da solução otológica, se mostrando eficaz contra a parasitose em cães (SOUZA *et al.*, 2006).

A eficácia do produto Simparic® Zoetis (sarolaner) foi testada, sendo administrado de acordo com peso dos animais, por via oral, em dose única de 2 a 4 mg/kg na apresentação de tablete palatável não demonstrou nenhum efeito adversos nos gatos tratados nas primeiras 48 horas ou 28 dias depois, atingindo 100% de eficácia no segundo dia após o tratamento (CAMPOS *et al.*, 2021). O fármaco fluralaner (Bravecto®, MSD) foi testado quanto à segurança e eficácia em dois estudos paralelos realizados por laboratórios distintos, e a partir do sétimo dia de ambos os estudos conduzidos não foram mais encontrados ácaros vivos de *O. cynotis* em nenhum dos gatos tratados (BOSCO *et al.*, 2019).



Sarolaner (Simparic®, Zoetis) é indicada para uso em cães e de forma tópica, mas teve sua eficácia e segurança avaliada na forma de administração oral em gatos naturalmente infestados. Os animais tratados não apresentaram reações bioquímicas e hematológicas ao medicamento, enquanto a contagem de ácaros nos condutos auditivos teve brusca diminuição nas primeiras horas e chegou a 0 após 48 horas da administração de sarolaner, esse padrão se manteve após 28 dias da dose única administrada, mostrando a eficácia de 100% do medicamento em gatos (CAMPOS *et al.*, 2021).

A selamectina (Revolution®, Zoetis) e a ivermectina (Acarexx®, Boehringer Ingelheim) foram comparadas quanto à eficácia no tratamento de gatos filhotes. A avaliação foi dada de 6h a 72h após o tratamento, e em ambos os grupos foi possível perceber decréscimo na infestação nos ouvidos dos gatos restantes no tratamento, obtendo porcentagem de 0 orelhas infestadas após 72h no grupo tratado com ivermectina e 18% de condutos com ácaros vivos no grupo tratado com selamectina (NUNN-BROOKS *et al.*, 2011).

A eficácia do fármaco fluralaner associado a moxidectina (Bravecto® Plus, MSD) contra a infestação de *O. cynotis* em gatos é averiguada, os animais foram experimentalmente infestados e a dose administrada foi de 40 mg/kg de fluralaner e 2 mg/kg de moxidectina, após o vigésimo oitavo dia da única aplicação tópica do medicamento, os gatos passaram por procedimento lavagem do conduto para contagem de ácaros vivos, a comparação do resultado entre o grupo tratado e o grupo controle mostrou uma eficácia de 100%, e considerável diminuição de cerúmen e debris celulares (TAENZLER *et al.*, 2018).

O fluralaner (Bravecto®, Zoetis) foi testado quanto à sua eficácia e segurança em cães e gatos experimentalmente infestados por *O. cynotis*, os cães foram tratados com dose única de 25 mg/kg via oral ou com aplicação tópica do produto e os gatos receberam dose única tópica de 40 mg/kg, a eficácia foi determinada à partir da contagem de ácaros vivos encontrados no conduto auditivo dos animais após vinte e oito dias do tratamento, comparando o grupo controle com o tratado com fluralaner, não sendo encontrado nenhum ácaro vivo no grupo de gatos tratado topicamente e nos cães tratados tópicamente ou oralmente restaram um e dois indivíduos com contagem positiva, porém houve significativa melhora na exsudação de cerúmen, do prurido e produção de debris (TAENZLER *et al.*, 2017).

A eficácia comparada entre suspensão otológica de ivermectina 0,01% (Acarexx®, Boehringer Ingelheim) e composto comercial Revolution® Zoetis *spot-on* contendo 15 a 45 mg de selamectina, em gatos naturalmente infestados, demonstrou que nas primeiras doze horas



após a administração de ivermectina houve redução significativa de ácaros vivos em relação à selamectina, ambos os produtos se mostraram eficazes e seguros, com efetividade crescente ao longo das horas, mas tal rapidez na ação pode estar relacionada à aplicação de ACarexx® Boehringer Ingelheim direta no conduto (NUNN-BROOKS *et al.*, 2011). A eficácia comparada entre solução a 5% de óleo essencial de melaleuca (*M. alternifolia*) e tiabendazol em loção a 5%, tratados por sete dias consecutivos, constatou eficácia do óleo essencial de melaleuca a partir da primeira aplicação com significativa diminuição da infestação em ambos os condutos, já o tratamento com tiabendazol se mostrou mais eficiente a partir do terceiro dia e se manteve assim até o fim do tratamento (NEVES *et al.*, 2012).

O produto NexGard® Boehringer Ingelheim (afoxalaner) é testado quanto a sua eficácia e segurança em cães tratados na dose de 2,5 mg/kg para uma infestação por *O. cynotis*, demonstrando segurança durante todo o estudo e restando, no dia 28, a média de 0,3 ácaros vivos nos condutos auditivos dos cães do grupo submetido ao tratamento, totalizando uma eficácia de 98,5% (CARITHERS *et al.*, 2016). O composto comercial NexGard® Combo Boehringer Ingelheim (esafoxalaner 1,44 mg/kg + eprinomectin 0,48 mg/kg + praziquantel 10 mg/kg) é avaliado em gatos, a administração do produto é em forma de *spot-on* e dose única, observando-se redução de ácaros vivos no conduto superior a 97%, ao exame otoscópico a diminuição da infestação foi de um quarto dos sinais notados ao dia 0 (TIELEMANS *et al.*, 2021).

A combinação tópica de uma única aplicação de fipronil 8,3% + metopreno 10% + eprinomectin 0,4% + praziquantel 8,3% (Broadline®, Boehringer Ingelheim) foi testada quanto sua eficácia, sendo administrada em dose de 0,3 a 0,9 mL do produto, a depender do peso de cada gato (entre 2,5 kg e 7,5 kg), demonstrou que uma aplicação tópica foi capaz de reduzir os sinais clínicos e a infestação, bem como a transmissão para humanos e outros gatos (BEUGNET *et al.*, 2014).

Sarolaner (Simparic®, Zoetis) teve a eficácia avaliada e comparada com a aplicação tópica de moxidectina + imidacloprida (Advocate®, Bayer), a dose administrada nos cães foi de 2 a 4 mg/kg de sarolaner e 10 mg/kg de imidacloprida + 2,5 mg/kg moxidectina. O Advocate® (Zoetis) foi administrado na forma de *spot-on* no dia 0 e se necessário no dia 30 novamente, enquanto Simparic® Zoetis foi administrado oralmente. Efeitos adversos foram observados em seis animais tratados com Advocate® Bayer e em sete animais tratados com Simparic® Zoetis. A eficácia avaliada do sarolaner não se mostrou inferior ao de moxidectina



+ imidacloprida e em ambos grupos tratados houve significante melhora dos sinais clínicos (BECSKEI *et al.*, 2018).

A segurança e eficácia da associação de tiabendazol, anti-inflamatórios e analgésico foi avaliada na apresentação de solução otológica experimental (tiabendazol 4g , sulfato de neomicina 0,32g; dexametasona 0,10g; cloridrato de lidocaína 1,5g e excipiente q.s.p 100 mL), durante o tratamento de 21 dias foi observado a involução do quadro de otite externa hiperceruminosa, e no dia 7 houve significativa diminuição da infestação por *O. cynotis* em ambos os condutos dos cães tratados (LUZ *et al.*, 2014).

A eficácia de imidacloprida a 10% associado a 2.5% moxidectina em solução tópica foi comparado a um grupo controle tratado com selamectina em cães, que foram tratados com dose de 9,3 a 29,4 mg/kg de imidacloprida e 2,3 a 7,3 mg/kg de moxidectina, a dose de selamectina foi de 8,5 a 42,7 mg/kg. Quatro cães apresentaram efeitos adversos ao uso da associação de imidacloprida 10% + moxidectina 2,5% e dois outros cães do grupo tratado com selamectina, mas ambos se mostraram eficazes contra infestação de *O. cynotis* (ARTHER *et al.*, 2015).

4. DISCUSSÃO

O fármaco fluralaner foi descrito como seguro e apresentou 100% de eficácia na eliminação e na profilaxia de uma reinfecção de *O. cynotis*, assim como promoveu o alívio do prurido e outros sinais da otite clínica, mesmo após 12 semanas do tratamento, sendo um fármaco de rápida ação como todos os outros da classe das isoxasolinas que se mostrou eficaz e seguro para cães e gatos naturalmente infestados (BOSCO *et al.*, 2019). A apresentação comercial Bravecto® Plus (MSD) foi bem tolerada e não apresentou efeitos colaterais em gatos, durante o exame otoscópico nos dias 14 e 28 de tratamento de fluralaner associado a moxidectina não foram visualizados ácaros vivos e a interrupção do ciclo de vida das outras formas de vida, e evidente diminuição de debris e cerúmen comparados ao dia anterior ao início do tratamento (TAENZLER *et al.*, 2018). Enquanto a eficácia do Bravecto® (MSD) foi testada em cães e gatos, que apresentaram a resposta de 99,8% e 100% de redução de ácaros, respectivamente (TAENZLER *et al.*, 2017). Os animais foram submetidos a administração oral ou tópica, e ambos demonstraram melhora no cerúmen e debris após 28 dias de tratamento.

A otocaríase foi tratada com solução otológica experimental composta de tiabendazol, sulfato de neomicina, dexametasona e cloridrato de lidocaína, associação que promoveu diminuição de cerúmen, prurido, eritema, sinais de otalgia e 83% de eficácia contra os ácaros a partir do dia 7. No dia 21 já não foram mais encontrados ácaros vivos no conduto dos animais



tratados com a solução teste, estado que se manteve após 60 dias o início da aplicação no conduto auditivo, demonstrando assim 100% de eficácia no tratamento da otite externa e da otocariase, principalmente após o dia 21, incluindo a redução significativa da presença de ovos de *O. cynotis* (LUZ *et al.*, 2014).

Diazinon é um organofosforado que não é de uso comum contra infestação de *O. cynotis*, mas foi testada em solução otológica composta por piramicina, neomicina, acetato de dexametasona e diazinon, durante o tratamento os animais não sofreram reações diversas à aplicação e não passaram por limpeza dos condutos auditivos, e o composto de diazinon se mostrou 100% eficaz contra a infestação a partir da primeira aplicação em diante até o dia 31 em ambas orelhas, além de tratar da sintomatologia inflamatória com um único composto polivalente (de SOUZA *et al.*, 2006).

Simparic® (Zoetis) teve sua eficácia comparada ao tratamento com Advocate® Bayer, que avaliou os sinais clínicos e infestação por *O. cynotis* nos dias 0, 14, 30 e 60 após a aplicação, e obteve resultados quanto a eficácia do Simparic® em 76,4%, 90,5% e 93,3%, respectivamente, e o grupo tratado com Advocate® Bayer obteve 53,9%, 63,5% e 66,7%, nos respectivos dias do estudo; 10,4% dos cães que receberam sarolaner e 34,6% dos cães tratados com moxidectina + imidacloprida necessitaram de uma segunda dose de tratamento no dia 30 por ainda apresentarem ácaros vivos no conduto e consequente avaliação de sinais clínicos e infestação no dia 60 (BECSKEI *et al.*, 2018).

Afoxolaner é o ativo principal do produto Nexgard® Boehringer Ingelheim, que se mostrou 99,4% eficaz contra infestação de *O. cynotis* em cães após 28 dias do tratamento oral de uma única dose (CARITHERS *et al.*, 2016). NexGard® Combo (Boehringer Ingelheim) é a associação comercial de esafoxolaner, eprinomectina e praziquantel de aplicação *spot-on*, teve sua eficácia testada no tratamento otocariase provocada por *O. cynotis* em gatos obteve eficácia média de 98% após 28 dias de tratamento e nenhum efeito colateral nos animais tratados foi observado durante o estudo, bem como foi descrita a melhora da presença de debris e cerúmen nas orelhas dos gatos tratados logo nos primeiros sete dias de tratamento (TIELEMANS *et al.*, 2021).

A infestação e transmissão por contato de gatos infestados para gatos não infestados é comprovada, bem como a transmissão de mães para filhotes; entretanto Broadline® (Boehringer Ingelheim) se mostrou 96% eficaz contra a transmissão, sendo significativamente capaz de reduzir os sinais clínicos associados a otocariase por *O. cynotis*, mostrando assim alta



atividade acaricida (BEUGNET *et al.*, 2014). Cães tratados com imidacloprida + moxidectina foram comparados com cães tratados com selamectina quanto a quantidade *O. cynotis* vivos em seus canais auditivos, mostrando no dia 28 as eficácias de 71% e 69%, respectivamente, e ao dia 56 o grupo tratado com imidacloprida + moxidectina obteve 82% remoção dos ácaros, enquanto o grupo de selamectina mostrou 74% (ARTHER *et al.*, 2015).

Por fim, a comparação entre acaricida tradicional (tiabendazol) e fitoterápico (óleo essencial de melaleuca) demonstrou uma rápida ação e de alta eficácia do fitoterápico em cães, já que no primeiro dia se observou 90% e 100% no restante do tratamento nas duas orelhas, enquanto no grupo tratado com tiabendazol o percentual de cura esteve em 20% no primeiro dia e atingiu 100% nos demais dias, mas um conduto teve *swab* parasitológico positivo para o ácaro após o tratamento (NEVES *et al.*, 2012).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os medicamentos mais atuais NexGard® e NexGard® Combo, ambos da Boehringer Ingelheim e Bravecto® e Bravecto® Plus, produzidos pela MSD, apresentaram eficácia maior que 98%, além de rápida ação com meia vida prolongada, sendo uma ótima escolha para profilaxia, levando em conta que tem um amplo espectro de ação contra outros ectoparasitas. Logo atrás, o composto Simparic® Zoetis apresentou eficácia ligeiramente menor, mas alta segurança e facilidade de administração, também reduzindo o risco de reinfestações. Diazinon e selamectina apresentaram boa eficácia comparado aos medicamentos novos e de amplo espectro, porém caem em desuso justamente pelo avanço desses novos fármacos.

Os outros compostos testados, apesar de obterem alta eficácia nem todos são comerciais, a solução de óleo essencial de melaleuca se mostrou capaz de mitigar os efeitos da otocariase e diminuir significativamente a infestação de *O. cynotis* de forma inovadora. Outras soluções compostas por medicamentos anti-inflamatórios e analgésicos provam uma rápida melhora da sintomatologia, mas exigem um cuidado maior com higiene do conduto auditivo, devido aderência e viscosidade dessas soluções otológicas.

Portanto, esta pesquisa realizada em 2022, corroborou para o levantamento e atualização do tratamento de sarna otodécica em cães e gatos.



REFERÊNCIAS

ARTHER, R. G. *et al.* Clinical evaluation of the safety and efficacy of 10% imidacloprid+2.5% moxidectin topical solution for the treatment of ear mite (*Otodectes cynotis*) infestations in dogs. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v. 210, mai. 2015 Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25801226>>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2023.

BECSKEI, C.; CUPPENS, O.; MAHABIR, S. Efficacy and safety of sarolaner in the treatment of canine ear mite infestation caused by *Otodectes cynotis*: a non-inferiority study. **Veterinary Dermatology**, Oxford, v. 23, abr. 2018. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29392787>>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2023.

BEUGNET, F. *et al.* Preventive efficacy of a topical combination of fipronil – (S)-methoprene – eprinomectin – praziquantel against ear mite (*Otodectes cynotis*) infestation of cats through a natural infestation model. **Parasite**, Paris, v. 21, ago. 2014. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25148648>>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2023.

BOSCO, A. *et al.* Efficacy of fluralaner spot-on solution for the treatment of *Ctenocephalides felis* and *Otodectes cynotis* mixed infestation in naturally infested cats. **BMC Veterinary Research**, Londres, v. 15, jan. 2019. Disponível em: <<https://bmcvetres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12917-019-1775-2>>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2023.

CAMPOS, R. D. *et al.* Efficacy of oral sarolaner for the treatment of feline otodectic mange. **Pathogens**, Basel, v. 10, mar. 2021. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8001191>>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2023.

CARITHERS, D. *et al.* Assessment of afoxolaner efficacy against *Otodectes cynotis* infestations of dogs. **Parasites and Vectors**, Londres, v. 9, dez. 2016. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27938395>>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2023.

JADAD, A. R. *et al.* Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary? **Controlled Clinical Trials**, Londres, v. 17, fev. 1996. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8721797>>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2023.

LUZ, G. P. *et al.* Avaliação da eficácia da associação de tiabendazol, sulfato de neomicina, dexametasona e cloridrato lidocaína no tratamento da otoacariase. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 12, out/dez 2014. Disponível em: <[doi:10.7213/academica.12.04.AO04](https://doi.org/10.7213/academica.12.04.AO04)>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2023.

NEVES, R. C. S. M. *et al.* Efeito acaricida do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* sobre *Otodectes cynotis*. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, Niterói, v. 19, set./dez. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4322/rbcv.2014.110>>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2023.

NUNN-BROOKS, L. *et al.* Efficacy of a single dose of an otic ivermectin preparation or selamectin for the treatment of *Otodectes cynotis* infestation in naturally infected cats. **Journal**



of **Feline Medicine and Surgery**, Londres, v. 13, ago. 2011. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21536472/>>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2023.

SOUZA, C. P. de. *et al.* Eficácia do diazinon em uma formulação de uso otológico no tratamento da sarna otodéica em cães. **Parasitología Latinoamericana**, Santiago, v. 61, dez. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-77122006000200014&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2023.

TAENZLER, J. *et al.* Efficacy of fluralaner against *Otodectes cynotis* infestations in dogs and cats. **Parasites and Vectors**, Londres, v. 10, jan. 2017. Disponível em: <<https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-016-1954-y>>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2023.

TAENZLER, J. *et al.* Efficacy of fluralaner plus moxidectin (Bravecto® Plus spot-on solution for cats) against *Otodectes cynotis* infestations in cats. **Parasites and Vectors**, Londres, v. 11, nov. 2018. Disponível em: <<https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-018-3167-z>>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2023.

TIELEMANS, E. *et al.* Efficacy of a novel topical combination of esafoxolaner, eprinomectin and praziquantel against ear mite (*Otodectes cynotis*) infestations in cats. **Parasite**, Paris, v. 28, abr. 2021. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8019571/>>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2023.

YANG, C.; HUANG, H. P. Evidence-based veterinary dermatology: a review of published studies of treatments for *Otodectes cynotis* (ear mite) infestation in cats. **Veterinary Dermatology**, Oxford, v. 27, ago. 2016. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27324289/>>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2023.

CAPÍTULO 16

AGRICULTURA DE PRECISÃO E A APLICAÇÃO POR TAXA VARIÁVEL: IMPULSIONADORES DA COMPETITIVIDADE E DESENVOLVIMENTO DO AGRONEGÓCIO

Artthur Tondelli Cazale
Rosiene Cristine Tondelli Cazale

RESUMO

As tecnologias geradas pelo uso da Agricultura de Precisão (AP) têm por objetivo detectar, monitorar e manejar a variabilidade espacial e temporal dos sistemas de produção do agronegócio, buscando a otimização desses sistemas. Dessa forma também podem contribuir para racionalizar a produção agropecuária e florestal, reduzindo as perdas e o impacto ambiental, aumentando a renda dos produtores rurais, e contribuindo ainda com os sistemas de rastreamento. Nos países em desenvolvimento, altas taxas de crescimento econômico estão associadas à rápida expansão da produção. O Brasil é um grande país agrícola em desenvolvimento, logo, a agricultura passa a ser uma questão importante para o seu total crescimento econômico, e a agricultura constitui uma grande parte do Produto Interno Bruto e das exportações. Desta forma, o aumento da utilização da Agricultura de Precisão e a aplicação por taxa variável podem contribuir com a competitividade do agronegócio nacional.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura de Precisão. Aplicação por Taxa Variável. Agronegócio.

1. INTRODUÇÃO

O cenário atual do agronegócio brasileiro caminha para uma produção competitiva e a agricultura vem desenvolvendo ferramentas e tecnologias para aumentar a produtividade. Com esse objetivo surgiu a Agricultura de Precisão, uma prática que utiliza tecnologias para coletar dados da lavoura e a partir deles realizar o gerenciamento agrícola para resultar em altas produtividades, trazendo benefícios para o agricultor, para os consumidores, para o meio ambiente e a sociedade como um todo, pois faz uso de tecnologias que possibilitam um maior conhecimento do agricultor para com o seu campo de produção, fornecendo maior capacidade para distribuição de insumos, uniformização da produtividade, correção de imprevistos na colheita e em outras fases, o que auxilia na redução de custos e riscos, além de contribuir com a preservação do meio ambiente.

Com as estimativas de crescimento da população mundial, torna-se necessário o aumento da produção de alimentos para suprir a demanda, aliado a um menor impacto ambiental. Toda e qualquer cultura em crescimento requer nutrientes essenciais para seu desenvolvimento, sendo que o solo é o principal fornecedor dos nutrientes necessários ao desenvolvimento dessas culturas, além do ar e da água. Cada vez que é colhido, os nutrientes são extraídos do solo, que foram absorvidos pelas culturas, tornando necessário fertilizar o solo.



A função da fertilização é fornecer nutrientes aos solos para promover o crescimento e o desenvolvimento das culturas, ao mesmo tempo que garante que a produção pode crescer enquanto mantém o nível nutricional do solo. Essa contribuição de nutrientes é essencial para aumentar a produtividade por hectare das lavouras, mas não é a única razão para fertilizar. Um solo fertilizado melhora a eficiência no uso da água, aumenta a resistência a doenças e melhora a qualidade final das lavouras.

O mundo consumiu no ano de 2021, 185 milhões de toneladas de fertilizantes NPK (complexo composto por 60% de Nitrogênio (N), 20% de Fósforo (P) e 20% de Potássio (K)), necessários para o crescimento saudável das plantas, sendo sempre muito utilizado pela indústria agrícola para atender ao suprimento global de alimentos e garantir cultivos saudáveis, os principais consumidores são: China, Índia, EUA, Brasil e Paquistão.

A agricultura de precisão e a aplicação por taxa variável de fertilizantes ATV1- É a técnica de aplicação que varia a dose do insumo aplicado de acordo com a necessidade específica de cada ponto dentro do talhão (ANSEMI, 2012).

O PIB do agronegócio avança no trimestre e acumula alta de 9,81% no primeiro semestre de 2021, o agronegócio tem sido reconhecido como um vetor crucial do crescimento econômico brasileiro. Em 2020, a soma de bens e serviços gerados no agronegócio chegou a R\$ 1,98 trilhão ou 27% do PIB brasileiro. Dentre os segmentos, a maior parcela é do ramo agrícola, que corresponde a 70% desse valor (R\$ 1,38 trilhão), a pecuária corresponde a 30%, ou R\$ 602,3 bilhões.

O valor bruto da produção (VBP) agropecuária alcançou R\$ 1,10 trilhão em 2020, dos quais R\$ 712,4 bilhões na produção agrícola e R\$ 391,3 no segmento pecuário. As estimativas e projeções mais recentes, apontam que o VBP em 2021 deve alcançar R\$ 1,20 trilhão em 2021, dos quais R\$ 792,0 bilhões na produção agrícola e R\$ 406,3 no segmento pecuário, um incremento de 8,6% frente a 2020.

O termo agricultura de precisão engloba o uso de tecnologias atuais para o manejo de solo, insumos e culturas, de modo adequado às variações espaciais e temporais em fatores que afetam a produtividade das mesmas (EMBRAPA, 2020).

De acordo como o estudo de 10/08/20, realizado pela Embrapa, com parceria entre o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, revelou que 84% dos agricultores brasileiros já utilizam ao menos uma tecnologia digital como ferramenta de apoio na produção agrícola.



Para Silvia Massruhá, da Embrapa (SP). Essa transformação para uma agricultura mais conectada vai se refletir diretamente no aumento da produção e da produtividade, com sustentabilidade e competitividade (EMBRAPA, 2020).

2. AS TECNOLOGIAS QUE ENVOLVEM A AGRICULTURA DE PRECISÃO

As tecnologias da Agricultura de Precisão podem estar embarcadas em máquinas agrícolas e sistemas de informação geográfica (GPS), sendo acessíveis para pequenos, médios e grandes produtores. Além disso, elas podem ser utilizadas nos mais diversos cultivos sempre com objetivo de incrementar a produtividade, diminuindo os custos com a produção e o impacto ambiental. As tendências tecnológicas que devem revolucionar o campo são: DRONES, para a coleta de fotos e dados para análise e aplicação de insumos, a tecnologia já é utilizada por 17,5% dos produtores rurais. SOFTWARES E APPS, para o mapeamento de áreas, controle de maquinário, pulverizações, obtenção de dados sobre pragas e sobre o clima, estudo de solo e acompanhamento de ações e preços. SENSORES, para detectar, armazenar e executar ações referentes às condições do solo, de chuva, do clima e de pragas. MAQUINÁRIO AUTÔNOMO, como tratores elétricos e robôs que executam funções como colheita, remoção de ervas e pulverização de defensivos de forma autônoma. A TECNOLOGIA 5G, a rede de internet com maior velocidade e conexão mais segura pode aumentar a conectividade em áreas rurais em 25%.

De acordo com o pesquisador da **Embrapa Instrumentação** (SP) **Lúcio André de Castro Jorge**, o mercado global de drones de 2016 a 2020 foi da ordem de US\$ 32,4 bilhões, especificamente para agricultura. “Nesse período, o aumento no uso de drones na agricultura foi de 172%. A projeção da expansão até 2025 é exponencial”, revela.

Castro Jorge informa que o mercado relativo apenas à fabricação de drones é de 12 bilhões de dólares em negócios, com geração de emprego para mais de 100 mil profissionais no Brasil, sendo 26% só na agricultura, um negócio de US\$ 2 bilhões no País até 2020. Assim, o pesquisador acredita que os preços dos veículos aéreos não tripulados devem se tornar mais acessíveis, com a disponibilização de treinamentos acompanhando a demanda, permitindo a adoção pelos pequenos produtores. Mas há também uma forte expectativa por tecnologias que dependem de inovações em sensores e outros equipamentos e técnicas mais avançados, como inteligência artificial, internet das coisas, automação, robótica, big data, criptografia e blockchain”, destaca o pesquisador.



São soluções com potencial de provocar grande impacto nos sistemas produtivos, em termos de aumento da produtividade, eficiência e redução de custos, qualidade da produção, redução de impacto ambiental e acesso ao mercado. “É a nova agricultura. Existe uma projeção para 2030 indicando que haverá uma intensa revolução no campo e ela já começou”, comenta Francisco Severino, gerente técnico corporativo da Cooperativa dos Plantadores de Cana do Estado de São Paulo (Coplacana). A Cooperativa firmou uma parceria com a Embrapa no fim de 2019 para inovar o modelo de trabalho, melhorando a produtividade e, conseqüentemente, a renda dos produtores, com o uso de tecnologia blockchain e soluções em sensoriamento remoto.

2.1 Como funciona a agricultura de precisão

Agricultura de Precisão, uma prática que utiliza tecnologias para coletar dados da lavoura e a partir deles realizar o gerenciamento agrícola para resultar em altas produtividades.

Utiliza informações exatas, permitem ao agricultor gerenciar seu campo produtivo metro a metro e monitorar com facilidade a sua atividade agrícola, pois auxiliam no manejo do solo e dos insumos, de acordo com as variações de tempo, clima e outros fatores essenciais para uma boa produção. Porém, a técnica não consiste em apenas aplicar tratamentos, metro por metro, ou de local para local, mas levando em conta o fato de que cada pedaço da fazenda tem propriedades diferentes. O sistema permite que tecnologias apliquem insumos no local correto, no momento adequado e nas quantidades necessárias, sem que prejudique o meio ambiente ou o restante da colheita.

Isso porque cada parcela do solo possui diferentes propriedades físicas, químicas e biológicas, ou seja, variabilidade, que determinam o seu potencial produtivo. A partir da interpretação das informações coletadas no solo são gerados mapas de prescrição que indicam as diferentes zonas de manejo e apontam onde o insumo deve ser aplicado, o momento adequado e a quantidade necessária. Tudo isso com precisão e assertividade, evitando desperdícios e maximizando a produtividade da área.

2.2 Técnica de taxa variável

Consiste na análise de dados apurados por meio dos mapas de produtividade, permitindo ao agricultor regular a aplicação de adubos, sementes e corretivos, conforme a necessidade do solo, isso porque cada parcela do solo possui diferentes propriedades físicas, químicas e biológicas, que determinam o seu potencial produtivo. A partir da interpretação das informações coletadas no solo são gerados mapas de prescrição que indicam as diferentes zonas



de manejo e pontam onde o insumo deve ser aplicado, o momento adequado e a quantidade necessária.

Essa é a tecnologia de taxa variável, utilizada tanto no plantio quanto na aplicação de fertilizantes e corretivos. Quanto maior a quantidade de informações mais preciso será o diagnóstico. A análise desses dados possibilita modificar processos e incorporar novas tecnologias para incrementar a eficiência do sistema produtivo.

2.3 Teoria da produção

Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, a produção brasileira de grãos atinge recorde na safra 2021/22 e chega a 271,2 milhões de toneladas, um acréscimo de quase 14,5 milhões de toneladas, quando comparado ao ano de 2021, que a safra foi de 252 milhões de toneladas, onde a produção total do Brasil na safra 2020/21 foi de 137.321,4 mil toneladas de soja, e de 86.998,3 mil toneladas de milho.

Os dados apresentados pela CONAB demonstram uma enorme produção nacional, indicando que para o produtor rural garantir a lucratividade é fundamental conhecer e dominar os custos de produção, converter insumos em produtos, preocupando-se com a relação técnica e tecnológica entre a quantidade física de produtos e de fatores de produção (CONAB, 2022).

Os custos de produção variam de fazenda para fazenda e de talhão para talhão, por este motivo é muito importante o produtor rural conhecer muito bem quais são seus custos fixos (salários, encargos sociais e trabalhistas, impostos e aluguel), variáveis (insumos, fertilizantes, defensivos, maquinários, combustível e reparos) e custo médio da produção (o valor de cada unidade produzida).

Para Vasconcellos e Pinho (2002),

a teoria da produção desempenha dois papéis importantes. O primeiro é servir como base para as análises das relações existentes entre a produção e os custos de produção, pois em uma economia moderna, cuja tecnologia e os processos produtivos evoluem diariamente, o relacionamento entre produção e custos de produção torna-se relevante para a teoria da formação dos preços. Em segundo, para servir de apoio para a análise da demanda da firma, em relação aos fatores de produção que utiliza. A teoria da produção, no desempenho desse segundo papel relativo à análise microeconômica, demonstra que pode constituir-se no alicerce da análise da demanda da firma pelos fatores de produção (VASCONCELLOS; PINHO 2002, p. 118).

Para tanto, a teoria da produção auxilia o produtor a decidir pela combinação mais eficiente dos fatores de produção (insumos ou recursos tecnológicos) necessários para a criação dos bens, isto é, que proporcione os menores custos de produção, com base nas tecnologias existentes. As tecnologias referem-se aos processos de produção, máquinas, equipamentos e



capacidade de processamento de informações. O processo de produção compreende a técnica pela qual um ou mais produtos serão obtidos a partir da utilização de determinadas quantidades de fatores de produção (CARVALHO, 1998).

O nível de produção depende das técnicas de produção utilizada (tecnologia) e dos níveis de uso dos fatores de produção e alocação). Admitindo-se que o produtor utilizará a mais eficiente tecnologia, o problema tornar-se-ia apenas um problema de alocação dos insumos (CARVALHO, 1998).

Toda propriedade rural, por menor que seja, deveria ser considerada como uma empresa rural. A gestão da propriedade rural como uma empresa é um contexto propagado para a maioria dos produtores rurais. Sendo assim, é fundamental avaliar as formas de produção da propriedade. A produção é um processo coordenado que leva em consideração o trabalho e o capital com o objetivo de criar um bem ou serviço para o consumidor final (BAPTISTELA, 2019).

As propriedades rurais necessitam ser profissionalizadas, não pensando em torná-las grandes empresas com grande intensificação tecnológica e produtiva, mas em propriedades conscientes de suas limitações, com entendimento do sistema em que estão inseridos e as possibilidades de melhorias (BAPTISTELA, 2019).

3. O AGRONEGÓCIO BRASILEIRO

O agronegócio está passando por um processo de modernização e especialização que tem culminado em significativo aumento na competitividade. Este processo é induzido pelo crescente nível de exigência dos consumidores em relação à qualidade dos produtos, às políticas de conservação do meio ambiente e aos preços competitivos internacionalmente (AMADO *et al.*, 2006).

Nos últimos 40 anos, a produção agrícola se desenvolveu de tal forma que o Brasil será um grande fornecedor de alimentos do futuro. Hoje a agricultura brasileira está adaptada às regiões tropicais, assim como existe uma legião de produtores rurais conscientes de suas responsabilidades ambientais aliadas à produção de alimentos, essas pessoas compõem o setor produtivo mais moderno do mundo, que vem transformando a economia brasileira.

O agronegócio tem sido reconhecido como um motor crucial do crescimento econômico brasileiro. Em 2020, a soma de bens e serviços gerados pela agroindústria atingiu 1,98 trilhão de reais ou 27 do PIB brasileiro. Entre os segmentos, a maior fatia vai para o setor agropecuário,



que corresponde a 70% deste e a pecuária corresponde a 30%, ou R\$ 602,3 bilhões.

O valor bruto da produção agrícola atingiu R\$ 100 bilhões em 2020, sendo R\$ 712,4 bilhões em na produção agrícola e 391,3 bilhões no segmento pecuário. As estimativas e projeções mais recentes indicam que o VBP em 2021 deverá atingir 2021 R\$ 1,20 trilhão, sendo R\$ 792,0 bilhões na produção e R\$ 406,3 no segmento pecuário -, um aumento de 8,6% em relação a 2020.

Nas últimas cinco décadas, a ciência, a tecnologia e a inovação (CT;I), em conjunto com a disponibilidade de recursos naturais, as políticas públicas, a competência dos agricultores e a organização das cadeias produtivas, tornaram o Brasil um grande protagonista na produção e exportação de produtos agrícolas. Esse desempenho do meio rural contribuiu significativamente para o desenvolvimento econômico, social e ambiental do País. Na safra 2016/2017, o País alcançou seu recorde de produção de grãos e forneceu alimentos para o Brasil e para mais de 150 países em todos os continentes (EMBRAPA, 2018).

Os crescentes índices de produção e produtividade que podem ser observados neste setor vêm sendo influenciados pelos avanços tecnológicos, de manejo e de eficiência dos produtores, nos EUA, a alta taxa de crescimento agrícola na segunda metade do Século XX foi obtida com um sistema baseado na ciência da inovação tecnológica na agricultura.

A importância do agronegócio brasileiro, que coloca o país entre as nações mais competitivas do mundo na produção de commodities agroindustriais, com potencial de expansão, é o resultado de uma combinação de fatores, entre eles investimento em tecnologia (JANK; NASSAR; TACHINARDI, 2005).

Para que o produtor rural tenha competitividade é necessário gerir os seus negócios com maestria, uma vez que é fundamental planejar os investimentos, buscar conhecimentos, conhecer os riscos e dificuldades, assim como conhecer o funcionamento dos mecanismos de comercialização, para que os negócios possam crescer com sustentabilidade.

Em meio à crise sanitária Covid-19, as performances brasileiras se mostraram resilientes e, mais do que isso, prova disso são os diversos recordes atingidos pelo setor em 2020. O PIB da agroindústria, calculado pelo Centro de Estudos em Economia Aplicada em parceria com a Confederação da Pecuária e do Brasil, aumentou 24,3 l no ano passado, atingindo uma parcela considerável de 26,1% do PIB brasileiro.

A pesquisa do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – CEPEA, com base em dados de comércio exterior, mostra que o agronegócio alcançou recorde de receita de



exportação, com crescimento de 10% e 4% em relação a 2019. O bom desempenho do setor também está diretamente ligado às suas exportações. Para entender essa afirmação, é preciso considerar os cenários: o aumento dos preços internacionais das matérias-primas, nas exportações brasileiras, devido ao aumento dos alimentos mundiais, e a forte desvalorização do real frente ao dólar. Esses dois fatores fazem das exportações a “estrada de tijolos amarelos” da produção agrícola, pois seus preços são mais valorizados e seus preços, em dólares, são mais altos. Aliado a isso, foram observadas produções recordes da agricultura brasileira em 2020. As culturas de algodão, soja e milho atingiram 7,4 milhões de toneladas, 124,8 milhões e 102,6 milhões de toneladas respectivamente, graças à combinação de aumento de superfície e ganhos de produtividade. No caso da pecuária, apesar do maior crescimento da produção, o aumento dos preços foi o principal responsável pela expansão da renda das atividades, ela própria pelo forte aumento da demanda externa por Brasileiro.

Os embarques de carne suína aumentaram 39% em 2020 e a proteína bovina aumentou 12%. Entre os parceiros comerciais do agronegócio brasileiro, a China é o principal, sendo o destino de 33,7 do total embarcado, 73 % de soja, 56% de carne suína e 48% de proteína bovina. Em recente publicação do Boletim Focus, o Banco do Brasil estima que o câmbio fique em R\$ 5,30 ao final deste ano, que a economia brasileira deve crescer 4,36%. No campo, dados da Conab houve alta expressiva dos custos de produção, que espremam a margem dos produtores.

Essa questão é mais significativa no caso da pecuária primária, onde se observou um aumento significativo nos custos de produção relacionados à alimentação animal, além da valorização do milho e do farelo de soja. Por outro lado, o consumidor brasileiro, confrontado desde o ano passado com uma alta significativa nos preços dos alimentos.

Um ano após a OMS declarar "pandemia de covid-19", o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE divulgou, em abril deste ano, um aumento acumulado nos preços dos alimentos de 13,9%, maior aumento no índice geral, em 6,1% - acima do limite máximo estabelecido pelo BCB. Dentre os itens que compõem o grupo de alimentação e bebidas, destacam-se os avanços do óleo de soja, do arroz, da batata e do leite UHT.

Em 2020, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, a taxa de desemprego atingiu recorde na série histórica, a renda é um fator importante para garantir ou não alimentação e segurança familiar.

Por exemplo, a última publicação da Pesquisa de Orçamentos 2017-2018 do IBGE mostrou um processo de reversão adquirida observado até 2013, com redução do número de



domicílios em situação de segurança alimentar e nutricional e aumento significativo de domicílios com insegurança alimentar moderada ou grave com base na Escala Brasileira de Insegurança Alimentar. Corroborando, estudo recente mostrou que, durante a pandemia, mais da metade dos domicílios brasileiros consultados enfrentaram situação de insegurança alimentar. Esses contrastes, portanto, evidenciam a importância e a complexidade do setor; chamando a atenção para a necessidade de conciliar os interesses dos produtores, de modo a garantir a manutenção do desempenho do agronegócio, assumindo o seu protagonismo na contribuição para a economia brasileira, em termos de geração de renda e emprego; bem como o de se levar a cabo políticas públicas que capacitem as famílias brasileiras com renda suficiente para garantir segurança alimentar, calibrada conforme a evolução do custo de vida e do grau de desocupação e/ou subemprego. Em termos de programas direcionados a ações mais diretas sobre a segurança alimentar, algumas alternativas têm sido propostas e outras já são implementadas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O grande desafio da agricultura brasileira, no momento, é a necessidade de produzir alimentos para o abastecimento do mercado interno e excedentes para exportação, a um custo competitivo com o praticado pelos principais competidores internacionais. Modificações drásticas no nível de aplicação tecnológica na agricultura, demandam do país atuação eficiente no sentido de incorporação e adaptação de inovações. A tecnologia é imprescindível para a expansão do setor, não apenas para mecanizar a produção e diminuir os custos, mas também para gerar soluções para os problemas que aparecem.

A Agricultura de Precisão é um sistema de gerenciamento agrícola baseado na variação espacial e temporal da unidade produtiva, visando o aumento de retorno econômico, à sustentabilidade e a minimização de efeitos negativos ao ambiente. Possibilitando novas e revolucionárias oportunidades de produção de alimentos de forma eficiente, com o menor impacto ambiental, tendo a modernização e a inovação tecnológica dos processos produtivos papéis importantes neste processo.

Dentro das técnicas utilizadas na Agricultura de Precisão, está a Aplicação por Taxa Variável, que aplica diferentes doses de insumos de acordo com as exigências da área analisada, com o intuito de otimizar e aumentar a produtividade da unidade, portanto, impulsionando a competitividade do agronegócio brasileiro.



REFERÊNCIAS

A TECNOLOGIA PODE IMPULSIONAR O AGRONEGÓCIO NO BRASIL. 2017. Disponível em: <https://www.santandernegocioseempresas.com.br/conhecimento/agronegocios/a-tecnologia-pode-impulsionar-o-agronegocio-no-brasil>. Acessado 15 de novembro de 2022.

AGRONEGÓCIO. 2022. Disponível em: <https://www.sucessonocampo.com.br/a-tecnologia-como-elemento-fundamental-para-impulsionar-os-resultados-do-agronegocio/>. Acessado 16 de novembro de 2022.

AGRONEGÓCIO: COMO A TECNOLOGIA DEVE IMPULSIONAR O SETOR?. 2022. Disponível em: <https://summitagro.estadao.com.br/tendencias-e-tecnologia/agronegocio-como-a-tecnologia-deve-impulsionar-o-setor/>. Acessado 05 de novembro de 2022.

AMADO, T. J. *et al.* Projeto Aquarius-Cotrijal: pólo de agricultura de precisão. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v.91, p. 10, 2006. Disponível em: https://projetoaquarius.agr.br/wp-content/uploads/2021/04/2009_AMADO-et-al.-.pdf. Acessado 10 de novembro de 2022.

ANCEV, T.; WHELAN, B.; MCBRATNEY, A. **Evaluating the benefits from precision agriculture: the economics of meeting traceability requirements and environmental targets.** In: PRECISION agriculture'05. Wageningen: Academic Publishers, 2005. p. 985-992. (Papers presented at the 5th European Conference on Precision Agriculture, Uppsala, Sweden). Disponível em: <https://www.wageningenacademic.com/doi/pdf/10.3920/978-90-8686-549-9?download=true>. Acessado em 13 de novembro de 2022.

ANSEMI. **Adoção da Agricultura de Precisão no Rio Grande do Sul.** 2012. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/40495/000826500.pdf?sequence=1>. Acessado em 17 de novembro de 2022.

AUSTER TECNOLOGIA. **Entenda as tecnologias de taxa variável.** 21 de agosto de 2019, Disponível em: <https://www.austertecnologia.com/single-post/entenda-taxa-variavel>. Acessado em: 13 de novembro de 2022.

BAPTISTELLA, J. L. C. **Conceito de empresa rural: use em sua fazenda e melhore seu negócio.** 2019. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/conceito-de-empresa-rural/>. Acessado em 03 de novembro de 2022.

BARRY, P. J. Where next for agribusiness research and education? An organizational economics perspective. **American Journal of Agricultural Economics**, USA, v. 81, n. 5, p. 1061-1065, 1999. ISSN 0002-9092. Disponível em: <https://www.researchgate.net/journal/American-Journal-of-Agricultural-Economics-1467-8276>. Acessado em 10 de novembro de 2022.

BATALHA, M. O.; BUAINAIN, A. M.; SOUZA FILHO, H. D. Tecnologia de gestão e agricultura familiar. In: BATALHA, M. O.; SOUZA FILHO, H. M. (Org). **Gestão Integrada da Agricultura Familiar.** São Carlos: EdUFSCar, 2005.

BATCHELOR, B. **Precision agriculture: introduction to precision agriculture.** Iowa: Iowa State University, University Extension, 1997.



BERNARDI, A. D. C.; FRAGALLE, E.; INAMASU, R. Inovação tecnológica em Agricultura de precisão. In: **Agricultura de precisão: um novo olhar**. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2012. p. 297-302. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1017372?locale=en>. Acessado em 07 de novembro de 2022.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Vegetal: Soja. 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/legislacao>. Acessado em 05 de novembro de 2022.

BRASIL. **Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior**. Sistema ALICEWeb: Exportações 2010. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/comercio-exterior/estatisticas/>. Acessado em 06 de novembro de 2022.

BUCH, G. Plantio em taxa variável: é uma boa estratégia? **Blog FieldView**. 2020. Disponível em: <https://blog.climatefieldview.com.br/plantio-em-taxa-variavel-e-uma-boa-estrategia>. Acessado 11 de novembro de 2022.

CARVALHO, L. C. P. D. **Teoria da firma: a produção e a firma**. São Paulo: USP, 1998. p. 180.

CONAB. **Produção de grãos atinge recorde na safra 2021/22 e chega a 271,2 milhões de toneladas**. 2022. Disponível em: [https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4744-producao-de-graos-atinge-recorde-na-safra-2021-22-e-chega-a-271-2-milhoes-de-toneladas#:~:text=A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20brasileira%20de%20gr%C3%A3os,Nacional%20de%20Abastecimento%20\(Conab\)](https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4744-producao-de-graos-atinge-recorde-na-safra-2021-22-e-chega-a-271-2-milhoes-de-toneladas#:~:text=A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20brasileira%20de%20gr%C3%A3os,Nacional%20de%20Abastecimento%20(Conab)). Acessado em 13 de novembro de 2022.

DABERKOW, S. G.; MCBRIDE, W. D. Information And The Adoption Of Precision Farming. In: **2001 Annual meeting**, August 5-8, Chicago, IL, 2001, Abstract Chicago, IL 2001. American Agricultural Economics Association (New Name 2008: Agricultural and Applied Economics Association). 2001. Disponível em: <https://ageconsearch.umn.edu/record/20556>. Acessado em 29 de outubro de 2022.

DESEMPREGO **IBGE**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/desemprego.php>. Acessado 08 de novembro de 2022.

EMBRAPA, 2018. **O Futuro da Agricultura Brasileira**, visão 2030. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Vis%C3%A3o+2030+-+o+futuro+da+agricultura+brasileira/2a9a0f27-0ead-991a-8cbf-af8e89d62829?version=1.1>. Acessado em 08 de dezembro de 2022.

EMBRAPA, 2020. **Pesquisa mostra o retrato da agricultura digital brasileira**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/54770717-mostra-o-retrato-da-agricultura-digital-brasileira>. Acessado em 27 de outubro de 2022.

ENGEL, B.; GAULTNEY, L. Environmentally sound agricultural production systems through site-specific farming. St. Joseph: **American Society of Agricultural Engineers**, 1990. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US9306173>. Acessado em: 30 de outubro de 2022.



IMPORTADORES E EXPORTADORES DE FERTILIZANTES EM TODO O MUNDO. 2021. Disponível em: <https://maissoja.com.br/importadores-e-exportadores-de-fertilizantes-em-todo-o-mundo/>. Acessado em 07 de dezembro de 2022.

JANK, M. S.; NASSAR, A. M.; TACHINARDI, M. H. Agronegócio e comércio exterior brasileiro. **Revista USP**, (64), 14-27. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i64p14-27>. Acessado em 27 de outubro de 2022.

MACHADO, G. C. **Pesquisador da área de macroeconomia do Cepea.** Agronegócio: como a tecnologia deve impulsionar o setor?. 2021. Disponível em: <https://summitagro.estadao.com.br/tendencias-e-tecnologia/agronegocio-como-a-tecnologia-deve-impulsionar-o-setor/>. Acessado em 03 de novembro de 2022.

NOTÍCIAS EMBRAPA. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/54770717-mostra-o-retrato-da-agricultura-digital-brasileira>. Acessado 11 de novembro de 2022.

O QUE É AGRICULTURA DE PRECISÃO?. 2022. Disponível em: <https://stara.com.br/noticias/o-que-e-agricultura-de-precisao/>. Acessado 01 de novembro de 2022.

PANORAMA DO AGRO. 2021. Disponível em: <https://cnabrasil.org.br/cna/panorama-do-agro>. Acessado 09 de novembro de 2022.

PANORAMA DO AGRO. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). 2020. Disponível em: <https://cnabrasil.org.br/cna/panorama-do-agro>. Acessado 11 de novembro de 2022.

PESQUISA MOSTRA O RETRATO DA AGRICULTURA DIGITAL BRASILEIRA. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/54770717/pesquisa-mostra-o-retrato-da-agricultura-digital-brasileira> Acessado 17 de novembro de 2022.

PIB DO AGRONEGÓCIO AVANÇA NO TRIMESTRE E ACUMULA ALTA DE 9,81% NO PRIMEIRO SEMESTRE DE 2021. 2021. Disponível em: <https://www.cnabrasil.org.br/publicacoes/pib-do-agronegocio-avanca-no-trimestre-e-acumula-alta-de-9-81-no-primeiro-semester-de-2021>. Acessado 14 de novembro de 2022.

SANTANDER PROGRAMA AVANÇAR. 2017. Disponível em: <https://santandernegocioseempresas.com.br/conhecimento/agronegocios/tendencias-agronegocio-voce-precisa-acompanhar/>. Acessado 16 de novembro de 2022.

SILVA, A. F. M. **Entenda os custos de produção agrícola e esteja no comando de sua fazenda.** 2022. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/custos-de-producao-agricola/>. Acessado em 16 de novembro de 2022.

VASCONCELLOS e PINHO. **Apostila de Economia Geral – Economia Urbana – ECO.** 2002. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/62190079/apostila-de-economia-geral/6>. Acessado de 01 de novembro de 2022.



CAPÍTULO 17

APROVEITAMENTO DA CASCA DE LARANJA UTILIZANDO UM PROTÓTIPO EXPERIMENTAL PARA A EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL PELO MÉTODO DE HIDRODESTILAÇÃO

Débora dos Santos Rodrigues
Itamar Souza Reges

RESUMO

A laranja é um dos frutos mais cultivados, sendo o Brasil o maior produtor. Destaca-se pelo processamento de sucos, mas gera muitos resíduos que podem ser aproveitados como insumos valorizados no mercado. A extração de óleo essencial das cascas de laranja é viável, porque os óleos essenciais têm um valor alto, além de várias aplicações. O objetivo desta pesquisa foi extrair o óleo essencial da casca de laranja por hidrodestilação. O processo de hidrodestilação foi realizado num protótipo experimental. O óleo essencial apresentou um rendimento máximo de 11,4%. O seu índice de refração é de 1,47. A densidade relativa é de 0,843 e solubiliza em solução de etanol com teor acima de 90%.

PALAVRAS CHAVES: hidrodestilação; óleo essencial; casca; laranja.

1. INTRODUÇÃO

Os cítricos são frutos mais populares e amplamente cultivados no mundo. Entre os tipos mais comumente cultivados, as laranjas (*Citrus sinensis*) respondem por mais da metade da produção mundial de citros, além de ocupar posições importantes no mercado mundial (AYALA, 2017; SURI; SINGH, NEMA, 2022). Com 16,7 milhões de toneladas por ano, o Brasil é o maior produtor mundial de laranja (IBGE 2022), dessa quantidade, mais da metade é destinada para processamento de suco (FÁVARO, 2017).

A produção de suco leva à geração de resíduos que representam praticamente 50% do peso do fruto fresco. Este desperdício inclui cascas (50–55%), sementes (20–40%), bagaço e águas residuais (SURI; SINGH; NEMA, 2022). Entretanto, esses resíduos podem ser vistos como matéria-prima valiosa para a fabricação de diversos produtos. Estes subprodutos são constituídos por altos níveis de pectina, celulose, hemicelulose, açúcares solúveis e, em menor grau, os óleos essenciais (SANTIAGO *et al.*, 2020). Nesse contexto, os óleos essenciais cítricos surgem como compostos naturais interessantes com grande potencial, podendo ser usado em várias aplicações, inclusive na conservação dos alimentos (MAHATO *et al.*, 2017).

Os óleos essenciais são compostos aromáticos voláteis, como os terpenos, gerados como metabólitos secundários em várias espécies de plantas, incluindo a laranja. No caso das laranjas, o óleo essencial é produzido pelas células da casca, tendo o d-limoneno como o principal



componente químico. O óleo de laranja pode ser usado para diversas finalidades na indústria de alimentos (MAHATO *et al.*, 2017; GAVAHIAN *et al.*, 2018).

Existem diversos métodos para extrair óleos essenciais, porém a escolha é crucial, pois influencia na composição, qualidade e rendimento do produto. Se as condições de extração não forem as adequadas, isso pode afetar ou danificar as propriedades químicas dos óleos. Sendo assim, o método de extração é considerado importante na produção de um óleo essencial com as características desejadas (MAHMUD; KHAN, 2018).

Desta forma, a hidrodestilação é um dos métodos mais usados para se extrair as frações voláteis de óleo crítico das cascas de frutas cítricas. Essa técnica costuma gerar cerca da metade do óleo existente nos sólidos, evaporando-o ao expor a casca à água fervente. Em seguida, o óleo é separado por decantação. A hidrodestilação é vantajosa por não necessitar de solventes, mas é demorada, consome muita energia e, ademais, muitos compostos voláteis sofrem modificações durante a extração (MAHATO *et al.*, 2017; SIDDIQUI *et al.*, 2022). Desta forma, o objetivo desse estudo foi extrair óleo essencial da casca da laranja através da hidrodestilação e verificar a eficiência do processo de extração e as características do óleo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Preparação da amostra

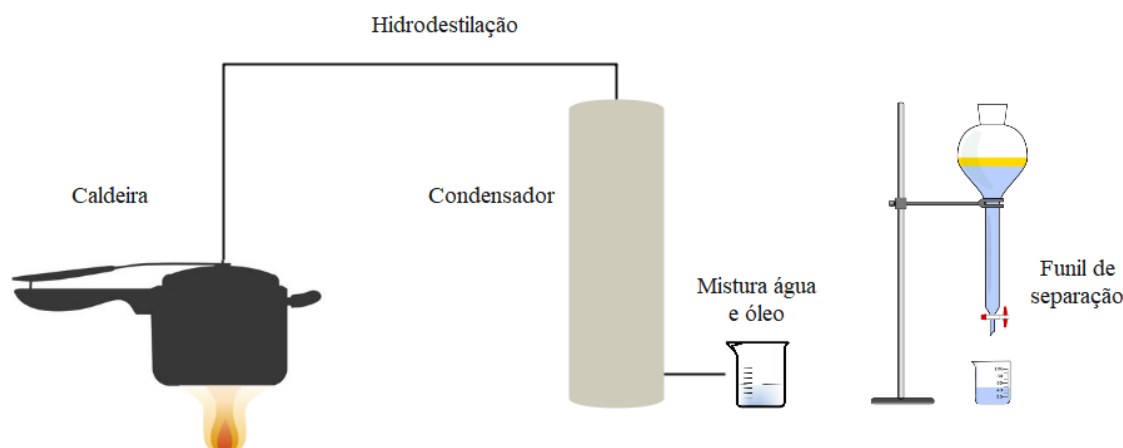
O estudo foi realizado nos laboratórios de Operações Unitárias e no de Frutas e Hortaliças, da Universidade Federal do Tocantins. Os frutos foram adquiridos no mercado local de Palmas, Tocantins. A remoção das cascas das laranja foi realizada com o auxílio um descascador de mão bem afiado. As cascas foram picadas em pedaços menores e deixadas em estufa de ar quente com temperatura de 90 °C por 24 horas. Em seguida, foram trituradas, acondicionadas em sacos de plástico e refrigeradas até a hora da extração do óleo.

2.2 Extração do óleo essencial por hidrodestilação

A configuração da destilação foi organizada conforme mostrado na Figura 1. Consistiu em uma panela de pressão de 4,5 litros (caldeira) conectada no condensador vertical por uma mangueira de PVC, um recipiente de coleta do destilado e fonte de calor. Cerca de 200 gramas de casca de laranja foram pesadas e mergulhadas em 1,5 litros de água, seguiu-se o fechamento da panela e a adição de calor. A extração foi, em média, de 43 minutos da primeira gota de destilado até que a destilação do óleo cessasse. O condensado foi levado para um funil de decantação e separado pela diferença de densidade e imiscibilidade. O óleo foi recolhido em um frasco de vidro e mantido refrigerado até as análises.



Figura 1: Diagrama esquemático da configuração experimental do protótipo.



Fonte: Autores (2022).

2.3 Caracterização do óleo essencial da casca de laranja

Foram analisadas as características do óleo essencial extraído da casca de laranja, a densidade relativa (20 °C/20 °C) e índice de refração, conforme as normas analíticas do Instituto Adolf Lutz (1985); solubilidade em etanol, utilizou-se a metodologia proposta pela Farmacopeia Helvética VII (1990) modificada por Homem, Szabo e Miguel (2015) e o rendimento foi obtido através da relação do volume de óleo obtido pela massa do material vegetal utilizado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As características analisadas no óleo essencial de laranja estão listadas na Tabela 1. Além disso, foram observados atributos físicos do óleo essencial, como a sua aparência de líquido incolor, transparente e sem impurezas perceptíveis, e seu aroma cítrico, parecido com o cheiro da casca da fruta.

Tabela 1: Características analisadas no óleo essencial extraído da casca de laranja.

Densidade Relativa (20 °C/20 °C)	0,843 ± 0,003	
Índice de Refração	1,47 ± 0,01	
Solubilidade em etanol	80 % (v/v)	1:20
	90 % (v/v)	1:6
	100 % (puro)	1:06

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Como pode ser visto na Tabela 1, a densidade relativa do óleo essencial foi de 0,843. A densidade específica é relevante para determinar o peso do óleo essencial. Além disso, é importante para determinar a qualidade e a pureza do óleo essencial. A densidade relativa de óleos essenciais geralmente fica entre 0,696 a 1,88. Todavia, existem alguns óleos que, por



conterem compostos aromáticos oxigenados, apresentam valores superiores a 1 (FAKAYODE; ABOBI, 2018). Outros estudos têm mostrado valores similares para a densidade relativa do óleo essencial de laranja que fica entre 0,843 (EZEJIAFOR *et al.*, 2011) e 0,885 (SADGROVE; JONES, 2015).

O índice de refração do óleo essencial foi de 1,47 (Tabela 1). Esses dados foram também encontrados por Ezejiófor *et al.* (2011), SadGrove e Jones (2015) e Fakayode e Abobi (2018) em 1,474, 1,475-1,482 e 1,47, respectivamente. Essa é uma medida de pureza e qualidade do óleo. Algumas pesquisas classificaram o índice de refração de 1,47 como uma substância líquida pura. Contudo, esse critério físico apenas indica uma avaliação qualitativa da pureza dos óleos essenciais e não revela a porcentagem de pureza.

Em relação à solubilidade do óleo essencial da casca de laranja, conforme os valores apresentados na tabela 01, mostra que quanto maior for a concentração de etanol da solução, maior será a proporção de miscibilidade do óleo. Nessa pesquisa, as melhores taxas foram alcançadas nas concentrações de 90% de etanol (proporção de 1:6) e em etanol puro. Nesse último caso, o óleo foi completamente solúvel com uma única gota da mistura.

Outros pesquisadores também avaliaram a solubilidade de óleos essenciais em diferentes concentrações de etanol. De acordo com Assunção (2015), o óleo essencial de laranja foi solubilizado em etanol a 90% na proporção de 1:5, cujo valor é semelhante ao encontrado neste estudo. A solubilidade do óleo essencial da pimenteira (*M. clavigera*) também foi confirmado por Homem; Szabo e Miguel (2015), os quais usaram diferentes teores de etanol: 70, 80, 90 e 100% (v/v). Os resultados foram os melhores nas soluções de 90% (1:2) e completamente solúvel só com uma gota da concentração pura de etanol.

Em relação ao rendimento do óleo essencial extraído das cascas de laranja pelo método da hidrodestilação os valores estão apresentados na Tabela 2. Os rendimentos do óleo variaram entre 6,33% a 11,4%. Esses dados são relevantes quando comparados a outros estudos, como o de Fakayode e Abobi (2018), que obtiveram um rendimento máximo de 3,24% para 5 gramas de cascas de laranja extraído pelo método Soxhlet. Leão (2015) obteve 1,8% de rendimento máximo com 100g de cascas secas no aparelho *Clevenger* e Giwa *et al.* (2018) que alcançou 3,47% usando hidrodestilação.



Tabela 02: Rendimento (% v/p) do óleo essencial das cascas da laranja, calculados em função da matéria seca.

Massa (g)	Volume de OE obtido (ml)	Rendimento (%)
200,0821	22,0	11,00
200,0365	22,8	11,40
165,7981	10,5	6,33
114,3845	8,5	7,43

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Contudo, verificou-se que o uso de cascas secas e moídas foi importante, pois essa ação de trituração aumentou a área de contato das células oleíferas com a água, facilitando a liberação das moléculas de óleo essencial das cascas e, conseqüentemente, o aumento da quantidade de óleo retirado pelo método da hidrodestilação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O óleo essencial de casca de laranja apresentou os aspectos típicos dos óleos, como um líquido incolor com forte aroma de casca de laranja. Os testes físico-químicos resultaram em rendimento máximo de 11,4%, índice de refração de 1,47, densidade relativa a 20 °C de 0,843 e solubilidade em etanol em concentrações acima de 90%.

REFERÊNCIAS

ASSUNÇÃO, G. V. de. **Caracterização química e avaliação da atividade larvicida frente ao *Aedes aegypti* do óleo essencial da espécie *Citrus sinensis* L. Osbeck (Laranja doce)**. 97 f, 2013, Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Maranhão, São Luis, MA, 2013.

AYALA, J. R. *et al.* Extraction and Characterization of Orange Peel Essential Oil from Mexico and United States of America. **Journal of Essential Oil Bearing Plants**, v. 20, n. 4, p. 897-914, 2017. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201800149157>, acessado em 24/08/2019.

EZEJIOFOR, T. L. N. *et al.* Waste to wealth: Industrial raw materials potential of peels of Nigerian sweet orange (*Citrus sinensis*). **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 33, p. 6257-6264, 2011.

FAKAYODE, O. A.; ABOBI, K. E. Optimization of oil and pectin extraction from orange (*Citrus sinensis*) peels: a response surface approach. **Journal of Analytical Science and Technology**, v. 9, n. 1, p. 20, 2018. Disponível em: <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/94570>, acessado em 20/07/2019.

FÁVARO, C. G. **Influência da área de controle de plantas daninhas na laranjeira "Pera Rio"**. 42 f, 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2016.



GAVAHIAN, M. *et al.* Essential oils as natural preservatives for bakery products: Understanding the mechanisms of action, recent findings, and applications. **Critical reviews in food science and nutrition**, p. 1-12, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30431327/>, acessado em 20/07/2019.

GIWA, S. O. ; MUHAMMAD, M.; GIWA, A. Utilizing orange peels for essential oil production. **J Eng App Sci**, v. 13, n. 1, p. 17-27, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/322592986> , acessado em 25/08/2019.

HOMEM, I. C. M.; SZABO, E. M.; MIGUEL, O. G. Mollinedia clavigera Tul.(*Monimiaceae*) phytochemical screening and leaves', steams'and essential oil's physical–chemical parameters determination. **Visão Acadêmica**, v. 16, n. 1, 2015. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/academica/article/view/41221/26363> , acessado em 20/08/2019.

IBGE, IBGE Indicadores. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola Estatística da Produção Agrícola. **Rio de Janeiro**, 2022.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analítica do Instituto Adolfo Lutz**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, v. 1, 1985.

LEÃO, M. **Análise do óleo essencial da laranja doce *Citrus sinensis* (L.) osbeck obtido das cascas secas e frescas através do método de extração por hidrodestilação Santa Cruz do Sul**. 49 f, 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Bacharelado em Farmácia) - Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2015.

MAHATO, N. *et al.* Citrus essential oils: Extraction, authentication and application in food preservation. **Critical reviews in food science and nutrition**, p. 1-15, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28956626/>, acessado em 19/07/2019.

MAHMUD, J.; KHAN, R. Characterization of Natural Antimicrobials in Food System. **Advances in Microbiology**. v. 8, p. 894-916, 2018. Disponível em: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=88524>, acessado em 20/07/2019.

SADGROVE, N; JONES, G. A contemporary introduction to essential oils: chemistry, bioactivity and prospects for Australian agriculture. **Agriculture**, v. 5, n. 1, p. 48-102, 2015. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0472/5/1/48>, acessado em 20/07/2019.

SANTIAGO, B. *et al.* Identification of environmental aspects of citrus waste valorization into D-limonene from a biorefinery approach. **Biomass and Bioenergy**, v. 143, p. 105844, 2020. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US202100249788>, acessado em 20/05/2020.

SIDDIQUI, S. A. *et al.* Extraction and purification of d-limonene from orange peel wastes: Recent advances. **Industrial Crops and Products**, v. 177, p. 114484, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669021012498?via%3Dihub>, acessado em 20/05/2020.

SURI, S.; SINGH, A.; NEMA, P. K. Current applications of citrus fruit processing waste: A scientific outlook. **Applied Food Research**, p. 100050, 2022. Disponível em:



<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772502222000105>, acessado em 20/07/2022.

CAPÍTULO 18

EFEITO DAS ADUBAÇÕES ORGÂNICA E MINERAL NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE CANA-DE-AÇÚCAR EM AMBIENTE PROTEGIDO

João Victor da Silva Cremm
Luiz Gustavo da Mata Borsuk
Lucas Hiroshi Sugiura
Hugo Zeni Neto
Joseli Cristina da Silva

RESUMO

O experimento foi realizado no Centro Técnico de Irrigação (CTI) da Universidade Estadual de Maringá. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade das mudas em substratos com diferentes dosagens de fertilizantes orgânico e mineral. O experimento foi conduzido em um delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: T1= sem adubação, T2= 100% de adubação mineral, T3= 75% adubação mineral + 25% adubação orgânica, T4= 50% adubação mineral + 50% adubação orgânica, T5= 25% adubação mineral + 75% adubação orgânica e T6= 100% adubação orgânica. Foi avaliado número de brotações, número de folhas e espessura do caule. Os dados foram submetidos ao teste de comparação de média de Tukey ($p=0,05$). O tratamento 1 foi superior os demais tratamentos na maioria das avaliações, mostrando ser o mais indicado.

PALAVRAS-CHAVE: *Saccharum* spp. Nutrição mineral. Adubação orgânica.

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma cultura de suma importância para o cenário mundial, ocupando uma área com mais de 27 milhões de hectares (ha) em mais de 130 países. Os derivados da cana-de-açúcar, como o açúcar, estão entre os dez produtos mais exportados do mundo, com o Brasil liderando a exportação, sendo o segundo maior valor exportado pelo país, exportando um pouco mais de 23 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2017).

A cana-de-açúcar (*Saccharum*, spp.) demonstra a importância econômica e vem destacando-se devido à alta produção de seus subprodutos como etanol, açúcar, melaço e o bagaço (OLIVEIRA *et al.*, 2020). A estimativa da área brasileira cultivada de cana-de-açúcar na safra 2021/22 é de 8317,3 mil hectares, destes o total de área cultivados por mudas foi de 201,6 mil hectares (CONAB, 2022).

Os derivados da cana-de-açúcar, como o açúcar estão entre os dez produtos mais exportados no mundo, do qual o Brasil é o principal exportador, detendo 36% do mercado mundial de açúcar (VIDAL, 2021).

Em plantios comerciais, as plantas de cana-de-açúcar são obtidas a partir da propagação vegetativa, ou seja, por meio de toletes, partes do colmo da planta, são plantados e cultivados.



Ao contrário da maioria das gramíneas cultivadas, a semente da cana-de-açúcar não tem participação efetiva no ciclo de produção da cultura.

O uso de mudas pré brotadas (MPB) é uma tecnologia que vem crescendo, e que propicia vantagens de uniformidade de estande, utilização de menor número de colmo para o plantio e melhor fitossanidade das mudas (CUNHA JUNIOR, 2016).

Para (OLIVEIRA *et al.*, 2020) a produção de mudas saudáveis e vigorosas para se obter variedades altamente produtivas a nutrição mineral adequada é fundamental, para que minimize as perdas e danos sofridos durante o ciclo da cultura.

A cana-de-açúcar possui grande rendimento de produção podendo ultrapassar 100t/ha, o que demanda para isso grande quantidade de nutrientes do solo, sendo que parte destes nutrientes deve ser repostos ao solo para manter os níveis demandado pela cultura e os altos padrões de produtividade, em função disto os custos com a cultura são elevados e formas alternativas de adubação pode ajudar a minimizar o custo, mantendo o rendimento da cultura (CARDOSO *et al.*, 2021).

Devido à escassez de estudos relacionados a adubação de mudas pré-brotadas e ao crescimento da implantação do sistema no Brasil, e à importância que este sistema tem no cenário atual, se faz necessário o estabelecimento de doses adequadas de adubos orgânicos e minerais, para o auxílio na produção do sistema canavieiro. As informações obtidas poderão auxiliar produtores de mudas de cana-de-açúcar na tomada de decisões que garantam melhorias no manejo nutricional de mudas pré-brotadas.

No intuito de reduzir os custos de produção, é comum no setor canavieiro a utilização dos resíduos da indústria como fonte de adubação orgânica. E tendem a complementar a adubação com adubos minerais. Se faz necessário então, um estudo com diferentes porcentagens de aplicação de adubos minerais e orgânicos para que o sistema de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar possa ser conduzido de forma mais sustentável, otimizando recursos.

Este trabalho então teve por objetivo avaliar a respostas de mudas de cana-de-açúcar, variedade RB867515, com número de brotações, espessura do colmo e número de folhas quando conduzidos sobre doses de adubos orgânicos e adubos minerais.



2. MATERIAIS E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em ambiente protegido no Centro Técnico de Irrigação (CTI), órgão vinculado ao Departamento de Agronomia (DAG) da Universidade estadual de Maringá (UEM), localizado na cidade Maringá-PR (coordenadas 23°25'57" S, 51°57'08" W e 542m). O ambiente protegido apresenta cobertura do tipo arco, 30m de comprimento 7m de largura e 3m de pé direito.

O experimento foi realizado no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e seis tratamentos sendo eles compostos por um substrato comercial junto com diferentes doses de fertilizantes mineral e orgânico.

Inicialmente coletou-se toletes de cana-de-açúcar RB867515 do campo experimental destinado ao programa de melhoramento, que fica localizado no CTI, os toletes foram cortados e posteriormente separados de maneira a selecionar os mais homogêneos.

Cada unidade experimental foi composta por uma bandeja de polietileno com uma capacidade de 6,5 litros. Em cada bandeja foram colocados 6 toletes de cana-de-açúcar, os toletes foram cobertos pela mistura de adubação e substrato, realizada para cada tratamento, e em cada tratamento contou com 4 repetições sendo assim foi necessário selecionar 144 toletes de cana-de-açúcar. Para aferir as quantidades necessárias de adubo orgânico e mineral, utilizou-se de uma balança de precisão.

Apenas o tratamento 1 não recebeu nenhuma forma de adubação sendo adicionado apenas substrato em sua bandeja; no caso do tratamento 2 foram pesados e adicionados ao substrato, adubo mineral na dosagem de 100%; para o tratamento 3 foi pesada a adubação mineral para que a mesma tivesse 75% daquela descrita para o tratamento 2 e adicionou-se 25% de adubo orgânico, no tratamento 4 seguiu-se com 50% da adubação mineral do tratamento 2 e 50% de adubo orgânico, no tratamento 5 foi adicionado 25% da adubação mineral do tratamento 2 e 75% de adubo orgânico, para o tratamento 6 foi utilizado 100% de adubação orgânica. O cálculo de adubação se baseou em (XAVIER *et al.*, 2014) e os adubos utilizados foram cama de frango, adubo base e osmocote.

As bandejas foram dispostas de maneira aleatória nas bancadas do ambiente protegido e utilizou-se do sistema de irrigação para fornecer água de maneira adequada para que as mudas emergissem.



As avaliações foram realizadas a cada quinzena; 15, 30, 45 e 60 dias após o plantio das mudas, o número de brotações foi contabilizado apenas nas duas primeiras quinzenas, para a avaliação do diâmetro utilizou-se de um paquímetro digital.

Os dados coletados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) a um nível de significância de 5%, com os pressupostos básicos atendidos, para variáveis que apresentaram diferenças significativas foi realizado o teste de comparação de médias de Tukey ao nível mínimo de probabilidade de 5% através do software Sisvar.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável número de brotações, os dados coletados apresentaram diferença significativa, já para a variável diâmetro os dados coletados na primeira quinzena não diferiram significativamente, todavia, na segunda, terceira e quarta quinzena apresentaram diferença significativa, e para variável número de folha apenas os dados de 60 dias da emergência apresentaram diferença significativa sendo que aqueles coletados anteriormente não apresentaram diferença significativa.

Os resultados para a variável número de brotações dos toletes de cana-de-açúcar dias após o plantio podem ser observados na Tabelas 1.

Tabela 1: Número de brotações dos toletes de cana-de-açúcar, variedade RB867515 dias após o plantio, submetidos a diferentes formas de adubação.

15 DIAS		30 DIAS	
Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias
1	33,33 A	1	83,33 A
2	8,33 AB	2	79,16 A
3	12,49 AB	3	62,49 AB
4	12,49 AB	4	54,16 AB
5	8,33 AB	5	45,83 AB
6	0 B	6	16,66 B

Legenda: T1 (testemunha – sem adubação); T2 (100% adubação Mineral); T3 (75% adubação mineral, 25% orgânica); T4(50% adubação mineral, 50% orgânica); T5 (25% adubação mineral, 75% orgânica); T6 (100% adubação orgânica). Médias seguidas de pelo menos uma letra igual não difere entre si, pelo teste de tukey a 5%.

Fonte: Dados de pesquisa (2022).

Observou-se que o tratamento que não recebeu a adição de fertilizante (tratamento 1) obteve os maiores números de brotações no período de 15 e 30 dias, contudo, apenas diferiu e superou do tratamento 6 na avaliação feita 15 dias após o plantio, na avaliação 30 dias após o plantio o número de brotações do tratamento 1 e 2 não diferiram dos tratamentos 3, 4 e 5



somente se diferiram e superaram do tratamento 6 novamente (Tabela 1). Os resultados para diâmetros dos brotos dias após o plantio podem ser observados na tabela 2.

Tabela 2: Diâmetro do colmo dos brotos de cana-de-açúcar, variedade RB867515 dias após o plantio, submetidos a diferentes formas de adubação.

30 DIAS		45 DIAS		60 DIAS	
Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias	Tratamentos	Médias
1	7,68 A	1	7,75 A	1	11,25 AB
2	5,09 AB	2	6,08 AB	2	13,30 A
3	4,90 AB	3	6,06 AB	3	11,12 AB
4	4,70 AB	4	5,23 AB	4	8,60 AB
5	2,51 B	5	3,47 B	5	5,64 B
6	1,66 B	6	2,96 B	6	8,10 AB

Legenda: T1 (testemunha – sem adubação); T2 (100% adubação Mineral); T3 (75% adubação mineral, 25% orgânica); T4(50% adubação mineral, 50% orgânica); T5 (25% adubação mineral, 75% orgânica); T6 (100% adubação orgânica). Médias seguidas de pelo menos uma letra igual não difere entre si, pelo teste de tukey a 5%.

Fonte: Dados de pesquisa (2022).

Ao analisar o diâmetro do caule, novamente o tratamento 1 foi superior ao tratamento 5 e tratamento 6, entretanto não diferiu dos demais tratamentos para as avaliações realizadas 30 e 45 dias após o plantio. Para a avaliação realizada aos 60 dias, o tratamento 2 se mostrou superior ao tratamento 5 porém não diferiu dos demais. Para a variável número de folhas os resultados podem ser visualizados na tabela 3.

Tabela 3: Número de folhas nos brotos de cana-de-açúcar, variedade RB867515 dias após o plantio, submetidos a diferentes formas de adubação.

60 DIAS	
Tratamentos	Médias
1	7,81 B
2	18,89 A
3	17,52 AB
4	13,5 AB
5	12,75 AB
6	11 AB

Legenda: T1 (testemunha – sem adubação); T2 (100% adubação Mineral); T3 (75% adubação mineral, 25% orgânica); T4(50% adubação mineral, 50% orgânica); T5 (25% adubação mineral, 75% orgânica); T6 (100% adubação orgânica). Médias seguidas de pelo menos uma letra igual não difere entre si, pelo teste de tukey a 5%.

Fonte: Dados de pesquisa (2022).

Quanto ao número de folhas na avaliação 60 dias após o plantio o tratamento 2 se mostrou superior ao tratamento 1 (sem adição de fertilizante) porém não diferiu significativamente dos outros tratamentos, o que demonstra indícios que a longo prazo as mudas pré-brotadas podem ter um maior vigor.



Devido ao curto tempo de desenvolvimento, do plantio até o seu porte final de plantio, se tem indícios de que a planta não se tem um tempo suficiente para absorver os nutrientes, tanto provenientes de adubos minerais quanto adubação orgânica, e poder metabolizar para redistribuição para o crescimento, adubos foliares que apresentam uma absorção mais rápida podem ser uma alternativa, então são necessários mais estudos combinando adubações minerais e orgânicas com adubações foliares.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na maioria das observações não houve diferença entre os tratamentos, com exceção daqueles com dose elevada de adubo orgânico. O melhor custo benefício para a brotação e diâmetro do caule é usar apenas o substrato. Contudo, doses de adubo mineral podem ser que sejam promissoras a longo prazo para aumentar o número de folhas das mudas e diâmetros de colmo. Quanto a adubação orgânica não foi possível ver incrementos em nenhuma das variáveis analisadas, que pode ser devido a sua liberação lenta, quando comparada as outras fontes de adubação, necessitando de mais estudos com este tipo de combinação.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, B. C. *et al.* **Rendimento de cana-de-açúcar e graus Brix em função de diferentes formas de adubação.** Scientific Electronic Archives, v. 14, 2021. Disponível em: <<https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1265>>. Acessado em: Out, 2022.

CONAB. **PREVISÃOZDEZSAFRA-CANA-DE-ACAR-ABR-2022** site., 2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/infoagro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>> Acesso em: 15 ago. 2022.

CUNHA JUNIOR, E. A. da. **Efeito do arranjo de plantio convencional e com mudas pré-brotadas (MPB) em cana-de-açúcar**, 2016, 53 páginas. Dissertação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Chapadão do sul-MS, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/3206>. Acessado em: Out, 2022.

DE OLIVEIRA, M. H. R. *et al.* **Produtividade da cana-de-açúcar sob irrigação localizada: uma revisão sistemática.** Research, Society and Development, v. 9, 2020. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3966>>. Acessado em: Out, 2022.

FAOSTAT. **Food and agriculture data.** 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/>. Acesso em: 02, abril, 2020.



OLIVEIRA, M. W. *et al.* **Nitrogen fertilization in sugarcane nurses**. Brazilian Journal of Development, v.6, n. 1, p. 2855-2860, 2020. Disponível em: < <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/6211>>. Acessado em Out, 2022.

VIDAL, M. de F. **Açúcar: cenário mundial e situação de produção no Brasil e no Nordeste brasileiro**. Escritório Técnico de Estudo Econômico do Nordeste - ETENE, 2021. Disponível em: < <https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/765>>. Acessado em: Out, 2022.

XAVIER, M. A. *et al.* **Fatores de Desuniformidade e Kit de Pré-Brotação IAC para Sistema de Multiplicação de Cana-de-Açúcar – Mudas Pré-Brotadas (MPB)**. Campinas-SP: Instituto Agrônomo de Campinas, 2014.

CAPÍTULO 19

EFEITO DO CONTROLE DA SPHENOROPHORUS LEVIS E MAHANARVA FIMBRIOLATA COM USO DO FUNGO FITOPATOGÊNICO BEAUVERIA BASSIANA EM CANA-DE-AÇÚCAR

Luiz Gustavo da Mata Borsuk
Hugo Zeni Neto
Joseli Cristina da Silva
João Victor da Silva Cremm
Arthur Almenara Rosendo

RESUMO

O experimento foi realizado no Centro técnico de Irrigação (CTI) da Universidade Estadual de Maringá. O objetivo do trabalho foi avaliar qual a dose mais efetiva no combate as pragas da cigarrinha-da-cana-de-açúcar (Mahanarva fimbriolata) e gorgula-da-cana (Sphenophorus levis Vaurie) na cultura da cana-de-açúcar. O experimento foi conduzido em um delineamento em blocos casualizado, com seis tratamentos, T7, controle (sem aplicação), e o produto biológico com diferentes doses e métodos de aplicação, sendo eles: T1, B. bassiana EC 1.0 L de p.c/ha; T2, B. bassiana EC 1.5 L de p.c/ha; T3, B. bassiana EC 2.0 L de p.c/ha; T4, B. bassiana WP 600 g de conídios/ha; T5, B. bassiana WP 800 g de conídios/ha; T6 B. bassiana WP 1000 g de conídios/ha, onde foi avaliado o número de cigarrinhas por metro. e quatro repetições. o método de controle com B. Bassiana WP 600 e B. Bassiana EC 1.0, o que coincide com dosagens comumente utilizadas no mercado. Os produtos biológicos são eficientes no controle de cigarrinha-da-cana e se, aplicados de maneira correta, seguindo as indicações do fabricante, o controle será eficaz.

PALAVRAS-CHAVE: Fungo entomopatogênico. Pragas agrícolas. Controle entomopatogênico.

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma gramínea de subclima tropical e tem sido cultivada em regiões de clima quente e solos férteis e bem drenados, com características climáticas compatíveis com as exigências técnicas da cultura (CESNIK; MIOCQUE, 2004).

A cana-de-açúcar (Saccharum spp) tem uma grande importância econômica no mundo, ocupando uma área de 27 milhões de hectares (ha) em mais de 130 países, o Brasil apresenta uma produção de aproximadamente 752,9 milhões de toneladas, sendo o maior produtor mundial (FAOSTAT, 2019).

No ano de 2022 segundo a CONAB, o Brasil teve uma produtividade de 585,2 milhões de toneladas, além do açúcar produzido, a cana-de-açúcar também é utilizada para obter o etanol, sendo o Brasil um dos principais países em obtenção de energia renovável, produzindo em torno de 30,26 bilhões de litros de etanol, sendo 26,78 bilhões provindos da cana-de-açúcar, o que demonstra a importância econômica da cultura (CONAB, 2022).



A *Mahanarva fimbriolata* com a redução da queimada da cana, vem aumentando sua população, e conseqüentemente seus prejuízos para a cultura, pois se tem um maior acúmulo de palhada no solo o que contribui para o aumento da umidade do solo, favorecendo assim a proliferação da praga. Onde os danos causados podem ser: extração de grandes quantidades de água e nutrientes das raízes pelas ninfas; redução no teor de açúcar nos colmos; aumento do teor de fibras; aumento dos colmos mortos, o que reduz a capacidade de moagem, aumento no teor de contaminantes, o que dificulta a recuperação do açúcar e inibe a fermentação. Onde o controle pode ser realizado por métodos químicos, culturais e biológicos que vem ganhando enfoque devido sua sustentabilidade.

O controle biológico vem demonstrando eficiência no controle de pragas em outras gramíneas, como o milho por exemplo como demonstra Trevisan-Junior e Gheller (2022), e devido ao seu custo baixo se torna uma ferramenta muito útil para controle e redução de custos.

O controle efetivo do gorgulho pode ser obtido por meio do manejo integrado de pragas (MIP), que consiste na utilização de diversas práticas para controlar a praga e minimizar seus danos. Outra boa prática é tratar os colmos com inseticidas indicados, além disso, é necessário monitorar a praga no desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar para entrar no controle quando for detectada a presença da praga (CONCEIÇÃO; SILVA, 2011; TAMAI *et al.*, 2002).

Conforme (GALLO *et al.*, 2002), os danos causados pelos insetos às plantas são variáveis, podendo ser observados em todos os órgãos vegetais. Dependendo da espécie e da densidade populacional da praga, do estágio de desenvolvimento e estrutura vegetal atacada e da duração do ataque, poderá haver maior ou menor prejuízo quantitativo e qualitativo. Tais danos são variáveis de um país para outro, de acordo com características, variedades, técnicas agrônômicas utilizadas e, obviamente, características socioeconômicas.

Nessa cultura, o inseto, *Mahanarva fimbriolata*, que, quando ataca, exerce notável redução do caule e alterações na qualidade do açúcar, dificultando o processamento. Sendo ele classificado como um dos mais importantes na cana-de-açúcar (ALMEIDA; BATISTA FILHO, 2003).

Com o aumento da colheita mecanizada da cana-de-açúcar sem despalha a fogo, é propiciado condições de umidade e cobertura vegetal favoráveis para o desenvolvimento da praga. O ataque pode resultar em perdas significativas e o método mais utilizado no controle do inseto são químicos e biológicos através do uso do fungo *Metharhizium anisopliae*.



Atualmente, no Paraná, para a supressão de *M. fimbriolata*, existem quatorze produtos registrados no Ministério da Agricultura, Produção Pecuária e Abastecimento, liberados ou liberados com uso restrito, com dez substâncias ativas disponíveis para a cultura da cana-de-açúcar. Alguns deles por ação sistêmica e outros por ação de contato. Quanto às preparações microbiológicas, 10 são registradas e aprovadas para uso, todas contendo *Metarhizium anisopliae*, mas às vezes em concentrações diferentes (ADAPAR, 2020).

O fungo *Beauveria Bassiana* é um inseticida biológico. Sua aplicação deve proporcionar o contato direto entre os insetos alvo e o produto. Após o contato com os conídios do fungo, ocorre a germinação na superfície do inseto, penetrando no tegumento e colonizando internamente o hospedeiro. Durante este processo de infecção, há a liberação de toxinas no interior do inseto infectado, levando a praga a morte. Os insetos infectados pelo fungo tornam-se duros e cobertos por uma camada pulverulenta de conídio em tons de branco.

Cultivares que são sensíveis ao ataque da cigarrinha podem ter perdas de 70% da produtividade total, já em variedades que apresentam resistência a essa praga tem o costume de reduzir entre 20 a 30% da produtividade total, o que ocasiona grandes prejuízos.

Diante disso, torna-se necessário o estudo das pragas que podem afetar as plantações de cana-de-açúcar, com a finalidade de assegurar boa produtividade e qualidade de matéria prima, responsável pela produção do açúcar e do álcool, dos quais o Brasil é extremamente relevante no mercado global agrícola.

O objetivo do trabalho foi avaliar qual a dose mais efetiva no combate as pragas com *Beauveria bassiana*.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Centro Técnico de Irrigação (CTI) do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá – UEM localizada no município de Maringá – PR, situada na latitude 25o25’S, longitude 51o57’W e a 542 m de altitude

O experimento foi elaborado por delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos e quatro repetições, sendo eles compostos por diferentes doses na formulação do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*.

As parcelas experimentais foram definidas com 20 metros de comprimento por 7,5 metros de largura, havendo uma área total de 150m². Foram realizadas seis avaliações, uma antes de todas as aplicações, e cinco após 30, 60, 80, 100 e 120 dias depois da primeira



aplicação. Os tratamentos incluem, T7, controle (sem aplicação), e o produto biológico com diferentes doses e métodos de aplicação, sendo eles: T1, *B. bassiana* EC 1.0 L de p.c/ha; T2, *B. bassiana* EC 1.5 L de p.c/ha; T3, *B. bassiana* EC 2.0 L de p.c/ha; T4, *B. bassiana* WP 600 g de conídios/ha; T5, *B. bassiana* WP 800 g de conídios/ha; T6 *B. bassiana* WP 1000 g de conídios/ha, onde foi avaliado o número de cigarrinhas por metro.

O método de aplicação para os produtos fitossanitários foi na proporção 70% raízes 30% colmos, para todos os tratamentos. As aplicações foram feitas com equipamento costal pressurizado, dirigindo o jato para o colo das plantas (LOUREIRO *et al.*, 2012).

As avaliações foram feitas dos 15 dias após a aplicação (DAA) seguindo quinzenalmente até 105 DAA. Foi avaliado o número de insetos em dois metros da linha de cana-de-açúcar em ambos os lados, perfazendo-se três pontos por parcela. Eram contadas as ninfas e eventuais adultos nas raízes dos internódios basais (MENDONÇA, 2005).

Os dados populacionais das ninfas de *M. fimbriolata* após verificados os pressupostos da ANOVA, foi realizado a mesma, seguida do teste de médias de Duncan (DUNCAN, 1955) utilizando de 5% de probabilidade de erro para todas as análises. Todas as análises foram realizadas por meio do software SISVAR.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após ser verificado os pressupostos da normalidade dos resíduos (SHAPIRO; WILK, 1965), homogeneidade das variâncias residuais (COCHRAN, 1941) e independência dos resíduos (DURBIN; WATSON, 1971), a tabela 1 mostra os resultados do número de ninfas mortas.

Tabela 1: Ninfas mortas por *Beauveria bassiana* por metro em cana-de-açúcar nas parcelas avaliadas.

TRATAMENTOS	V30*	M30	V60	M60	V80	M80	V100	M100	V120	M120
<i>B. bassiana</i> EC 1.0	14 a	5 a	9,75 a	1,75 b	10 a	0,5 a	13,5 a	0,5 ab	3,75 a	0,25 a
<i>B. bassiana</i> EC 1.5	9,75 a	3 a	4,5 ab	1,25 b	5,5 ab	0,25 a	5,25 ab	2 a	2,75 a	0,25 a
<i>B. bassiana</i> EC 2.0	4 a	1,5 a	1,25 ab	4,75 a	0,5 b	0 a	1 b	0 b	0,5 a	0 a
<i>B. bassiana</i> WP 600	9,75 a	1,5 a	10 a	0 b	7 ab	0 a	7,5 ab	0 b	2,75 a	0 a
<i>B. bassiana</i> WP 800	14,5 a	4,5 a	0,25 b	0 b	1 b	0,25 a	2,5 b	0,5 ab	1,25 a	0,25 a
<i>B. bassiana</i> WP 1000	8,25 a	1,25 a	2 ab	1,25 b	3,5 ab	0 a	0,75 b	0,5 ab	0,75 a	0 a
Controle	11,5 a	1 a	3,5 ab	1 b	4,75 ab	0 a	1,25 b	0,75 ab	2,25 a	0,5 a

*: O V indica os insetos VIVOS e o M indica os insetos mortos após determinados dias, dias estes indicados após a letra; Os tratamentos seguidos pela mesma letra na mesma coluna não há diferença significativa pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade; DAA – Dias após a aplicação.

Fonte: Dados de Pesquisa (2022).



O número depois de 30 dias não teve nenhuma diferença significativa entre nenhum dos tratamentos. Mas esses resultados já foram diferentes referindo a 60 dias, tanto no número de ninfas vivas e mortas, no caso das mortas, o controle do tratamento 3, contendo 2.0 litros de apresentou um melhor resultado em relação aos demais, onde nos demais não teve nenhuma diferença estatística.

Após 80 dias, os desempenhos de todos os tratamentos foram semelhantes, não havendo diferença significativa estatística, somente no número de ninfas vivas, aonde o tratamento 1 foi o que obteve um maior nível em relação aos outros tratamentos. Aos 100 dias, foi obtido um resultado mais efetivo no tratamento 2, com

1.5 litros de B. Bassiana, seguido dos dois tratamentos que obtiveram um desempenho inferior no controle, no caso o EC 2.0 e o WP 600, não havendo diferença significativa aos demais tratamentos. Por fim, aos 120 dias, todos os tratamentos não tiveram nenhuma diferença significativa entre eles.

Durante o desenvolvimento do presente trabalho, o município de Maringá, em especial a área do experimento, passou por condições climáticas desfavoráveis ao desenvolvimento das pragas. Fatores como elevada umidade e alta pluviosidade propiciam um ambiente mais favorável a reprodução das pragas (DINARDO-MIRANDA *et al.*, 2004) e a ausência destes fatores impacta diretamente na população dos insetos, que se reproduzem consideravelmente quando as condições são favoráveis, causando danos significativos na cultura.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir com o trabalho que apesar da presença baixa dos insetos- praga, foi possível mensurar a eficiência do controle das mesmas, servindo de referência para situações climáticas e de infestação semelhantes. O resultado mais expressivo estatisticamente fora o método de controle com B. Bassiana WP 600 e B. Bassiana EC 1.0, o que coincide com dosagens comumente utilizadas no mercado. Dosagens mais elevadas não foram tão efetivas e não apresentaram diferença estatística.

Os produtos biológicos são eficientes no controle de cigarrinha-da-cana e se, aplicados de maneira correta, seguindo as indicações do fabricante, o controle será eficaz.



REFERÊNCIAS

ADAPAR. **Pesquisa de Agrotóxicos**. Curitiba: 2020.

BATISTA FILHO, A *et al.* **Eficiência de isolados de *Metahirzium anisopliae* no controle da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar *Mahanarva fimbriolata* (HOM.: CERCOPIDAE)**. Arquivos do instituto Biológico, v.70, n3, p. 309-314, 2003. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/arq/V70_3/batista.PDF>. Acessado em: Jul, 2022.

CESNIK, R; MIOCQUE, J. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnologia, 2004.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Cana-de-açúcar: safra 2021/2022**. Observatório Agrícola, v. 6, n. 4, p. 58, 2022.

COCHRAN, W. G. THE DISTRIBUTION OF THE LARGEST OF A SET OF ESTIMATED VARIANCES AS A FRACTION OF THEIR TOTAL. *Annals of Eugenics*, 11, n. 1, p. 47-52, 1941.

CONCEIÇÃO, L. L., SILVA, C. M. **O CONTROLE BIOLÓGICO E SUAS APLICAÇÕES NA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR**. *Campo Digital*, v.6, n.11, 2011. Disponível em: <<http://periodicos.grupointegrado.br/revista/index.php/campodigital/article/view/925>>. Acessado em: Out, 2022.

DINARDO-MIRANDA, L. L. *et al.* Eficiência de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) no controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) em cana-de-açúcar. **Neotropical Entomology**, v. 33, p. 743-749, 2004. ISSN 1519-566X. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519566X2004000600012&nrm=iso>. Acessado em: Out, 2022.

DUNCAN, D.B. **Multiple range and multiple F tests**. *Biometrics*, v.11, p.1-42, 1955.

DURBIN, J.; WATSON, G. S. Testing for Serial Correlation in Least Squares Regression. III. *Biometrika*, 58, n. 1, p. 1-19, 1971.

GALLO, D. *et al.* **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002.

LOUREIRO, E. *et al.* **Effectiveness of four isolates of *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. against the root spittlebug, *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854)(Hemiptera: Cercopidae), in the field**. Arquivos do Instituto Biológico (São Paulo), 79, n. 1, p. 47-53, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/aib/a/GBd6MRkwFpP4yRVmJsKDMTr/abstract/?lang=en>>. Acessado em: Fev, 2022.

MENDONÇA, A. F. **Cigarrinhas da cana-de-açúcar: controle biológico**. *Insecta*, 2005.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples)†. *Biometrika*, 52, n. 3-4, p. 591-611, 1965.



TAMAI, M. A. *et al.* **TOXICIDADE DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS PARA BEAUVERIA BASSIANA (BALS.) VUILL.** Arquivo Instituto Biológico, São Paulo, v.69, n.3, p. 89-96, 2002. Disponível em: <http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/uploads/docs/arq/V69_3/Tamai1.pdf>. Acessado em: Out, 2022.

TREVISAN-JUNIOR, R. A., GHELLER, J. A. **Eficácia de inseticidas químicos e biológico no controle da cigarrinha do milho.** Cultivando o Saber, 2022. Disponível em: <<https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/1150>>. Acessado em: Nov, 2022.

www.editorapublicar.com.br
contato@editorapublicar.com.br
@epublicar
facebook.com.br/epublicar

Ciências Agrárias: DIÁLOGOS EM PESQUISA, TECNOLOGIA E TRANSFORMAÇÃO **4**

Adilson Tadeu Basquerote Silva
Roger Goulart Mello
Organizadores



2023



www.editorapublicar.com.br
contato@editorapublicar.com.br
@epublicar
facebook.com.br/epublicar

Ciências Agrárias:

DIÁLOGOS EM PESQUISA, TECNOLOGIA E TRANSFORMAÇÃO 4

Adilson Tadeu Basquerote Silva
Roger Goulart Mello
Organizadores



2023

