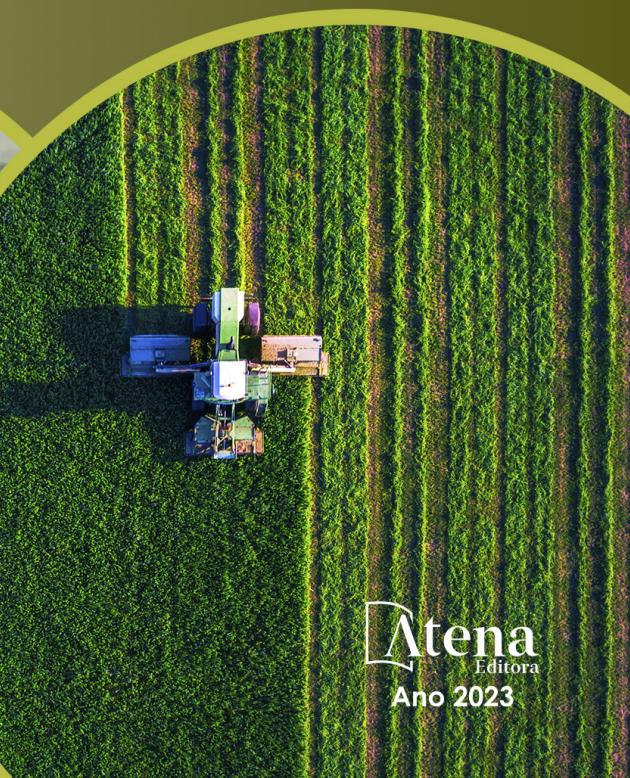


ARIADNA FARIA VIEIRA | LEONARDO FRANÇA DA SILVA
VICTOR CRESPO DE OLIVEIRA
(ORGANIZADORES)

CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Debates emblemáticos e situação perene 3



ARIADNA FARIA VIEIRA | LEONARDO FRANÇA DA SILVA
VICTOR CRESPO DE OLIVEIRA
(ORGANIZADORES)

CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Debates emblemáticos e situação perene 3



Editora chefe	Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva	Natalia Oliveira
Assistente editorial	Flávia Roberta Barão
Bibliotecária	Janaina Ramos
Projeto gráfico	
Camila Alves de Cremo	2023 by Atena Editora
Ellen Andressa Kubisty	Copyright © Atena Editora
Luiza Alves Batista	Copyright do texto © 2023 Os autores
Nataly Evilin Gayde	Copyright da edição © 2023 Atena
Thamires Camili Gayde	Editora
Imagens da capa	Direitos para esta edição cedidos à
iStock	Atena Editora pelos autores.
Edição de arte	Open access publication by Atena
Luiza Alves Batista	Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

- Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girelene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências agrárias: debates emblemáticos e situação perene 3

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Soellen de Britto
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Ariadna Vieira
Leonardo França da Silva
Víctor Crespo de Oliveira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
C569	Ciências agrárias: debates emblemáticos e situação perene 3 / Organizadores Ariadna Vieira, Leonardo França da Silva, Víctor Crespo de Oliveira. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.
	Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-1812-2 DOI: https://doi.org/10.222533/at.ed.122232310
	1. Ciências agrárias. I. Vieira, Ariadna (Organizadora). II. Silva, Leonardo França da (Organizador). III. Oliveira, Víctor Crespo de (Organizador). IV. Título.
	CDD 630
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de e-commerce, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

A coleção “Ciências Agrárias: Debates Emblemáticos e Situação Perene 3” como principal objetivo estimular a discussão científica por meio das obras que compõem seus capítulos. Este volume procura adotar uma abordagem interdisciplinar de estudos, pesquisas, relatos de casos e revisões que atravessam os diversos campos das ciências agrárias. Os tópicos neste e-book são apresentados de forma clara e acessível. Este terceiro volume contém 14 capítulos que trazem novos conhecimentos aplicados ao campo das agrárias, especialmente na agronomia.

Este Ebook surge em resposta à necessidade das Ciências Agrárias de atender às demandas transdisciplinares na construção do conhecimento, visando proporcionar novas perspectivas sobre as últimas inovações técnicas que impulsionam a produtividade, sustentabilidade e eficiência. Nesse sentido, esta obra se propõe a apresentar ao leitor o estado mais atualizado das pesquisas relacionadas a agropecuária, além de disseminar conhecimentos e técnicas para aprimorar os sistemas agrícolas. Assim, os organizadores e a Atena Editora expressam gratidão aos autores afiliados a inúmeras instituições de ensino, pesquisa que contribuem para a expansão do conhecimento, tanto no Brasil quanto no exterior.

Agradecemos aos autores por compartilharem suas pesquisas, viabilizando a elaboração deste livro digital. Esperamos que este esforço possa fomentar a intercomunicação entre as distintas áreas das ciências agrárias, em benefício da ciência e da pesquisa. Reconhecemos a relevância da divulgação científica e, nesse contexto, salientamos a estrutura sólida da Atena Editora, que oferece uma plataforma consolidada e confiável para a apresentação e difusão dos resultados desses pesquisadores. A Atena Editora se empenha em encorajar cada vez mais os pesquisadores do Brasil e de outras nações a publicar seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência, seja por meio de livros, capítulos ou artigos científicos.

Que todos tenham uma boa leitura!

Ariadna Vieira
Leonardo França da Silva
Víctor Crespo de Oliveira

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE DE ENTEROPARASITOS ZOONÓTICOS EM CÃES DO CENTRO DE CONTROLE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE GARANHUNS-PE	
Iury Henrique de Freitas Melo	
Eduardo Henrique Amorim Silva	
Ivaldo Victor Mota de Siqueira	
Lucas Azevedo dos Santos	
Renata Silva Brito	
Carlos Roberto Cruz Ubirajara Filho	
Rafael Antonio do Nascimento Ramos	
Gílcia Aparecida de Carvalho	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.1222323101	
CAPÍTULO 2	6
AVALIAÇÃO DA RESPOSTA FISIOLÓGICA E DO BEM-ESTAR DOS ANIMAIS UTILIZADOS NAS ATIVIDADES ASSISTIDAS POR ANIMAIS, EM BANDEIRANTES-PR	
Bruce Gabriel Miranda	
Ana Paula Millet Evangelista dos Santos	
Mariza Fordellone Rosa Cruz	
Celmira Calderón	
Flávia Debiagi	
Isabelle Busquim Seger	
Beatriz Del Rey Bombem	
Maria Júlia Fernandes Nunes	
Giuliana Miranda de Paiva	
Karen Monise França da Luz	
Ana Júlia Rossato	
Ricardo Messias Aprigio de Oliveira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.1222323102	
CAPÍTULO 3	15
AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS DE GIRASSOL EM GUARAPUAVA-PARANÁ	
Edson Perez Guerra	
Gabriela Santos de Oliveira	
Talia Aksenen	
Jackson Kawakami	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.1222323103	
CAPÍTULO 4	23
CARACTERIZAÇÃO DE LEVEDURAS SELVAGENS PARA A PRODUÇÃO DE CERVEJA	
Osmar Roberto Dalla Santa	
João Manoel Folador Rodriguez	
Cristina Maria Zanette	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.1222323104	

CAPÍTULO 5	36
CARACTERIZACIÓN Y ADOPCIÓN DE INNOVACIONES EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PISCÍCOLA EN EL DISTRITO DE RUPA RUPA, HUÁNUCO-PERÚ	
José Eduard Hernández Guevara	
Jhon Pool Pullido Noblejas	
Marco Antonio Rojas Paredes	
Marcelo Cotrina Doria	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.1222323105	
CAPÍTULO 6	48
DESCRIÇÃO DE GENES FLANQUEADOS POR MICROSSÁTELITES NA CULTURA DO CAJUZINHO-DO-CERRADO (<i>Anacardium humile</i> St. Hill.)	
Bárbara Vitória Gomes de Brito	
Leonardo França da Silva	
Victor Crespo de Oliveira	
Anarlete Ursulino Alves	
Fabrício Custódio de Moura Gonçalves	
Francisco de Assis Gomes Junior	
Ariadna Faria Vieira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.1222323106	
CAPÍTULO 7	69
FLORISTIC AND PHYTOSOCIOLOGICAL STRUCTURE IN AN URBAN FRAGMENT OF THE ATLANTIC FOREST UNDER DIFFERENT HYDROMORPHIC CONDITIONS	
Aline Cristina Stocki	
Joelmir Augustinho Mazon	
Richeliel Albert Rodrigues Silva	
Luciano Farinha Watzlawick	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.1222323107	
CAPÍTULO 8	83
IMPORTÂNCIA DAS FLORES DO CIPÓ DE SÃO JOÃO (<i>Pyrostegia venusta</i>) PARA A CONSERVAÇÃO DAS ABELHAS	
Darclet Teresinha Malerbo-Souza	
André Carlos Silva Pimentel	
Carlos Frederico Silva da Costa	
Hanya Rocha Anduras	
José Felipe Borges de Souza	
Micaele Pereira da Silva	
Monalisa Aparecida de Oliveira	
Rodrigo Alves de Siqueira	
Milena Oliveira de Andrade	
Leonardo Gabriel Cabral de Melo Souza	
Camila Malerbo-Souza	
Julio Cesar de Souza	

SUMÁRIO

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1222323108>

CAPÍTULO 9 95

INFESTAÇÃO POR *DEMODEX* SPP. E *MALASSEZIA* SPP. EM HAMSTER – RELATO DE CASO

Ivaldo Victor Mota de Siqueira
Lucas Azevedo dos Santos
Adenilson José dos Santos
Ananda Maria Freitas Freire Leão
Edilson Bezerra da Silva Junior
Eduardo Henrique Amorim Silva
Iury Henrique de Freitas Melo
Gílcia Aparecida de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1222323109>

CAPÍTULO 10 102

MODERNIZAÇÃO NA GESTÃO DE PROCESSOS E CUSTOS COMO FATOR DIRECIONADOR DE PROJETO DE INOVAÇÃO EMPRESARIAL

Téucle Mannarelli Filho
Frederico Andreis Beneli Donadon
David Ferreira Lopes Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.12223231010>

CAPÍTULO 11 114

OS MICRORGANISMOS EFICIENTES (EM): PRODUÇÃO, USO E EFICÁCIA

Daniela Zerbin
Delmira Sandra de Moura Carvalho
Everaldo Pinheiro de Melo
Henrique Perius
Kelven Júnior Silva dos Santos
Matheus dos Santos Rocha
Flávio Bonatto
Felipe Antonini
Elizeu Ricardo Machado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.12223231011>

CAPÍTULO 12 127

PIMENTÃO EM AMBIENTE PROTEGIDO COM BANCADAS REFLETIVAS E COBERTURA DE SUBSTRATO

Josiane Souza Salles
Alexandre Henrique Freitas De Lima
Jussara Souza Salles
Flávio Ferreira Da Silva Binotti
Edilson Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.12223231012>

CAPÍTULO 13.....	145
PRODUTIVIDADE DE SOJA EM SISTEMA DE SUCESSÃO MILHO E FORRAGEIRAS	
Everton Martins Arruda	
Lucas Vinicius Finatto da Silva	
Risely Ferraz Almeida	
Marcos Paulo dos Santos	
Dhiego César Oliveira Riva Neto	
Édson Lazarini	
José Augusto Liberato de Souza	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.12223231013	
CAPÍTULO 14.....	156
PRODUTIVIDADE DE SOJA EM SISTEMA DE SUCESSÃO SORGO BOLIVIANO E FORRAGEIRAS	
Everton Martins Arruda	
Kennedy Gonçalves da Rocha	
Risely Ferraz Almeida	
Marcos Paulo dos Santos	
Dhiego César Oliveira Riva Neto	
Édson Lazarini	
José Augusto Liberato de Souza	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.12223231014	
SOBRE OS ORGANIZADORES	166
ÍNDICE REMISSIVO	167

CAPÍTULO 1

ANÁLISE DE ENTEROPARASITOS ZOONÓTICOS EM CÃES DO CENTRO DE CONTROLE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE GARANHUNS-PE

Data de aceite: 02/10/2023

Iury Henrique de Freitas Melo

Aluno do Curso de Bacharelado em Medicina Veterinária – UFAPE/Campus Garanhuns

Eduardo Henrique Amorim Silva

Aluno do Curso de Bacharelado em Medicina Veterinária – UFAPE/Campus Garanhuns

Ivaldo Victor Mota de Siqueira

Aluno do Curso de Bacharelado em Medicina Veterinária – UFAPE/Campus Garanhuns

Lucas Azevedo dos Santos

Aluno do Programa de Pós-graduação em Sanidade e Reprodução de Animais de Produção – UFRPE/Campus Garanhuns

Renata Silva Brito

Aluno do Programa de Pós-graduação em Sanidade e Reprodução de Animais de Produção – UFRPE/Campus Garanhuns

Carlos Roberto Cruz Ubirajara Filho

Aluno do Programa de Pós-graduação em Biociência Animal – UFRPE/Campus Recife

Rafael Antonio do Nascimento Ramos

Professor do Curso de Medicina Veterinária – UFAPE/Campus Garanhuns

Gílcia Aparecida de Carvalho

Professor do Curso de Medicina Veterinária – UFAPE/Campus Garanhuns

PALAVRAS-CHAVE: Larva migrans cutânea. Larva migrans visceral. Saúde única. Zoonose.

1 | INTRODUÇÃO

Zoonoses são doenças causadas por agentes etiológicos transmitidos entre animais e humanos, seja por transmissão direta, contaminação de água e alimentos ou mediada por vetores (OMS, 2020). O CCA (Centro de Controle Ambiental), responsável pelo controle populacional de cães e gatos, e por albergar animais resgatados de todo município, possui uma população heterogênea e representativa, que pode ser utilizada enquanto um indicador da circulação de parasitos potencialmente zoonóticos.

Das zoonoses parasitárias podemos destacar a ancilostomíase. Em humanos, as larvas de *Ancylostoma caninum* e

Ancylostoma braziliensis penetram ativamente a pele, causando a Larva migrans cutânea (bicho geográfico) (FELDMEIER *et al.*, 2006). No ambiente urbano, os cães são os principais reservatórios de parasitos do gênero *Ancylostoma* (MUKARATIRWA; SINGH, 2010). Os principais fatores epidemiológicos que influenciam a disseminação dos agentes etiológicos são o clima quente e úmido, solo arenoso e regiões sombreadas, que favorecem a sobrevivência das larvas no ambiente (BOWMAN, 2010).

Em cães, as larvas infectantes de *Ancylostoma* spp. penetram ativamente na pele e chegam ao intestino delgado migrando pelo sistema circulatório e tecidos, causando principalmente anemia em animais jovens, quando ocorre uma alta parasitemia, casos esses mais observados em infecções por *A. caninum* (SILVA; DE OLIVEIRA; FARIAS, 2020; BOWMAN, 2010), porém nos seres humanos, hospedeiros acidentais de *A. caninum* e *A. braziliensis*, são incapazes de se desenvolverem, ficando retidas no tecido subcutâneo, causando reações cutâneas e pruriginosas em função do deslocamento larval, sintomas esses que causam grande incomodo e prejuízo a qualidade de vida do hospedeiro (HEUKELBACH; FELDMEIER, 2008).

Da mesma forma, outro parasito, *Toxocara canis*, com elevada prevalência em cães também merece destaque (TORRES, 2020), sendo este, causador de outra zoonose denominada, Larva migrans visceral, que ocorre em humanos por meio da ingestão de alimentos e água com ovos do parasito (AMARAL *et al.*, 2010).

T. canis é encontrado principalmente no intestino delgado de filhotes, em infecções com carga parasitária elevada, pois, animais jovens sofrem com ascite, bronquite e asfixia pela migração das larvas em seu corpo (BOWMAN, 2010).

Nos seres humanos, hospedeiros acidentais, após a ingestão dos ovos contendo larvas (L2), estas penetram a mucosa do intestino e seguem via sistema circulatório, pelo sistema porta-hepático, seguindo pela veia cava caudal até os pulmões, causando lesões patológicas, tais como danos mecânicos, reações inflamatórias e até morte (CARVALHO; ROCHA, 2011).

No Brasil, a prevalência destes parasitos é alta, chegando a predominar na taxa de infecções por helmintos nos cães (OLIVEIRA *et al.*, 2017; MAESTRI *et al.*, 2012). A taxa de infecção por Larva migrans cutânea no Nordeste do Brasil, nos locais mais carentes e regiões rurais, varia de 4%-15%, sendo as crianças as mais afetadas (FELDMEIER; SCHUSTER, 2012).

Em Pernambuco, a prevalência de *Ancylostoma* spp., e *T. canis* permanece com altos índices, pois ovos desses parasitos são encontrados frequentemente no solo de praças e locais públicos (SILVA *et al.*, 2019).

No município de Garanhuns-PE, a predominância de ovos de *Ancylostoma* spp. e *T. canis* é evidente, mas *Ancylostoma* spp. é o mais prevalente em amostras fecais dos cães (MACEDO *et al.*, 2019).

Portanto, o objetivo desse estudo foi diagnosticar parasitos zoonóticos, tais como

Ancylostoma spp. e *T. canis* nos cães abrigados no CCA, causadores de zoonoses importantes para a saúde única.

2 | METODOLOGIA

Foram coletadas amostras de fezes de 30 cães abrigados no CCA de Garanhuns, acondicionadas e identificadas individualmente, mantidas refrigeradas em caixa isotérmica e transportadas ao laboratório de parasitologia para análise.

No laboratório todas as amostras foram processadas através da técnica de diagnóstico, Willis-Mollay. Após o processamento, as lâminas foram analisadas em microscopia óptica, nas objetivas de 10x e 40x.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após análise do material fecal, 70% (21/30) das amostras coletadas foram positivas para *Ancylostoma* spp., em infecção simples ou em coinfecções com *Toxocara* spp. e *Cystoisospora* spp. (Tabela 1).

Parasitos	FA (n/N)	FR (%)
<i>Ancylostoma</i> spp.	(11/30)	36,7
<i>Ancylostoma</i> spp.; <i>Cystoisospora</i> spp.	(6/30)	20
<i>Ancylostoma</i> spp.; <i>Toxocara</i> spp.	(2/30)	6,7
<i>Ancylostoma</i> spp.; <i>Cystoisospora</i> spp.; <i>Toxocara</i> spp.	(2/30)	6,7

Tabela 1 – Frequência de parasitos em amostras fecais caninas coletadas do CCA.

Fonte: Arquivo pessoal.

A prevalência de *Ancylostoma* spp. (**Imagen 1- B**) nas amostras fecais corrobora com dados de estudos realizados no município de Garanhuns sobre a presença de ovos do parasito em locais públicos (MACEDO *et al.*, 2019). A baixa frequência de *Toxocara* spp. (**Imagen 1- C**) nas amostras, pode ser explicada pelo fato dos animais do CCA serem desverminados frequentemente. Tal parasito responde bem a tratamentos de amplo espectro quando, este é feito de duas a quatro vezes ao ano, fato esse que não se aplica para *Ancylostoma* spp. que apresenta grande resistência anti-helmíntica, podendo justificar a alta prevalência encontrada mesmo com utilização de antiparasitários (NIJSSE *et al.*, 2015; KOPP *et al.*, 2007).

Foram encontrados nas amostras oocistos de *Cystoisospora* spp., (**Imagen 1- A**) protozoário do filo Apicomplexa, causador da coccidiose canina relacionada a quadros de enterite acompanhada de diarreia aquosa nos animais jovens, sendo de importância veterinária, já que o mesmo pode também levar a morte do animal infectado (BUEHL *et al.*, 2006).

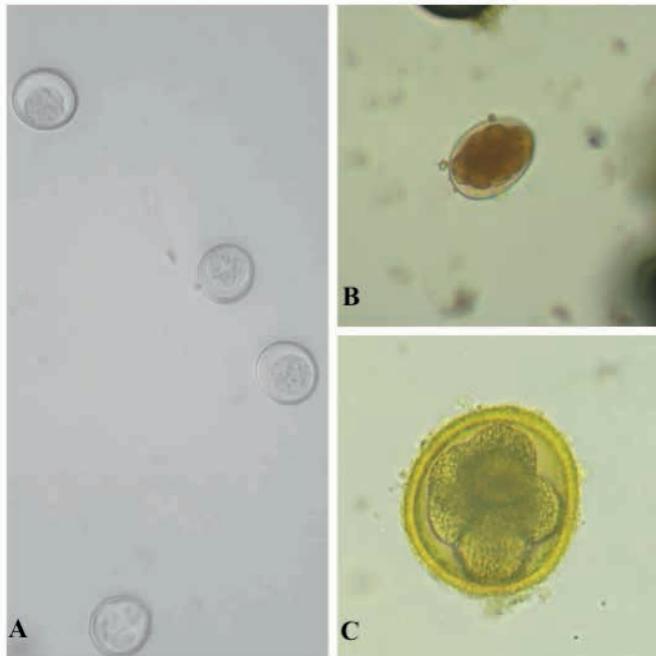


Figura 1 – Oocistos de *Cystoisospora* spp. (A), ovo de *Ancylostoma* spp. (B) e ovo de *Toxocara* spp. (C)

Fonte: Arquivo pessoal.

4 | CONCLUSÃO

Conclui-se que, a circulação de parasitos zoonóticos no CCA ocorre, sendo este um importante indicativo epidemiológico, pois os cães do município estão naturalmente infectados, e atuam como reservatórios dos agentes etiológicos, oferecendo risco a população. Desta forma, medidas de profilaxia e educação em saúde para população devem ser realizadas, tais como a remoção de fezes de cães em locais públicos, utilização de calçados e luvas em atividades que onde ocorre contato com solo contaminado, assim como, a realização de boletins epidemiológicos periódicos para monitoramento dos parasitos circulantes no município, para controle de possíveis focos zoonóticos.

REFERÊNCIAS

AMARAL, H. L. da C. *et al.* Presence of *Toxocara canis* eggs on the hair of dogs: a risk factor for Visceral Larva Migrans. **Veterinary parasitology**, v. 174, n. 1-2, p. 115-118, 2010.

BOWMAN, Dwight D. **Parasitologia veterinária Georgis**. 9^a ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

BUEHL, I. E. *et al.* Canine isosporosis—epidemiology of field and experimental infections. **Journal of Veterinary Medicine, Series B**, v. 53, n. 10, p. 482-487, 2006.

CARVALHO, A; ROCHA, L. Toxocariasis: visceral larva migrans in children. **Jornal de pediatria**, v. 87, p. 100-110, 2011.

DA SILVA, R. C.; DE OLIVEIRA, P. A.; DE FARIAS, L. A. Particularidades do *Ancylostoma caninum*: Revisão. **Pubvet**, v. 15, p. 143, 2020.

DANTAS-TORRES, F. *Toxocara* prevalence in dogs and cats in Brazil. **Advances in Parasitology**, v. 109, p. 715-741, 2020.

DE MACEDO, L. O. *et al.* Parasites with zoonotic potential in canine fecal samples from Garanhuns, Pernambuco, Brazil. *Medicina Veterinária (UFRPE)*, v. 13, n. 2, p. 227-231, 2019.

FELDMEIER, H. *et al.* A study in a community in Brazil in which cutaneous larva migrans is endemic. **Clinical Infectious Diseases**, v. 43, n. 2, p. 13-18, 2006.

HEUKELBACH, J.; FELDMEIER, H. Epidemiological and clinical characteristics of hookworm-related cutaneous larva migrans. **The Lancet infectious diseases**, v. 8, n. 5, p. 302-309, 2008.

KOPP, S. R. *et al.* High-level pyrantel resistance in the hookworm *Ancylostoma caninum*. **Veterinary parasitology**, v. 143, n. 3-4, p. 299-304, 2007.

MUKARATIRWA, S.; SINGH, V. P. Prevalence of gastrointestinal parasites of stray dogs impounded by the Society for the Prevention of Cruelty to Animals (SPCA), Durban and Coast, South Africa. **Journal of the South African Veterinary Association**, v. 81, n. 2, p. 123-125, 2010.

NIJSSE, R. *et al.* Toxocara canis in household dogs: prevalence, risk factors and owners attitude towards deworming. **Parasitology Research**, v. 114, n. 2, p. 561-569, 2015.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Zoonose**, 2020.

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO DA RESPOSTA FISIOLÓGICA E DO BEM-ESTAR DOS ANIMAIS UTILIZADOS NAS ATIVIDADES ASSISTIDAS POR ANIMAIS, EM BANDEIRANTES-PR

Data de aceite: 02/10/2023

Bruce Gabriel Miranda

Médico Veterinário, Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP/ Setor de Veterinária e Produção Animal.

Ana Paula Millet Evangelista dos Santos

Docente do Curso de Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Norte do Paraná/ Setor de Veterinária e Produção Animal.

Mariza Fordellone Rosa Cruz

Docente do Curso de Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Norte do Paraná/ Setor de Veterinária e Produção Animal.

Celmira Calderón

Docente do Curso de Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Norte do Paraná/ Setor de Veterinária e Produção Animal.

Flávia Debiagi

Docente do Curso de Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Norte do Paraná/ Setor de Veterinária e Produção Animal.

Isabelle Busquim Seger

Médica Veterinária, Centro Universitário Filadélfia – UniFil.

Beatriz Del Rey Bombem

Discente do Curso de Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP.

Maria Júlia Fernandes Nunes

Discente do Curso de Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP.

Giuliana Miranda de Paiva

Discente do Curso de Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP.

Karen Monise França da Luz

Discente do Curso de Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP.

Ana Júlia Rossato

Discente do Curso de Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP.

Ricardo Messias Aprigio de Oliveira

Discente do Curso de Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP.

RESUMO: Sabe-se que os animais são uma das melhores companhia para o homem e também podem ser ótimos amigos, ultrapassado assim a barreira de domesticação. A Atividade Assistida por Animais (AAA) pode ser realizada para proporcionar momentos lúdicos, diminuir o déficit de atenção e para estimular aprendizagem de crianças, proporcionando bem-estar ao longo da interação criança-animal. Estudos demonstraram que a AAA diminui a solidão, estimula a prática de exercícios. As sessões foram divididas em três momentos: no primeiro aconteceu a interação das crianças com animais de pelúcia semelhante ao animal que participaria da AAA, na respectiva sessão; no segundo momento, as crianças interagiram com os animais reais e no terceiro, foram realizadas atividades lúdicas como pinturas e colagens referentes ao animal participante na sessão. Também se realizou a avaliação dos parâmetros fisiológicos dos animais, bem como avaliação do comportamento e reação dos animais participantes da AAA sendo elas a frequência cardíaca (FC), a frequência respiratória (FR), a temperatura retal (TR), a temperatura superficial (TS) e o pulso (P), antes, durante e após os animais terem contato com crianças. As sessões de AAA apresentaram resultados positivos nas crianças. Vale lembrar que a interação criança-animal ajuda a desenvolver nas crianças o conhecimento, o carinho e o respeito pelos animais, refletindo positivamente no bem-estar de ambos. Tais reflexos podem auxiliar na determinação do critério de valor, nas características e na personalidade das crianças. Com relação aos animais, sinais de estresse ocorreram durante parte das atividades, porém a maioria permaneceu alerta, alegre e motivado ao interagirem de forma positiva com as crianças.

PALAVRAS-CHAVE: Etiologia; Parâmetros Fisiológicos; Atividades Assistidas por Animais (AAA).

INTRODUÇÃO

Sabe-se que os animais são uma das melhores companhia para o homem e também podem ser ótimos amigos, ultrapassado assim a barreira de domesticação (MACHADO et al., 2008).

A Atividade Assistida por Animais (AAA) pode ser realizada para proporcionar momentos lúdicos, diminuir o déficit de atenção e para estimular aprendizagem de crianças, proporcionando bem-estar ao longo da interação criança-animal. Estudos demonstraram que a AAA diminui a solidão, estimula a prática de exercícios (MACHADO et al., 2008), estimula a memória, ajuda a desenvolver o senso de responsabilidade e a diminuir o estresse (DOTTI, 2005). A relação com o animal na infância, segundo Becker (1986), traz benefícios para a vida adulta, no relacionamento com os amigos, na vida escolar, melhorando o desempenho da criança e aumentando o quociente intelectual (QI) e reduzindo a agressividade (SILVARES, 1996). Assim, este projeto objetivou oportunizar momentos lúdicos e avaliar o comportamento das crianças participantes da AAA, o comportamento e alguns parâmetros fisiológicos dos animais envolvidos na AAA, visando também quantificar a interação entre homem e o animal (ruim, boa ou excelente) durante a AAA. Para tanto, as atividades foram realizadas com crianças (nível III, IV e/ou V) do CMEI e de Escolas Municipais de Bandeirante, no segundo semestre de 2019 e início do primeiro

semestre de 2020.

MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente, realizou-se a seleção dos Centros Municipais de Educação Infantil e Escolas Municipais de Bandeirantes – PR que estavam dispostos a participar do projeto, bem como o levantamento da quantidade de crianças que participariam. Em seguida, realizou-se o treinamento da equipe colaboradora, a triagem das crianças participantes e levantamento de informações sobre: presença de alergias, fobia a animais, dentre outros. Nas sessões de AAA foram utilizados animais saudáveis e mansos como exemplo cães, gatos, leitões, coelhos, cordeiros, tartaruga e hamster.

As sessões foram divididas em três momentos: no primeiro aconteceu a interação das crianças com animais de pelúcia semelhante ao animal que participaria da AAA, na respectiva sessão; no segundo momento, as crianças interagiram com os animais reais e no terceiro, foram realizadas atividades lúdicas como pinturas e colagens referentes ao animal participante na sessão. O comportamento e a reação das crianças foram observados durante todo o momento da AAA.

Também se realizou a avaliação dos parâmetros fisiológicos dos animais, bem como avaliação do comportamento e reação dos animais participantes da AAA. Foram aferidos sempre que possível a frequência cardíaca (FC), a frequência respiratória (FR), a temperatura retal (TR), a temperatura superficial (TS) e o pulso (P), antes, durante e após os animais terem contato com crianças: a primeira aferição dos parâmetros foi realizada no local em que o animal residia ou habitava; a segunda avaliação aconteceu durante a sessão de AAA e o terceiro momento (avaliação) ocorreu após o término da AAA. Ou seja, os dados fisiológicos foram anotados 30 minutos antes da AAA, durante a AAA e 30 minutos após o término da AAA. Foram registradas as observações subjetivas da equipe e das professoras de cada turma que participou das sessões de AAA. Os professores responsáveis pelas crianças, também anotaram as respectivas observações em um questionário visando pontuar o comportamento, a socialização e a percepção das crianças quanto às atividades da AAA. Os dados obtidos foram analisados e submetidos à análise estatística descritiva, através do programa Excel®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o relato dos professores responsáveis por cada turma, os alunos aguardavam a chegada da equipe desse projeto com muita expectativa e alegria. Isso também foi observado por Pereira et al. (2017), ao relatarem haver grande alegria e bem-estar nas crianças do setor de pediatria, em contato com cães durante a AAA.

A análise das respostas e pontuações anotadas no questionário aplicado pelas

professoras e pela equipe da AAA, em cada sessão, demonstrou que houve melhora no comportamento, na socialização e na percepção dos alunos participantes (dados obtidos aplicando-se a Tabela 1).

Com relação aos animais que participaram da AAA, no que tange aos parâmetros fisiológicos, houve algumas dificuldades para aferir alguns parâmetros de algumas espécies como a tartaruga. Contudo, observou-se que inicialmente alguns animais apresentaram um leve grau de estresse, medo e ficaram assustados no primeiro momento, e esses três elementos ocorreram por causa da locomoção, do transporte e principalmente devido ao contato com as crianças, que não faziam parte da rotina animal. Além disso, os animais não estavam acostumados com a presença e com a manipulação de tantas pessoas ao mesmo tempo e nem com tanto barulho, o que era esperado já que as atividades envolviam crianças. Apesar disso, na maioria das sessões os animais ficaram alegres, apresentaram boa interação com as crianças, demonstrando troca de afeto e alegria entre ambos (criança e animal).



Figura 1 – Momento em que as crianças tentavam adivinhar, por meio do toque às cegas, que animal estava na caixa, representado por um brinquedo semelhante ao animal levado no dia da AAA.

(MIRANDA, 2020)



Figura 2 – No Primeiro momento da AAA foi baseado na interação das crianças com o brinquedo semelhante ao animal que foi levado pela equipe.

(MIRANDA, 2020)



Figura 3.1 – No Segundo momento da AAA, no qual as crianças interagiram com os animais reais como mostrado nas fotos como retratado a figura 3.1 e 3.2.

(MIRANDA, 2020)



Figura 3.2 - No Segundo momento da AAA, no qual as crianças interagiram com os animais reais como mostrado nas fotos como retratado a figura 3.1 e 3.2.

(MIRANDA, 2020)



Figura 4 – Já no terceiro momento da AAA foram realizadas atividades lúdicas, como pinturas e colagens referentes ao animal levado na sessão.

(MIRANDA, 2020)

Nota	Avaliação
0	O comportamento, a percepção ou a socialização apresentou piora.
1	O comportamento, a percepção ou a socialização não apresentou diferença.
2	O comportamento, a percepção ou a socialização apresentou discreta melhora.
3	O comportamento, a percepção ou a socialização apresentou moderada melhora.
4	O comportamento, a percepção ou a socialização apresentou grande melhora.

Tabela de notas para avaliação dos alunos.

Tabela 1 - Sistema de Avaliação dos Alunos

Observando as Tabela 2 e 3, e as figuras 01 e 02 que expõe as notas atribuídas às sessões, a respeito do comportamento, da socialização e da percepção de cada turma contemplada na AAA, juntamente com a Tabela 1, concluiu-se ter havido grande melhora nas três características (comportamento, socialização e percepção) analisadas, o que segundo Pereira et al. (2017) e Fülber (2011) pode influenciar positivamente nos aspectos físicos, intelectuais, sociais e emocionais das crianças que participam de atividades envolvendo animais.

Característica Analisada	Sessões											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Comportamento	1	2	2	4	4	3	4	3	3	3	4	4
Percepção	2	3	3	3	4	3	3	4	3	4	4	4
Socialização	3	3	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4

Notas obtidas pela turma quanto ao comportamento, percepção e socialização durante doze sessões em 2019.

Tabela 2- Notas atribuídas às turmas no ano de 2019, do CMEI Santa Rita de Cássia durante as sessões de AAA (dados prévios observados até início de março de 2020).

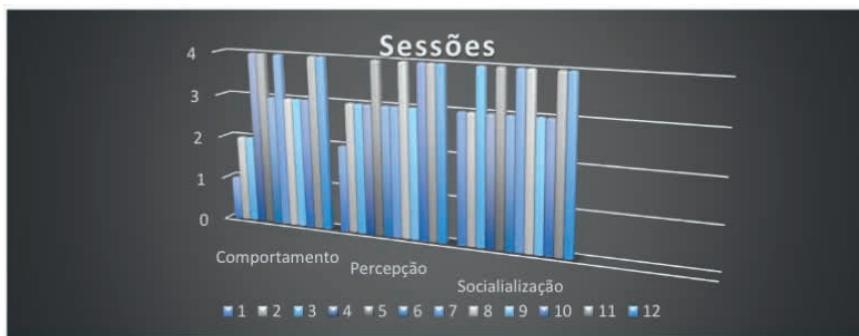


Figura 01 - Avaliação da CMEI Santa Rita de Cássia.

Característica Analisada	Sessões								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Comportamento	3	2	1	3	2	2	4	4	4
Percepção	3	2	2	4	2	2	4	3	4
Socialização	3	3	2	4	3	3	4	4	3

Notas obtidas pela turma quanto ao comportamento, percepção e socialização durante nove sessões em 2020.

Tabela 2- Média das notas atribuídas às turmas no ano de 2020, do CMEI Santa Rita de Cássia e as Escolas Municipais Leda de Lima Canário e Maria Inês Faria durante as sessões de AAA (dados prévios).



Figura 02 - Avaliação da CMEI Santa Rita de Cássia e as Escolas Municipais Leda de Lima Canário e Maria Inês Faria.

Em relação aos parâmetros fisiológicos dos animais participantes da AAA, observou-se que se mantiveram normais (FC, FR, P, TR e TS). A exceção deu-se na segunda aferição, onde os animais já estavam em companhia das crianças, provavelmente devido ao barulho e mudança de ambiente. Porém, na terceira aferição notou-se que os parâmetros já estavam normais novamente. O projeto que deveria acontecer ao longo de doze meses, ocorreu apenas entre agosto de 2019 e março de 2020, não tendo continuidade devido à Pandemia do COVID-19. Desta forma, efetivamente, aconteceram apenas cinco meses de atividades, uma vez que as unidades de ensino municipal entraram de férias nos meses de dezembro/2019 e janeiro/2020 e posteriormente, tiveram as atividades pedagógicas suspensas.

CONCLUSÕES

Em suma, as sessões de AAA apresentaram resultados positivos nas crianças. Vale lembrar que a interação criança-animal ajuda a desenvolver nas crianças o conhecimento, o carinho e o respeito pelos animais, refletindo positivamente no bem-estar de ambos. Tais reflexos podem auxiliar na determinação do critério de valor, nas características e na personalidade das crianças. Com relação aos animais, sinais de estresse ocorreram

durante parte das atividades, porém a maioria permaneceu alerta, alegre e motivado ao interagirem de forma positiva com as crianças. A avaliação desta interação criança-animal foi classificada entre boa e excelente.

AGRADECIMENTOS

À UENP – Campus Luiz Meneghel que sempre dá o suporte necessário à realização de projetos de iniciação científica; à Fundação Araucária, pela bolsa de estudo concedida e apoio à pesquisa e a todos os envolvidos no projeto.

REFERÊNCIAS

FÜLBER, S. **Atividade e terapia assistida por animais.** 2011. 27 f. Trabalho de conclusão em Medicina Veterinária- UFRGS, Porto Alegre, 2011.

DOTTI, J. **Terapia e Animais.** São Paulo: PC Editorial, 2005. 167p.

BECKER, M.; MORTON, D. **O poder curativo dos animais.** Rio de Janeiro: Ed. Bertrand, 1986.

SILVARES, E. F. M. **É satisfatório o atendimento psicológico nas clínicas-escola brasileira?** In: CARVALHO, R. M. L. L. (Org.) Repensando a formação do psicólogo: da informação à descoberta. Campinas: Alínea, 1996. (Coletâneas da ANPEPP).

Pereira VR; Nobre MO; Capella S; Vieira ACG. **Interação lúdica na atividade assistida por cães em pediatria. Enfermagem em foco;** 2017. [Periódico online]. [2020 Out.10]. Disponível em: URL: <http://revista.cofen.gov.br/index.php/enfermagem/article/view/831/371>

MACHADO, J. A. C.; ROCHA J. R.; SANTOS L. M. **Terapia assistida por animais (TAA), Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária,** n.10, p.1-5, 2008. Disponível em: http://faef.revista.inf.br/images_arquivos/arquivos_destaque/yBDakPBzygjaglw_2013-5-28-12-0-12.pdf

YAMAMOTO, K.C.M et al. 2012. **Avaliação fisiológica e comportamental de cães utilizados em terapia assistida por animais (TAA).** Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.64, n.3, p.568-576, 2012. Disponível em: URL: <https://www.scielo.br/pdf/abmvz/v64n3/07.pdf>

Colosio SAR. **Avaliação de alterações de comportamento em crianças de uma creche após uso da terapia assistida por animais** [Trabalho de conclusão de curso online]. Bebedouro: Faculdades Integradas Fafibe; 2009. Disponível em: URL: <http://unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/revistapsicologia/sumario/14/06122010140325.pdf>

Oliveira GR; Ichitani T; Cunha MC. **Atividade assistida por animais: efeitos na comunicação e interação social em ambiente escolar. Distúrbios da Comunicação** [Periódico online] 2016; 28(4). Disponível em: URL: <https://revistas.pucsp.br/index.php/dic/article/view/28017>

CAPÍTULO 3

AVALIAÇÃO DE HÍBRIDOS DE GIRASSOL EM GUARAPUAVA-PARANÁ

Data da submissão: 09/08/2023

Data de aceite: 02/10/2023

Edson Perez Guerra

Universidade Estadual do Centro-Oeste
Departamento de Agronomia,
Guarapuava-PR,
<http://lattes.cnpq.br/8571916045049616>

Gabriela Santos de Oliveira

Universidade Estadual do Centro-Oeste
Curso de Agronomia, Guarapuava-PR,
<http://lattes.cnpq.br/5678075823038967>

Talia Aksenen

Universidade Estadual do Centro-Oeste
Curso de Agronomia, Guarapuava-PR,
<http://lattes.cnpq.br/5266944719713488>

Jackson Kawakami

Universidade Estadual do Centro-Oeste
Departamento de Agronomia,
Guarapuava-PR,
<http://lattes.cnpq.br/2942478614198351>

Paraná. Foram avaliados doze genótipos mais duas testemunhas, em delineamento em blocos ao acaso com três repetições. As respostas médias dos genótipos foram de 56 dias para o florescimento e 95 dias para a maturação fisiológica, com média de 1,70 m de altura e com 2.861 kg ha⁻¹ de rendimento de aquênios. O híbrido BRS G66 apresentou 3258 kg ha⁻¹ de rendimento de aquênios, 44% de teor de óleo e 1442 kg ha⁻¹ de rendimento de óleo, não diferindo estatisticamente dos híbridos BRS G68, BRS G67, BRS G65 e Helio 250 e não diferindo das testemunhas BRS G323 e Aguará 06. As análises indicaram híbridos de girassol com rendimento acima da média nacional e precoces, podendo ser alternativas para cultivo na região Centro-Sul do Paraná.

PALAVRAS-CHAVE: *Helianthus annuus*, melhoramento vegetal, rendimento

RESUMO: O girassol é uma das principais oleaginosas de produção mundial e possui grande adaptabilidade de cultivo. O objetivo do trabalho foi avaliar caracteres de importância agronômica de novos genótipos de girassol adaptados à região Centro-Sul do Paraná. O experimento foi conduzido na safra 2019/2020 em Guarapuava,

EVALUATION OF SUNFLOWER HYBRIDS IN GUARAPUAVA- PARANÁ STATE

ABSTRACT: Sunflower is one of the main oilseeds produced in the world and has great cultivation adaptability. The objective of the study was to evaluate important

agronomic characters of new genotypes adapted to the Center-South region of Paraná. The experiment was carried out in the 2019/2020 growing season in Guarapuava, Paraná State. Twelve genotypes plus two controls were evaluated in a randomized block design with three replications. The mean responses of the genotypes were 56 days for flowering and 95 days for physiological maturity, with 172 cm height mean and 2,861 kg ha⁻¹ of grain yield. The BRS G66 hybrid showed 3258 kg ha⁻¹ of grain yield, 44% of oil content and 1442 kg ha⁻¹ of oil yield, not differing statistically from the BRS G68, BRS G67, BRS G65 and Helio 250 genotypes, and not differing from the controls BRS G323 and Aguará 06. The analyzes indicated sunflower hybrids with yield above the national average and earlier, which may be alternatives for cultivation in the Center-South region of Paraná.

KEYWORDS: *Helianthus annuus*, plant breeding, yield

1 | INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annus* L.) é uma das três espécies oleaginosas de grãos de maior importância mundial, juntamente com a soja e a colza. A produção mundial estimada em 2022 foi de 50,44 M t em 27,49 M ha. Essa produção foi 12% menor que a anterior, que foi de 57,27 M t em 2021 (USDA, 2023). No Brasil a previsão é de produção de 71,1 mil t de grãos em 44,7 mil ha na safra 2022/2023, com aumento de 73% na produção em relação à safra anterior, com produtividade de 1.592 kg ha⁻¹ (CONAB, 2023).

A cultura possui características agronômicas interessantes com adaptação a diversos ambientes, é pouco influenciado por diferenças de latitude e altitude, com tolerância inicial ao frio, seca e calor (GAZZOLA et al., 2012; STASIAK et al., 2018). É relativamente resistente à seca, com fases mais sensíveis ao déficit hídrico na semeadura e emergência e, principalmente, do início da formação do capítulo à floração, seguida da formação e enchimento de grãos (EMBRAPA, 2021). Para o cultivo na região de Guarapuava deve-se seguir o Zoneamento Agrícola de Risco Climático -ZARC para a cultura de girassol no estado do Paraná (MAPA, 2023).

Mais de 90% da produção de girassol é destinada à produção de óleo comestível de alta qualidade, com maior concentração de ácidos graxos polinsaturados. Na culinária esse óleo é mais procurado por sua alta estabilidade oxidativa. Em uma tonelada de semente de girassol são produzidos aproximadamente 400 kg de óleo, 250 kg de casca, 350 kg de torta e 40% de proteína, sendo assim, considerada importante fonte de alimentação animal, do qual pode-se produzir concentrados proteicos, farelos e silagem (GAZZOLA et al., 2012; STASIAK et al., 2018).

No Brasil, a maioria dos híbridos comercializados para o cultivo são desenvolvidos em outros países, os quais possuem condições edafoclimáticas diferentes. Para que haja opções de novas cultivares adaptadas às condições nacionais, programas de melhoramento genético de girassol são desenvolvidos na Embrapa Soja e na Universidade Estadual do Centro-Oeste. A Embrapa Soja realiza estudos há vários anos para melhoramento de variedades e obtenção de híbridos de linhagens adaptados a cada região, em diferentes

tipos de solo e clima. As avaliações são realizadas em parceria com instituições, cooperativas e universidades na Rede de Ensaios de Cultivares de Girassol. Dentre as cultivares aprovadas no mercado citam-se a variedade de polinização aberta BRS 324 com alto teor de óleo (47%) e rica em ácido graxo linoleico (CARVALHO et al., 2010) e o híbrido simples BRS 323 (CARVALHO et al., 2013).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os caracteres agronômicos de genótipos de girassol para estudo de estabilidade e adaptabilidade na região Centro-Sul do Paraná.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola *campus* CEDETEG, unidade experimental da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), situada junto à Estação Experimental do Instituto Agronômico do Paraná-IAPAR, na BR 277, km 350, bairro Três Pinheiros, em Guarapuava, PR. Segundo Köppen, o clima da região é classificado como cfb.

Foi realizado ensaio de competição de genótipos de girassol na safra 2019/2020, com sementes fornecidas pela Embrapa Soja, como parte das avaliações da Rede Nacional de Ensaios de Cultivares de Girassol. Foram avaliados quatorze genótipos de girassol: híbridos BRS G62, BRS G63, BRS G64, BRS G65, BRS G66, BRS G67, BRS G68, BRS G69, BRS G70, BRS G71, BRS G72 e Helio 250 e as cultivares comerciais BRS 323 e Aguará 06 como testemunhas.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com três repetições, com parcelas de quatro linhas de 6,0 m, em espaçamento de 0,45 m entre linhas e 0,40 m entre plantas na linha. A área útil da parcela foi de 5,0 m nas duas linhas centrais. Foram preparadas linhas com implemento semeadora/adubadora, com aplicação de 300 kg ha⁻¹ do formulado 04-20-20 no sulco de semeadura. A semeadura ocorreu em 30/11/2019, feito com o auxílio de semeadora manual tipo bazuca. Foram utilizadas três sementes por cova e desbastadas 15 dias após emergência, deixando-se uma planta por cova. A adubação de cobertura foi realizada aos 25 dias após a emergência, com 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio N e 2,0 kg ha⁻¹ de boro.

Foram avaliados os caracteres: número de dias para floração (NDF) medida da emergência até o início do florescimento; número de dias para a maturação (NDM), medida em dias da emergência até a maturação fisiológica, com 90% das brácteas de coloração amarelo e castanho; altura de plantas (ALT), média de oito plantas medidas do nível do solo até a inserção do capítulo (cm); rendimento de grãos (REND) (kg ha⁻¹), calculado a 11% de umidade. A análise do teor de óleo é feita pelo sistema NIR, de amostras de grãos enviadas para a Embrapa Soja, analisadas em conjunto com as demais amostras dos ensaios nacionais.

No estágio de enchimento de grãos, os capítulos da área útil da parcela foram protegidos com sacos de TNT para prevenção contra o ataque de pássaros (SILVA et al., 2019). A colheita dos capítulos de girassol da área útil das parcelas foi feita manualmente e foram trilhadas individualmente em equipamento colhedora/trilhadora automática de parcelas Wintersteiger®.

Os dados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste Duncan a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa computacional Genes (CRUZ, 2013).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância de caracteres agronômicos de girassol do ensaio realizado em Guarapuava é apresentada na tabela 1, indicando diferenças significativas para todos os caracteres. Na figura 1 é apresentado o ensaio de girassol com as plantas nos estádios de florescimento e de maturação.

Variação	G.L.	NDF ¹	NDM	ALT	REND
Blocos	2	1,78	0,50	1.140,35	211.336,02
Genótipos	13	31,94 **	23,31 **	774,89 **	149.613,36 *
Resíduo	26	0,84	0,27	58,97	62.917,15
Total	41				
Média		56,29	94,79	172,46	2861,29
CV (%)		1,63	0,55	4,45	8,77

¹NDF- número de dias para floração; NDM- número de dias para a maturação fisiológica; ALT- altura de plantas (cm); REND- rendimento de grãos; CV – Coeficiente de variação.

Tabela 1. Análise de variância de caracteres agronômicos de girassol na safra 2019/2020, em Guarapuava, PR.



Figura 1. Ensaio de genótipos de girassol em estágio de florescimento (A) e maturação (B) na safra 2019/2020, em Guarapuava, Paraná. Fonte: GUERRA (2020).

As médias dos caracteres avaliados são apresentados na tabela 2.

Genótipos	NDF ¹	NDM	ALT	REND	Óleo	R.Óleo				
BRS 323 ²	59,3	b ³	95,0	cd	193,3 ab	3075,7	abc	43,9	1340	abcd
BRS G62	58,3	bc	94,3	de	171,3 defg	2735,7	bcd	44,9	1220	abcd
BRS G63	58,0	bc	95,3	c	186,0 bc	2763,4	bcd	43,1	1196	bcd
BRS G64	57,7	bc	95,0	cd	175,2 cdef	2541,6	d	45,5	1145	abc
BRS G65	51,3	f	91,7	h	162,1 fgh	2918,2	abcd	45,1	1305	abc
BRS G66	53,7	e	93,0	fg	177,1 cde	3258,1	a	44,0	1442	a
BRS G67	52,7	ef	93,7	ef	158,3 gh	2940,4	abcd	46,4	1385	ab
BRS G68	53,0	e	92,0	h	152,2 hi	3023,8	abcd	46,0	1402	ab
BRS G69	55,3	d	95,0	cd	174,6 cdef	2608,9	cd	42,3	1106	d
BRS G70	57,0	c	95,0	cd	142,2 i	2687,7	cd	44,7	1206	abcd
BRS G71	53,0	e	92,3	gh	174,9 cdef	2659,6	cd	43,6	1190	bcd
BRS G72	56,7	cd	94,7	cd	164,6 efgh	2713,2	cd	45,5	1236	abcd
Aguará06 ²	63,0	a	103,0	a	203,3 a	3209,6	ab	43,6	1376	abc
Helio 250	59,0	b	97,0	b	179,4 cd	2922,2	abcd	45,4	1334	abcd
Média	56,3		94,8		172,5	2861,3		44,6	1277,4	

¹NDF- número de dias para o florescimento; NDM- número de dias para a maturação; ALT-altura de planta (cm); Rendimento de grãos (kg ha⁻¹); Óleo- teor de óleo (%); R.Óleo- Rendimento de óleo (kg ha⁻¹); ²Cultivares testemunhas; ³Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Média de caracteres agronômicos de genótipos de girassol na safra 2019/2020, em Guarapuava, PR.

O genótipo BRS G66 apresentou o maior rendimento de 3.258,1 kg ha⁻¹ de grãos, não diferindo estatisticamente dos genótipos BRS G68 com 3.023,8 kg ha⁻¹, BRS G67 com 2.940,4 kg ha⁻¹, BRS G65 com 2.918,2 kg ha⁻¹ e Helio 250 com 2.922,2 kg ha⁻¹. Esses híbridos também não diferiram das testemunhas Aguará 06 com 3.209,6 kg ha⁻¹ e BRS 323 com 3.075,7 kg ha⁻¹.

Os quatro híbridos mais produtivos BRS G68, BRS G66, BRS G67 e BRS G65 apresentaram NDM de 91 a 93 dias, sendo estatisticamente mais precoces que as testemunhas, que apresentaram 95 a 103 dias para a maturação fisiológica. O mesmo foi observado para NDF, com médias de 51 a 53 dias para os quatro genótipos, estatisticamente mais precoces que as testemunhas, que apresentaram 59 a 63 dias para o florescimento. A cultivar comercial de girassol BRS 323, utilizada como testemunha, é considerada precoce podendo ser colhida com 100 dias de cultivo, antecipando o ciclo em 20 dias em relação a outras cultivares (EMBRAPA, 2019). Os híbridos testados apresentaram ser mais precoces que as cultivares testemunhas BRS 323 e Aguará 06, condição interessante para regiões onde há limitações climáticas para o cultivo.

Dentre os genótipos mais produtivos, BRS G68, BRS G67 e BRS G65 apresentaram menor altura de plantas, de 152 cm a 162 cm, diferindo das testemunhas BRS 323 e

Aguará 06 com 179 e 203 cm, respectivamente. Os genótipos apresentaram uniformidade de altura dentro de cada híbrido, indicando controle genético das linhagens parentais, homogeneidade do híbrido e estabilidade de produção (FERREIRA NETO et al., 2017).

Os caracteres avaliados indicam boa adaptabilidade dos híbridos ao ambiente na região Centro-Sul do Paraná, devendo ser comparado com outros ensaios realizados nas demais regiões do estado e de outras regiões relacionadas no país, dos ensaios conduzidos por instituições integrantes da Rede de Ensaios de Girassol coordenado pela Embrapa Soja (CARVALHO et al., 2018; CARVALHO et al., 2014).

Os teores de óleo observados indicaram BRS G67 e BRS G68 com altos teores de 46,4% e 46,0%, respectivamente, com média geral de 44,6%. O maior rendimento de óleo observado foi de 1442 kg ha⁻¹ para BRS G66, não diferindo estatisticamente de outros sete híbridos e das duas testemunhas. A média geral foi de 1277,4 kg ha⁻¹ de rendimento de óleo.

Os resultados das análises de teor de óleo e rendimento dos genótipos estudados devem ser comparados com as análises nacionais fornecidas pela Embrapa Soja, podendo variar o teor conforme o local e ano de produção, indicando os genótipos com maior estabilidade e adaptabilidade de produção.

4 | CONCLUSÃO

A partir da realização do experimento foi possível observar a adaptabilidade dos genótipos para a região Centro-Sul do Paraná. As respostas médias dos genótipos foram de 56 dias para o florescimento e 95 dias para a maturação fisiológica, indicando presença de híbridos mais precoces, com média de 172 cm de altura e 2.861 kg ha⁻¹ de rendimento de grãos.

O híbrido BRS G66 apresentou 3258 kg ha⁻¹ de rendimento de aquênios, 44% de teor de óleo e 1442 kg ha⁻¹ de rendimento de óleo, não diferindo estatisticamente dos híbridos BRS G68, BRS G67, BRS G65 e Helio 250 e não diferindo das testemunhas BRS G323 e Aguará 06. Esses híbridos de girassol apresentaram produtividade acima da média nacional e precoces, podendo ser alternativas para cultivo na região Centro-Sul do Paraná.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, G. P. C.; CAVALLARO, M. C.; AMABILE, R. F.; GODINHO, V. P. C.; OLIVEIRA, A. C. B.; RAMOS, N. P.; CARVALHO, H. W. L.; BRIGHENTI, A. M. **Informes da avaliação de genótipos de girassol 2017/2018 e 2018.** 21. ed. Londrina, PR: Embrapa Soja, 2018.

CARVALHO, L. M.; CARVALHO, H. W. L.; OLIVEIRA, I. R.; CARVALHO, C. G. P.; MENEZES, V. M. M.; SANTOS, D. L.; MOITINHO, A. C.; MARQUES, M. G.; OLIVEIRA, T. R. A.; SANTOS, M. L.; RODRIGUES, C. S.; CASTRO, C. R. Desempenho produtivo do consórcio girassol/mandioca, nos tabuleiros costeiros do Sergipe. **Comunicado Técnico 147**, Embrapa, Aracaju, SE, 2014.

CARVALHO, C. G. P. de; OLIVEIRA, A. C. B. de; OLIVEIRA, M. F. de; CARVALHO, H. W. L. de; GODINHO, V. de P. C.; AMABILE, R. F.; OLIVEIRA, I. R. de; RAMOS, N. P.; GONCALVES, S. L.; LEITE, R. M. V. B. de C.; CASTRO, C. de; RIBEIRO, J. L.; PIRES, J. L. F.; BRIGHENTI, A. M.; ALVES, R. M. Cultivar de girassol BRS 323: híbrido com produtividade e precocidade. Embrapa Soja. Folders. 2013.

CARVALHO, C. G. P. de; OLIVEIRA, M. F. de; GONCALVES, S. L.; LEITE, R. M. V. B. de C.; OLIVEIRA, A. C. B. de; AMABILE, R. F.; CARVALHO, H. W. L. de; OLIVEIRA, I. R. de; GODINHO, V. de P. C.; RAMOS, N. P.; BRIGHENTI, A. M. Girassol: BRS 321 BRS 324. Embrapa Soja. Folders. 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: Grãos, Safra 2022/2023**, 8o Levantamento, v.10, n.8, maio 2023. Tabela 1- Comparativo de área, produtividade e produção por produto. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acessado em: 12 jun. 2023.

CRUZ, C. D. GENES – a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v.35, n.3, p. 271-276, 2013. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/21251/pdf>. Acesso: 12 jul. 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Zoneamento agrícola de risco climático para girassol é atualizado no Brasil**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62951553/zoneamento-agricola-de-risco-climatico-para-girassol-e-atualizado-no-brasil>. Acesso: 12 fev. 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Girassol**: cultivar precoce e produtiva é opção para safrinha no Cerrado. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/43893261/girassol-cultivar-precoce-e-produtiva-e-opcao-para-safrinha-no-cerrado>. Acesso em 17 jul. 2023.

FERREIRA NETO, A.; SANTOS, A. R.; RODRIGUES, P. S.; SANTOS, A. P.; COSTA, T. A. Altura e características de produção de genótipos de girassol. Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol, 21, 2015, Londrina, PR. **Anais** [...]. Londrina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, p. 101-104, 2017.

GAZZOLA, A.; BORTOLINI, E.; PRIMIANO, I. V.; CUNHA, D. A. Estudo do ambiente de produção do girassol. In: GAZZOLA, A. et al. **A cultura do girassol**. Piracicaba: ESALQ/USP, v. 69, p. 22-36, 2012. Disponível em: https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/culturas_anuais/livros/A%20CULTURA%20DO%20GIRASSOL.pdf. Acesso em 23 jun. 2023.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO- MAPA. **Portaria SPA/MAPA nº 153, de 08 de maio de 2023**. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/riscos-seguro/programa-nacional-de-zoneamento-agricola-de-risco-climatico/portarias/safra-vigente/parana/PORNTN153GIRASSOLPR.pdf>>. Acesso em: 5 jun. 2023.

STASIAK, D.; DALCHIAVON, F. C.; BIRCK, M.; HIOLANDA, R.; IOCCA, A. F. S.; COLETTI, A. J.; CARVALHO, C. G. P. Agronomic characteristics of sunflower genotypes according to plant population. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 41, n. 1, p. 4-13, 2018. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1103429/1/RCA171521.pdf>. Acessado em: 16 jun. 2023.

SILVA, P. S. L.; TOMAZ, F. L. S.; SIQUEIRA, P. L. O. F.; SILVA, P. I. B.; LIMA, L. A. C. Perda no rendimento de cultivares de girassol devidas ao ataque de pássaros, **Revista Ciência Agronômica**, v. 50, n.1, p. 114-122, 2019.

USDA. Foreign Agricultural Service. Table 14 Sunflowerseed Area, Yield and Production. In: **World Agricultural Service**. Circular Series WAP 4-23, April 2023, p. 36. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>. Acessado em: 15 jul. 2023.

CAPÍTULO 4

CARACTERIZAÇÃO DE LEVEDURAS SELVAGENS PARA A PRODUÇÃO DE CERVEJA

Data de submissão: 07/08/2023

Data de aceite: 02/10/2023

Osmar Roberto Dalla Santa

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Departamento de Engenharia de Alimentos
Guarapuava, Paraná
<https://lattes.cnpq.br/2592077234468128>

João Manoel Folador Rodriguez

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Departamento de Engenharia de Alimentos
Guarapuava, Paraná
<http://lattes.cnpq.br/1004101801407968>

Cristina Maria Zanette

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Departamento de Engenharia de Alimentos
Guarapuava, Paraná
<http://lattes.cnpq.br/9218612065892041>

RESUMO: A cerveja, uma das mais antigas bebidas do mundo, desempenhou papéis de significância social, política e econômica ao longo da história. Inicialmente era obtida a partir de cereais por fermentação espontânea, já que não se tinha o conhecimento da existência dos micro-organismos. Atualmente, a fermentação espontânea ainda é empregada para a

produção de cerveja, como as famosas cervejas produzidas na região de Bruxelas, as cervejas *Lambic*. Entretanto, para a produção em grande escala, o processo fermentativo é realizado por cepas de leveduras selecionadas e em condições controladas. Para ser usada como levedura cervejeira, a cepa deve apresentar características tecnológicas apropriadas, bem como, produzir metabólitos que contribuam com o aroma e sabor da cerveja. A utilização de novas linhagens de leveduras pode levar a obtenção de cervejas com características peculiares, assim, o *screening* de leveduras selvagens é uma importante alternativa, já que existe uma grande quantidade de microrganismos ainda desconhecidos. Neste escopo, este trabalho teve como objetivo avaliar características fisiológicas e/ou tecnológicas de leveduras selvagens visando a utilização na produção de cervejas. Entre as características avaliadas, destaca-se o metabolismo fermentativo, a tolerância a diferentes concentrações de etanol e a capacidade de flocação das células. Pelos testes realizados verificou-se a possibilidade de utilizar cepas de leveduras selvagens, pois, para as características avaliadas apresentam potencial tecnológico.

PALAVRAS-CHAVE: Leveduras selvagens; seleção; fermentação alcoólica; cerveja especial.

CHARACTERIZATION OF WILD YEASTS FOR BEER PRODUCTION

ABSTRACT: Beer, one of the oldest beverages in the world, has played roles of social, political, and economic significance throughout history. Initially, it was obtained from cereals through spontaneous fermentation, as the existence of microorganisms was not yet known. Currently, spontaneous fermentation is still employed for beer production, such as the famous beers produced in the Brussels region, the *Lambic* beers. However, for large-scale production, the fermentation process is carried out by selected yeast strains under controlled conditions. To be used as brewing yeast, the strain must exhibit appropriate technological characteristics, as well as produce metabolites that contribute to the beer's aroma and flavor. The use of new yeast strains can lead to obtaining beers with unique characteristics; thus, the screening of wild yeasts is an important alternative, given the large number of still unknown microorganisms. In this context, the aim of this study was to evaluate physiological and/or technological characteristics of wild yeasts for potential use in beer production. Among the evaluated characteristics, fermentative metabolism, tolerance to different ethanol concentrations, and cell flocculation capacity stand out. The tests conducted demonstrated the feasibility of using wild yeast strains, as they exhibited technological potential for the evaluated characteristics.

KEYWORDS: Wild yeast; screening; alcoholic fermentation; craft beer.

1 | INTRODUÇÃO

O mercado cervejeiro brasileiro e mundial tem mudando significativamente nos últimos anos, isto ocorre devido a expansão das microcervejarias que estão experimentando um grande crescimento. O sucesso deste segmento está relacionado com a produção e oferta de cervejas com características sensoriais variadas e diferentes apelos comerciais, bem como, a inserção regional destas empresas. Para isso, além de considerar questões culturais, também são exploradas matérias primas típicas produzidas localmente, visando produzir cervejas com identidade local. Isto permite obter produtos peculiares e contribui com o desenvolvimento regional e com a distribuição de renda.

Para atingir um novo patamar são necessárias ações de inovação para dar suporte a estas novas tendências do setor, com o objetivo de produzir produtos com identidade, ou seja, com características sensoriais peculiares, diferenciando-se dos produtos ofertados pelas grandes marcas que dominam o mercado. Na produção de cerveja são inúmeras as alternativas que podem ser exploradas para atingir este objetivo, desde os insumos utilizados nas formulações, dos fatores intrínsecos e extrínsecos do processo de produção do mosto e da fermentação, bem como, as diferentes linhagens de estípes de leveduras utilizadas no processo fermentativo.

Neste escopo, pesquisas de isolamento, caracterização e seleção de cepas de leveduras da microbiota de diferentes habitats são de interesse deste setor. Novas estirpes podem ser fundamentais para a utilização na produção de estilos de cervejas com

características específicas, dando identidade ao produto.

1.1 Leveduras na produção de cerveja

No processo de fabricação de cervejas uma das etapas fundamentais é a fermentação, que consiste na transformação dos açúcares em etanol e CO₂, junto a produção de outros metabólitos secundários em menor quantidade, dentre eles o acetato de etilo, os ácidos cítrico e succínico e o álcool isoamílico. A concentração destes compostos é determinante para que as características específicas dos produtos fermentados não se tornem desagradáveis sensorialmente (PEREIRA et al., 2015). Atualmente, para a grande maioria dos estilos de cerveja, a fermentação do mosto é realizada por microrganismos selecionados, os quais apresentam um perfil metabólico específico, característico para cada estilo que se deseja produzir (VALENTE JUNIOR; ALVES, 2016).

As leveduras são classificadas como fungos unicelulares, não filamentosos, geralmente apresentando formatos esféricos ou ovais. As leveduras possuem crescimento por brotamento, onde a célula parental forma um broto em sua superfície e, à medida que o broto se desenvolve, o núcleo da célula parental se divide e um dos núcleos desloca-se para o broto. Após a síntese do material da parede celular entre o broto e a célula parental, ocorre o desmembramento do broto (AQUARONE et al., 2001; TORTORA, FUNKE, CASE, 2012).

Atualmente, as leveduras cervejeiras são classificadas de acordo com as suas características tecnológicas e fisiológicas, considerando sempre o perfil sensorial dos compostos que a levedura gera durante o processo fermentativo. Assim, para cada estilo de cerveja existem estirpes selecionadas que contribuem com as características finais do produto, dando identidade ao estilo (GARCIA, 2017).

As cervejas são classificadas, ou categorizadas, em *Lager*, *Ale* e *Híbridas* sendo que em primeira instância esta classificação está baseada no tipo de levedura e de fermentação que ocorre. As leveduras *Ale* são poliplóides, ou seja, seus cromossomos são repetidos várias vezes. As leveduras *Lager* são alotetraplóides, ou seja, tem um conjunto de cromossomos de *S. cerevisiae*, um conjunto de cromossomos provavelmente de *Saccharomyces eubayuns* e um conjunto de cromossomos híbridos das duas leveduras (SENAI, 2014; SAMPAIO, 2018).

Para produzir cervejas *Lager* utiliza-se leveduras de baixa fermentação, são estirpes de *Saccharomyces pastorianus*, também conhecida como *S. carlsbergensis*. Durante a fermentação as células permanecem na metade inferior da dorna, denominadas de leveduras de fundo, e a fermentação ocorre em temperaturas mais baixas, geralmente entre 6 e 12 °C (TORTORA, FUNKE, CASE, 2012).

As estirpes de leveduras utilizadas para produzir cerveja *Lager* apresentam um perfil metabólico neutro, com baixa influência nas características sensoriais das cervejas. Nesta categoria os sabores e aromas do malte é que prevalecem, como nos estilos *Pilsen*, *Helles*

e Vienna (BJCP, 2015).

As cervejas *Ale* utilizam estirpes de *Saccharomyces cerevisiae*, que são leveduras de alta fermentação, ou fermentação de topo, pois durante o processo fermentativo elas permanecem na metade superior da dorna e a fermentação ocorre em temperaturas entre 15 e 23° C. Em geral, as estirpes de leveduras *Ale* possuem um metabolismo que gera compostos como ésteres e fenóis, que contribuem com o aroma e o sabor frutado ou condimentado, respectivamente, que podem ser percebidos nas *Weissbeer*, *Witbier* e as cervejas de abadia (*dubbel*, *tripel*, *quadrupel*). Já outros fermentos *Ale* possuem um caráter mais neutro, como os utilizados para a produção de *India Pale Ale (IPA)*, *American Pale Ale (APA)* e *Stout*, onde prevalece o aroma e sabor dos maltes ou lúpulos utilizados em cada estilo.

Uma terceira categoria é aceita pelos cervejeiros, são as cervejas produzidas por fermentação espontânea, onde um conjunto de microrganismos presentes no ambiente e insumos são os responsáveis pelo processo fermentativo. Nesta categoria também estão as cervejas fermentadas com bactérias e estirpes de leveduras, que não a *Saccharomyces*, adicionadas diretamente ao mosto resfriado. Neste caso, o termo mais amplamente utilizado é *wild*, ou “fermentação selvagem”, diferindo assim da fermentação espontânea que é utilizada para a produção de cerveja *Lambic*, ou tipo *Lambic*.

Qualquer levedura diferente das culturas utilizadas industrialmente na elaboração de cerveja são consideradas selvagens ou indígenas. Leveduras selvagens podem ter origem nos mais variados habitats, além de várias espécies de *Saccharomyces*, são encontradas também espécies dos gêneros *Brettanomyces*, *Candida*, *Debaromyces*, *Hansenula*, *Kloeckera*, *Pichia*, *Rhodotorula*, *Torulaspora* e *Zygosaccharomyces*. Quando presentes como contaminantes no processo de produção, as leveduras selvagens podem causar problemas que variam de acordo com cada contaminante, como turbidez, odores e sabores indesejados, atenuação incompleta e flocação. Em torno de 80% das leveduras selvagens pertencem ao gênero *Saccharomyces* (AQUARONE et al., 2001; DRAGONE et al., 2010).

Entretanto, dentre as leveduras selvagens podem conter espécies ou estirpes com características tecnológicas e perfil metabólico adequado para a produção de cerveja. Sendo assim, explorar essa diversidade é uma alternativa para diminuir a dependência dos fermentos importados, bem como, selecionar estirpes que possibilitem a obtenção de um produto com identidade local.

Na seleção de leveduras, três características tecnológicas são de extrema valia para a produção de cerveja. Primeiramente, a levedura precisa produzir cerveja com sabor e odor agradáveis, sendo essa questão motivada por outros fatores além da atividade da enzima, podendo ser pela matéria prima e algumas técnicas de processamento. O segundo fator é a necessidade do crescimento adequado da levedura, sendo esperado o aumento da sua massa de 3 a 5 vezes no período de fermentação. O terceiro fator é a capacidade

de floculação da levedura. Essa floculação estabelece o tipo de fermentação, a forma de separação do fermento, o tipo de cerveja obtida, entre outras características (AQUARONE et al., 2001).

2 | MATERIAL E MÉTODOS

As cepas de leveduras utilizadas neste estudo pertencem ao Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Universidade Estadual do Centro Oeste. Para os testes as cepas foram reativadas transferindo parte da biomassa para tubos com 10 mL de caldo YPG (extrato de levedura: 1%; peptona bacteriológica: 1%; glicose: 2%). Os tubos inoculados foram incubados a 25 °C por 24 h para o desenvolvimento da biomassa das estirpes. Os testes bioquímicos e/ou as características tecnológicas foram executados com culturas *overnight* (PATARO et al., 1998).

2.1 Assimilação de nitrogênio pelas cepas de leveduras

Neste teste foi verificada a capacidade das cepas de leveduras de utilizarem o nitrato de potássio (KNO_3) e nitrito de sódio (NaNO_2) como fontes de nitrogênio para o seu crescimento. Para este teste utilizou-se o meio Yeast Carbon Base (glicose: 2 g; fosfato de potássio monobásico: 0,1 g; sulfato de magnésio: 0,05 g; ágar bacteriológico: 2 g e; água destilada: 100 mL) adicionado de 2% de uma das fontes de nitrogênio. Após inoculação das diferentes cepas de leveduras, as placas foram incubadas a 20 °C por 72 h, sendo que a capacidade de utilização das fontes de nitrogênio testadas foi verificada pelo crescimento de colônias (SOUZA, 2013).

2.2 Produção de sulfeto de hidrogênio (H_2S) pelas cepas de leveduras

Para verificar a produção de H_2S pelas cepas de leveduras foi utilizado o meio LA (glicose: 4%; extrato de levedura: 0,5%; peptona bacteriológica: 0,3%; sulfato de amônio: 0,02%; acetato de chumbo neutro: 0,1%; ágar bacteriológico: 2%). As diferentes cepas foram inoculadas em placas pelo método de estrias por esgotamento e incubadas a 20 °C por 72 h. A produção de H_2S foi verificada pelo crescimento de colônias com tons de preto (ONO et al., 1991).

2.3 Capacidade fermentativa das cepas de leveduras

A capacidade fermentativa foi verificada inoculando cada cepa em tubos contendo 10 mL de caldo YPG estéril com tubos de Durhan invertido em seu interior. O material foi incubado a 20 °C por 72 h, após verificar-se a presença de gás no interior do tubo de Durhan e de biomassa no fundo do tubo de ensaio (VAUGGHAN-MARTINI, MARTINI, 1993).

2.4 Teste de floculação da biomassa das cepas de leveduras

Para verificar a capacidade de floculação da biomassa, as cepas das leveduras foram inoculadas em tubos contendo 10 mL de caldo YPG. O material foi incubado a 20 °C por 72 h, após este período, os tubos com as culturas foram agitados em agitador vórtex e deixados em repouso para verificar a sedimentação e a formação de flocos da biomassa microbiana (SUZZI et al., 1984).

2.5 Tolerância das cepas de leveduras ao etanol

Para este teste, as cepas foram inoculadas em uma série de três tubos contendo 10 mL de caldo YPG contendo diferentes concentrações de etanol: 5, 8 e 10%. Após incubação a 20 °C por 72 h a tolerância foi verificada pela produção ou não de biomassa das cepas testadas nas diferentes concentrações de etanol (GUIMARÃES, 2005).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Existe uma grande diversidade de leveduras na natureza, entretanto, para a utilização como fermento na produção de cerveja as cepas devem apresentar características tecnológicas específicas (ARAÚJO, 2013). As leveduras são fundamentais no processo de produção da cerveja, pois, a atividade metabólica destes organismos leva a produção de compostos químicos, que podem contribuir com aroma e sabor desejáveis, ou alterar negativamente as características sensoriais, levando a rejeição do produto pelo consumidor.

Além disso, as leveduras devem apresentar algumas características que não estão ligadas a aceitação sensorial e sim a questões tecnológicas. Dentre estas características, destaca-se a capacidade de floculação, a capacidade fermentativa e a resistência ao etanol (SMART, 2003; LOPES, 2016). As características bioquímicas e/ou tecnológicas das cepas de leveduras estudadas estão apresentadas na tabela 1.

Cepas	Absorção de N		Produção de H ₂ S	Produção de CO ₂	Floculação	Tolerância ao etanol		
	KNO ₃	NaNO ₂				5%	8%	10%
LPF1	+	-	-	+	+	+	-	-
LPF2	-	-	-	+	+	+	-	-
LPF3	+	-	-	+	+	-	-	-
LPF4	+	-	-	+	+	+	-	-
LPF5	-	-	-	-	+	-	-	-
LPF6	-	-	-	-	-	-	-	-
LPF7	-	-	-	+	+	-	-	-
LPF8	+	-	-	+	+	+	-	-
LPF9	+	-	-	+	+	-	-	-
LPF10	+	-	-	-	-	-	-	-
LPF11	+	-	+	-	-	-	-	-

LPF12	-	-	-	+	+	+	+	+
LPF13	+	-	-	-	-	+	-	-
LPF14	-	-	-	+	+	-	-	-
LPF15	-	-	+	-	+	+	-	-
LPF16	-	-	-	+	+	+	-	-
LPF17	-	-	-	+	+	+	+	-
LPF18	+	-	-	+	-	-	-	-
LPF19	+	-	-	-	-	+	-	-
LPF20	+	-	-	-	-	+	-	-
LPF21	+	-	-	+	-	+	+	+
LPF22	-	-	-	+	-	+	+	+
LPF3	-	-	-	+	-	+	+	+
LPF4	-	-	-	+	-	+	+	+
LPF25	-	-	-	+	+	+	+	+
LPF26	+	-	-	+	+	+	+	+
LPF27	-	-	-	+	+	+	+	-
LPF28	-	-	-	+	+	+	+	+
LPF29	+	-	-	-	+	+	+	+
LPF30	+	-	-	-	+	+	+	-
LPF31	-	-	-	+	-	+	+	+
LPF32	+	-	-	-	+	+	+	+
LPF33	-	-	-	-	-	+	+	+
LPF34	-	-	-	+	-	+	+	+
LPF35	+	-	-	+	+	+	+	+
LPF36	+	-	-	-	+	+	+	+
LPF37	-	-	-	-	+	-	-	-
LPF38	+	-	-	+	+	+	+	+
LPF39	-	-	-	+	-	+	+	+
LPF40	-	-	-	+	-	+	+	+
LPF41	+	-	-	+	+	+	+	+
LPF42	-	-	-	+	-	+	+	+
LPF43	+	-	-	+	+	+	+	+
LPF44	+	-	-	+	+	+	+	+
LPF45	+	-	-	+	+	+	+	+

Tabela 1 – Características bioquímicas e/ou tecnológicas de cepas de leveduras selvagens.

3.1 Assimilação de nitrogênio pelas cepas das leveduras

Em estudos de isolamento e seleção de microrganismos é fundamental a realização de testes bioquímicos iniciais, para verificar se a cepa isolada apresenta características compatíveis com o gênero ou espécie de interesse.

Quando o objetivo é isolar cepas de leveduras, *Saccharomyces cerevisiae*, na seleção inicial verifica-se a capacidade de assimilação de fontes de nitrogênio. As cepas da espécie *S. cerevisiae* não conseguem se desenvolver quando as únicas fontes de nitrogênio são o nitrato de potássio e o nitrito de sódio. Entre as cepas avaliadas neste estudo, 23 crescem quando o nitrato de potássio é a única fonte de nitrogênio no meio de cultivo, sendo assim, outros testes devem ser realizados para confirmar a identidade. Entretanto, todas as cepas avaliadas não utilizaram o nitrito de sódio com fonte de nitrogênio, segundo a chave taxonômica das características da espécie *S. cerevisiae*, esta é uma das características dessa espécie (VAUGHAN-MARTINI; MARTINI, 1993; SANNI; LONNER, 1993).

3.2 Produção de sulfeto de hidrogênio pelas cepas de leveduras

No processo fermentativo, a geração de compostos que contenham enxofre em sua composição são indesejáveis, especialmente os voláteis, pois agregam sabores e odores desagradáveis a bebida comprometendo a qualidade sensorial. O sulfeto de hidrogênio é um composto de odor repugnante, não devendo estar presente nos alimentos e bebidas. (RIBEIRO; HORII, 1999; MESTRES et al., 2000).

Das cepas avaliadas neste estudo, duas produziram H₂S, desta forma, esta característica deve ser considerada nas etapas seguintes do processo de seleção. Entretanto, o sulfeto de hidrogênio produzido pelas leveduras durante a produção de cerveja, devido a sua volatilidade é removido na etapa da fermentação por arraste pelo CO₂ produzido. Desta forma, esta característica não é excludente para o processo de produção de cerveja (RIBEIRO; HORII, 1999).

3.3 Capacidade Fermentativa das cepas de leveduras

Em estudos que visam a seleção de leveduras para a produção de cervejas é fundamental estabelecer algumas propriedades tecnológicas. Neste sentido, entre as características deve-se considerar a capacidade fermentativa, a tolerância ao etanol, o crescimento em altas concentrações de açúcares e floculação da biomassa (ESTEVE-ZARZOZO et al., 2000; IRANZO et al., 1998).

Na seleção de leveduras para a produção de bebidas fermentadas ou fermento-destiladas, a capacidade fermentativa, ou seja, a eficiência na conversão de açúcares em etanol e CO₂, é uma característica tecnológica fundamental. As estirpes devem ser eficientes em utilizar açúcares simples, como glicose, frutose e sacarose, mas também é desejável que consumam também carboidratos mais complexos, como trissacarídeos e dextrinas (CAPELLO et al., 2004).

Assim, as cepas isoladas são submetidas a testes de crescimento em diferentes fontes de carbono, pois, além de verificar a eficiência fermentativa, a assimilação e fermentação de compostos de carbono são critérios utilizados na identificação e caracterização bioquímica dos microrganismos. (MADIGAN, MARTINKO, PARKER, 1997)

Para avaliar a capacidade fermentativa, as cepas de leveduras foram cultivadas em meio contendo glicose, sendo que este parâmetro foi verificado pela geração de CO₂. Os resultados da capacidade fermentativa da glicose pelas cepas de leveduras estão apresentados na Tabela 1. Verificou-se duas situações distintas, a metabolização da glicose acompanhada ou não da produção de gás. Para o uso como fermento para a produção de cerveja é fundamental a fermentação de açúcares com consequente produção de etanol e CO₂. Das cepas avaliadas neste estudo, 68,9% produziram gás comprovando ação fermentativa, aquelas que metabolizaram a glicose sem produção de gás são excluídas da seleção para a produção de cerveja.

3.4 Floculação da biomassa das cepas de leveduras

Uma característica tecnológica que uma cepa de levedura deve conter para a sua utilização na produção é cerveja é a floculação da sua biomassa, especialmente importante ao final da fase fermentativa, pois diminui o tempo de decantação deixando o líquido mais límpido (ALVAREZ, et al., 2014; GUIMARAES, 2005). A floculação consiste na agregação das células em grumos, que podem ser removidos do meio (FINN, STEWART, 2002). Cepas com boa capacidade de floculação reduzem os custos de produção, pois facilita o processo de separação das leveduras do mosto, mesmo quando se utiliza a filtração ou a centrifugação do mosto fermentado (JIN, SPEERS, 1998; VERSTREPEN et al., 2001; BRITES, 2003)

Na tabela 1 estão apresentados os dados relativos a floculação, onde verifica-se que 37,8% das cepas avaliadas não apresentam a capacidade de agrupamento das células. Entretanto, se estas cepas apresentarem as demais características para a produção de cerveja, outros testes são necessários, utilizando parâmetros reais de um processo de produção de cerveja, pois, além do genótipo, fatores químicos como o pH e presença de açúcares, e fatores físicos como a temperatura e a agitação interferem na floculação das células (JIRANEK, LANGRIDGE, HENSCHKE, 1995; BRITES, 2003). Guimarães (2005), em seu estudo também constatou a floculação das células das cepas de leveduras avaliadas.

3.5 Tolerância ao etanol pelas cepas de leveduras

Na tabela 1 estão os resultados relativo a tolerância ao etanol pelas cepas de leveduras. No processo de produção de cerveja ocorre a consumo dos açúcares fermentescíveis com consequente produção de etanol, além de vários outros metabólitos. Desta forma, ocorre um acúmulo de etanol no meio que pode exercer ação antimicrobiana, dependendo da sua concentração. Atualmente, devido à grande diversificação de estilos de cerveja o teor alcoólico é muito variado, onde alguns estilos chegam a possuir teor alcoólico em torno de 15% (BJCP, 2015). Quantidades elevadas de etanol são tóxicas para as células das leveduras, assim, para que uma estirpe de levedura possa ser utilizada com

fermento na produção de cerveja ela deve ser resistente pelo menos ao teor alcoólico do estilo produzido.

Das cepas avaliadas, 22,2% não se desenvolveram na presença de 5% de etanol no meio de cultivo. A grande maioria das cervejas comerciais possuem teor alcoólico em torno de 5%. A medida que a concentração de etanol aumentou no meio de cultivo, um maior número de cepas resistiram, sendo que 42,2% e 48,9% não se desenvolveram na presença de 8 e 10% de etanol, respectivamente. Resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho para 10% de etanol também foram relatados por Guimarães (2005) avaliando leveduras vínicas.

O estresse etanólico é uma das principais condições a ser avaliada, durante a fermentação alcoólica na fase inicial ocorre aumento da concentração de etanol e da acidez no mosto. Assim, a tolerância ao etanol, a pressão osmótica e a acidez elevada são características responsáveis pela permanência de algumas estirpes e o desaparecimento de outras ao longo da fermentação (ARAÚJO et al., 2018; CHI; AMEBORG, 2000; PINA et al., 2004). Entretanto, as leveduras *Saccharomyces cerevisiae* podem se adaptar as concentrações de etanol no decorrer do processo.

4 | CONCLUSÃO

A exploração de novas estirpes de leveduras, e/ou diferentes condições do processo fermentativo, podem gerar informações importantes para o setor das microcervejarias. Este setor sempre está na busca de inovações, com o objetivo de aumentar a diversificação da oferta de produtos com características peculiares, para atender um nicho que consumidores que cada vez mais procura por novidades.

Pelos resultados obtidos neste estudo verificou-se que, dentre as características avaliadas, cepas de leveduras selvagens apresentaram perfil tecnológico adequado para a produção de cerveja. Estudos posteriores são necessários para verificar o perfil dos compostos metabólicos que são produzidos e sua influência nas características sensoriais do produto final.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, F.; CORREA, L. F. M.; ARAÚJO, T. M.; MOTA, B. E. F.; CONCEIÇÃO, L. E. F. R.; CASTRO, I. M.; BRANDÃO, R. L. Variable flocculation profiles of yeast strains isolated from cachaça distilleries. **International Journal of Food Microbiology**, v. 190, p. 97-104, 2014.

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A. **Biotecnologia industrial: biotecnologia na produção de alimentos**, v. 4. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

ARAÚJO, T. M. Caracterização bioquímico-molecular de cepas de *saccharomyces cerevisiae* isoladas de dornas de fermentação de cachaça para produção de cervejas. Ouro Preto: 2013, 112 p. Dissertação (Mestrado – Núcleo de Pesquisas em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Ouro Preto.

ARAÚJO, T. M.; SOUZA, M. T.; DINIZ, R. H. S.; YAMAKAWA, C. K.; SOARES, L. B.; LENCZAK, J. L.; OLIVEIRA, J. V. C.; GOLDMAN, G. H.; BARBOSA, E. A.; CAMPOS, A. C. S.; CASTRO, I. M.; BRANDÃO, R. L. Cachaça yeast strains: alternative starters to produce beer and bioethanol. **Antonie Van Leeuwenhoek International Gournal of general and Molecular Microbiology**, v. 1, p. 1-18, 2018.

BJCP – BEER JUDGE CERTIFICATION PROGRAM, **2015 Style Guidelines** – BJCP. Disponível em: www.bjcp.org. Acesso em 07/08/2023.

BRITES, A. S. M. **Seleção de linhagens de *Saccharomyces cerevisiae* potencializadas pelo fator Killer, H2S- e o caráter floculante**. Piracicaba, 2003. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

CAPELLO, M. S.; BLEVE, G.; GRIECO, F.; DELLAGLIO, F.; ZACHEO, G. Characterization of *Saccharomyces cerevisiae* strains isolated from must of grape grown in experimental vineyard. **Journal of Applied Microbiology**, 97, p. 1274-1280, 2004.

CHI, Z.; AMEBORG, N. *Saccharomyces cerevisiae* strains with different degrees of ethanol tolerance exhibit different adaptive responses to produced ethanol. **Journal of industrial Microbiology & Biotechnology**, v. 24, p. 75-78, 2000.

DRAGONE, G.; ALMEIDA, SILVA, J. B. **Cerveja**. In: VENTURINI FILHO, W. G. Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia, v. 1, São Paulo: Blucher, 2010, p. 28.

ESTEVE-ZAROSO, B. S.; GOSTINCAR, A.; BOBRIT, R.; URUBURU, F.; QUEROL, A. Selection and molecular characterization of wine yeasts isolated from the 'El Penedès' area (Spain). **Food Microbiology**, v. 17, n. 5, p. 553-562, 2000.

FINN, D. A.; STEWART, G. G. Fermentation characteristics of dried brewers yeast; effect of drying on flocculation and fermentation. **J. Am. Soc. Brew. Chem.** v. 60, n. 3, p. 135-139, 2002.

GARCIA, M. M. E. **Produção de cerveja: Utilização de estírpes não-convenicionais em co-fermentação com *Saccharomyces* para potenciação do perfil sensorial de diversos tipos de cerveja**. Lisboa: 2017, 119 p. Dissertação (mestrado) – Universidade de Lisboa.

GUIMARÃES, T. M. **Isolamento, identificação e seleção de cepas de levedura *Saccharomyces cerevisiae* para elaboração de vinho**. Curitiba: 2005. 117 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, UFPR.

IRANZO, J. F.; BRIONEZ-PÉREZ, A. I.; IZQUIERDO-CANÁS, P. M. Study of the oenological characteristics and enzymatic activities of wine yeasts. **Food Microbiology**, v. 15, p. 399-406, 1998.

JIN, Y. L.; SPEERS, R. A. Flocculation of *Saccharomyces cerevisiae*. **Food Research International**, v. 31, p. 421-440, 1998.

JIRANEK, V.; LANGRIDGE, P.; HENSCHKE, P. A. Amino Acid and Ammonium Utilization by *Saccharomyces cerevisiae* Wine Yeasts From a Chemically Defined Medium. *Am. J. Enol. Vitic.*, v. 46, p. 75-83, 1995.

LOPES, T. **Isolamento e identificação de leveduras selvagens de *citrus reticulata* com potencial para a fermentação de cervejas.** Porto Alegre, 2016, 60 p. Monografia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; PARKER, J. **Biology of microorganisms.** 8 ed. New Jersey: Prentice Hall, 1997.

MESTRES, M.; BUSTO, O.; GUASCH, J. Analysis of organic sulfur compounds in wine aroma. *Journal of Chromatography*, v. 881, p. 569-581, 2000.

ONO, B. I.; ISHI, N.; FUJINO, S.; AOYAMA, I. Role of hydrosulfide ions (HS-) in methylmercury resistance in *Saccharomyces cerevisiae*. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 57, n. 11, p. 3183-3186, 1991.

PATARO, C.; SANTOS, A.; CORREA, S. R.; MORAIS, P. B.; LINARDI, V. R.; ROSA, C. A. Physiological characterization of yeasts isolated from artisanal fermentation in aguardente distillery. *Revista de Microbiologia*, v. 29, p. 104-108, 1998.

PEREIRA, A. F., SILVA, P. H. A., PINHEIRO, P. F., BRAGA, L. M., PINHEIRO, C. A. Adição de fontes de nitrogênio e duas linhagens de levedura na fermentação alcoólica para produção de cachaça. *Journal of Chemical Engineering and Chemistry*, v. 1, p. 45, 2015.

PINA, C.; SANTOS, C.; COUTO, J. A.; HOGG, T. Ethanol tolerance of five non *Saccharomyces* wine yeasts in comparison with a strain of *Saccharomyces cerevisiae* – influence of different culture conditions. *Food Microbiology*, v. 21, p. 439-447, 2004.

RIBEIRO, C. A. F., HORII, J. Potencialidades de linhagens de levedura *Saccharomyces cerevisiae* para a fermentação do caldo de cana. Sci. agric. [online], v.56, n.2, p. 255-263, 1999.

SAMPAIO, J. P. Microbe Profile: *Saccharomyces eubayanus*, the missing link to lager beer yeasts. *Microbiology*, v. 164, p. 1069-1071, 2018.

SANNI, A. I.; LONNER, C. Identification of yeasts isolated from Nigerian traditional alcoholic beverages. *Food Microbiology*, v. 10, p. 517-523, 1993.

SENAI. **Tecnologia Cervejeira.** v. 1 Rio de Janeiro: Sistema FIRJAN, 2014. p. 284.

SMART, K. **Brewing yeast fermentation performance**, 2 ed. Oxford, UK. Oxford Brookes University, 2003, 321 p.

SOUZA, J. A. M. O. **Variabilidade genética de *Cryptococcus* ambientais na cidade de Salvador-BA.** Salvador: 2013. 93 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, UFBA.

SUZZI, G. P.; ROMANO, P.; ZAMBONELLI, C. Flocculation of wine yeasts: frequency, differences and stability of character. *Canadian Journal of Microbiology*, v. 30, p. 36-39, 1984.

SUZZI, G. P.; ROMANO, P.; ZAMBONELLI, C. Flocculation of wine yeasts: frequency, differences and stability of character. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 30, p. 36-39, 1884.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiology**. 6 ed. Califórnia: Art Méd, 2002.

VALENTE JUNIOR, A. S.; ALVES, F. C. D. **Bebidas alcoólicas: Cerveja**. Caderno Setorial: Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste – ETENE, ano 1, n. 2, 2016.

VAUGHAN-MARTINI, A.; MARTINI, A. A taxonomic key the genus *Saccharomyces*. **Systematic and Applied Microbiology**, v. 16, p. 113-119, 1993.

VERSTREPEN, K. J.; DERDELINCKX, G.; DELVAUX, F. R.; WINDERICKX, J. Late fermentation expression of FLO1 in *Saccharomyces cerevisiae*. **Journal of the American Society of Brewing Chemists**, v. 59(2), P. 69-76, 2001.

CAPÍTULO 5

CARACTERIZACIÓN Y ADOPCIÓN DE INNOVACIONES EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PISCÍCOLA EN EL DISTRITO DE RUPA RUPA, HUÁNUCO-PERÚ

Data de aceite: 02/10/2023

José Eduard Hernández Guevara

Universidad Nacional Agraria de la Selva
Tingo María – Perú
<https://orcid.org/0000-0002-5919-8408>

Jhon Pool Pullido Noblejas

Universidad Nacional Agraria de la Selva
Tingo María – Perú
<https://orcid.org/0000-0001-9863-7576>

Marco Antonio Rojas Paredes

Universidad Nacional Agraria de la Selva
Tingo María - Perú
<https://orcid.org/0000-0002-3570-6885>

Marcelo Cotrina Doria

Instituto de Investigación de la Amazonía
Peruana
Tingo María - Perú
<https://orcid.org/0000-0003-3760-9760>

RESUMEN: El estudio se realizó con el objetivo caracterizar los sistemas de producción piscícola y analizar la adopción de innovaciones en piscicultores del distrito Rupa Rupa, Huánuco-Perú. Se encuestó 26 piscicultores utilizando una encuesta semiestructurada considerando variables socioeconómicas y técnico productivas , además del registro de datos de índice y tasa

de adopción de innovaciones. La definición de los tipos de sistema se realizó mediante el análisis de conglomerados empleando la distancia de Jaccard y el método Ward. Las variables categóricas se analizaron a través de la prueba de chi-cuadrado; mientras que las variables cuantitativas con análisis de varianza. Tres tipos de sistemas de producción piscícola fueron definidos. El área promedio de estanque (m^2) defirió entre ellos ($p<0,0001$), con valores de $374,89 \pm 136,44$, $379,43 \pm 198,54$ y $1670,5 \pm 725,44$. En uno de los tipos de sistema, el destino de la producción fue orientado principalmente para la venta, mientras que, en los otros dos tipos se orientó también para el autoconsumo. El índice de adopción de innovaciones fue diferente entre tipos de sistema ($p=0,0162$) con valores de $0,59 \pm 0,16$, $0,45 \pm 0,10$ y $0,65 \pm 0,11$, con un promedio global de $0,57 \pm 0,15$, correspondiendo el mayor valor al grupo con orientación principalmente comercial, en el que a su vez se presentaron los mayores valores respecto a tasas de adopción.

PALABRAS CLAVE: Piscicultura, Sistemas de producción, Innovación.

CHARACTERIZATION AND ADOPTION OF INNOVATIONS IN FISH PRODUCTION SYSTEMS IN THE DISTRICT OF RUPA RUPA, HUÁNUCO-PERU

ABSTRACT: The study was conducted with the objective of characterizing fish production systems and analyzing the adoption of innovations in fish farmers in the Rupa Rupa district, Huanuco-Peru. Twenty-six fish farmers were surveyed using a semi-structured survey considering socioeconomic and technical-productive variables, in addition to the recording of data on the rate and rate of adoption of innovations. The definition of the types of system was carried out by means of cluster analysis using Jaccard's distance and the Ward method. Categorical variables were analyzed using the chi-square test, while quantitative variables were analyzed using analysis of variance. Three types of fish production systems were defined. The average pond area (m^2) differed among them ($p<0,0001$), with values of $374,89 \pm 136,44$, $379,43 \pm 198,54$ and $1670,5 \pm 725,44$. In one of the system types, the production destination was mainly oriented for sale, while in the other two types, production was also oriented for self-consumption. The rate of adoption of innovations was different among system types ($p=0,0162$) with values of $0,59 \pm 0,16$, $0,45 \pm 0,10$ and $0,65 \pm 0,11$, with an overall average of $0,57 \pm 0,15$, with the highest value corresponding to the commercially oriented group, which in turn had the highest values in terms of adoption rate.

KEYWORDS: Fish farming, Production systems, Innovation.

INTRODUCCIÓN

En la selva peruana la actividad piscícola se ha incrementado en los últimos años (QUESQUEN, 2022), actualmente la crianza de peces forma parte de los sistemas de producción en muchas de las unidades agropecuarias (ALCÁNTARA y COLASE, 2001). El desarrollo de los sistemas de producción piscícola, como cualquier otra actividad pecuaria, está supeditada a la interacción de muchos factores, cuyas características son necesarias conocer ya que son la base para el planteamiento de estrategias de mejora (CARRILLO et al., 2011).

La caracterización permite identificar variables que influencian en la homogenidad o heterogenidad presente en diversos sistemas productivos y basados en ello, la conformación de grupos representativos con características similares dentro de grupos y diferentes entre grupos, permitiendo así, su clasificación (SOLANO et al., 2000; AVILEZ et al., 2010; VARGAS-LEITON et al., 2013)

La innovación es definida como la aplicación de ideas, conocimientos o prácticas nuevas para un contexto particular, con el objetivo de crear cambios positivos que permitan satisfacer necesidades, enfrentar desafíos o aprovechar oportunidades (IICA, 2014), siendo una fuente importante de mejora de la productividad, competitividad y el crecimiento en economías tanto avanzadas como emergentes (AGUILAR-GALLEGOS et al., 2016).

En tal sentido, el desarrollo de la presente investigación tiene el objetivo de caracterizar los sistemas de producción piscícola y analizar la adopción de innovaciones en piscicultores en el distrito Rupa Rupa, Huánuco-Perú.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó con productores piscícolas en el distrito Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco, geográficamente ubicado a 09° 17' 58" de latitud sur y 76° 01' 07" de longitud oeste y altitud de 660 m.s.n.m. La población en estudio estuvo constituida por 26 unidades de producción piscícola (total de participantes del proyecto "Mejoramiento de la Transferencia de Tecnología Acuícola"), dirigido por el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Huánuco – Perú.

Se utilizó como instrumento una encuesta previamente validada, esta encuesta estuvo conformada por 11 variables que integran el componente socio-económico (edad del piscicultor, responsable del manejo, número de núcleo familiar, grado de instrucción, pertenencia a organización, años en la actividad, participación en pasantías, actividad principal, actividad secundaria, forma de inversión y área de estanque), además de 10 variables en el componente técnico productivo (tipo de estanque, sistema de producción, especies en crianza, fuente de adquisición de alevinos, destino de la producción, volumen de producción, destino de comercio e índice de adopción) . El índice y tasa de adopción de innovación se determinó considerando la metodología propuesta por (MUÑOZ et al., 2007), en base a las siguientes innovaciones: Identificación de tipo de suelo apropiado para la construcción de estanques, profundidad del nivel del agua del estanque, conformación adecuada del estanque, secado y limpieza del fondo del estanque, encalado del estanque, fertilización del estanque, aclimatación de los peces, evaluaciones biométricas, cálculo de cantidad de ración diaria de alimento, registros de producción, identificación de enfermedades, prácticas sanitarias, análisis de calidad de agua y determinación de costo de producción por kg de pescado producido.

Análisis estadístico

Los datos colectados en las encuestas fueron organizados en una hoja electrónica de Microsoft Excel. Para la definición de los grupos (tipos de sistema), la base de datos fue procesada estadísticamente mediante análisis de conglomerados, para ello se empleó como técnicas la distancia Jaccard y el método de agrupamiento de Ward.

Las variables categóricas se analizaron a través de tablas de contingencia y la prueba de chi-cuadrado (χ^2); mientras que las variables cuantitativas a través de análisis de varianza y prueba de medias del estadígrafo de Fisher ($p<0.05$). Los referidos análisis se realizaron a través del software estadístico InfoStat Versión 2020 (DI RIENZO et al., 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tipificación de los sistemas de producción piscícola en el distrito Rupa Rupa, Huánuco Perú

De acuerdo con el análisis de conglomerados, fue posible agrupar a las unidades de

producción piscícola en tres grandes grupos, cada grupo a propósito de estudio constituye un tipo de sistema de producción (SP), con características similares dentro de cada grupo y diferentes entre grupos (DIAZ, 2007), mostrando la importancia de este tipo de análisis para interpretar la diversidad de unidades de producción piscícola, permitiendo establecer eficientemente agrupaciones de acuerdo con un conjunto de variables previamente establecidas (ESCOFIER y PAGÈS, 1992; HAIR et al., 1992). El SP 1, está formado por 9 piscicultores (35%), mientras que el SP 2 está formado por 7 piscicultores (27%), 10 piscicultores (38%) conforman el SP 3 (Figura 1).

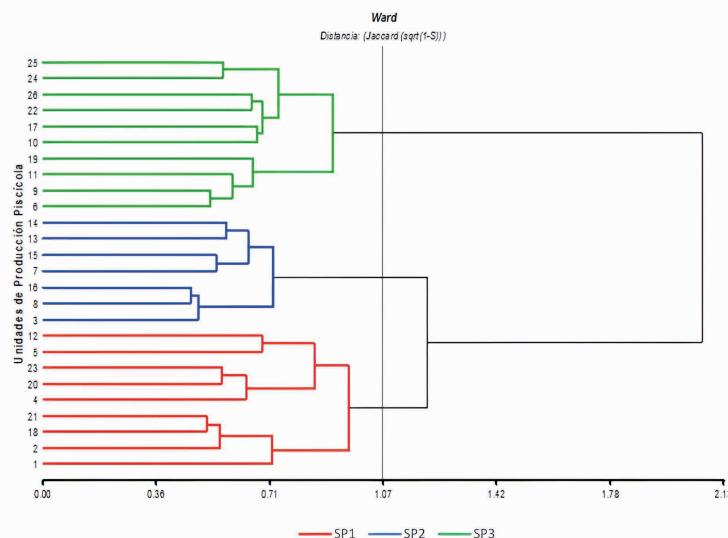


Figura 1. Dendrograma de agrupamiento de las unidades de producción piscícola en el distrito Rupa Rupa, Huánuco Perú.

Componente socioeconómico

La edad de los productores piscícolas fluctúa entre 42 y 52 años, siendo los de mayor edad los piscicultores del SP 2, cuya edad promedio es de 52 años. Este resultado puede limitar la adopción y transferencia de nuevas tecnologías, tal como menciona LA TORRE (1998), que las edades avanzadas de los productores son un factor limitante para la adopción y trasferencia de tecnología.

En los tres sistemas, más del 57 % están conformados por 1 a 4 personas por núcleo familiar y en su mayoría las actividades de manejo son realizadas por varios miembros de la familia, resultados similares a otros estudios cuyas actividades se desarrollan en el medio rural (JIMENEZ et al., 2014), ello confirma la importancia que tienen los miembros de la familia en el desarrollo de la actividad, cuya mano de obra es primordial para el desarrollo de muchas actividades agropecuarias (FORERO et al., 2002).

Los piscicultores de los SP 1 y SP 3, son personas que en su gran mayoría (más

del 50%) tienen educación secundaria completa y superior; situación que puede ser una fortaleza para la adopción de nuevas tecnologías. Según MUÑOZ et al. (2007), el grado de formación está relacionado con mejores condiciones para la adopción de tecnologías, puesto que condiciona la efectividad en la transmisión de conocimientos como lo refiere MENDOZA y MOSQUERA (2016).

En general más del 88% de piscicultores no están organizados como asociación o cooperativa, situación que dificulta el desarrollo de los productores en el aspecto social y comercial. Debido a la falta de un ente que represente y planifique condiciones de mejora como grupo. Al respecto, DEPONTI et al. (2002) menciona que esta deficiencia corresponde a un problema social, debido a la falta de liderazgo y credibilidad de las organizaciones.

Gran parte (superior al 42 %) de los piscicultores no participó en pasantías lo que refleja una limitada capacitación, la misma que puede tener interferencia en la adopción de innovaciones, puesto que el conocimiento es clave para ello (HARTWICH et al., 2008, PRUITT et al., 2012), más aún cuando el tiempo de inicio en la actividad es reciente en la mayoría de los piscicultores.

La piscicultura no constituye una de las actividades principales de los participantes en este estudio, similares resultados fueron reportados por VALDIVIA (2022). De hecho, solo representa la actividad principal únicamente para el 10% en el SP 3, ello constituye un factor crítico que limita su adecuado desarrollo, al margen de que contribuya a mitigar la pobreza y generar una fuente de ingresos para familias de escasos recursos (CEAM, 2012).

El área de espejo de agua de los estanques en las unidades de producción del SP 3 es mayor a 1670 m², mientras que para el SP 1 y SP 2 van desde 374 a 379 m², mayores áreas de espejo de agua de los estanques implican mayor inversión y por lo tanto mayor capital de infraestructura o capital fijo, como lo sostiene FEDER (1985). Es importante resaltar que la forma de inversión en la actividad piscícola de la mayoría de los participantes en este estudio se da con recursos propios.

Variable	Tipo de sistema de Producción (SP)			p-valor	
	SP 1 (n=9)	SP 2 (n=7)	SP 3 (n=10)	Prueba F	Prueba X ²
Edad del piscicultor	42,44±7,40	51,86±8,07	49,10±9,47	0,0863	
Responsable del manejo					0,8589
Jefe de hogar	33,33	28,57	20,00		
Actividad familiar	66,67	71,43	80,00		
Número de núcleo familiar					0,6731
De 1 a 4 personas	77,78	57,14	70,00		
De 5 a 8 personas	22,22	42,86	30,00		
Grado de instrucción					0,7417
Primaria incompleta	0,00	14,29	0,00		
Primaria completa	22,22	14,29	10,00		
Secundaria incompleta	0,00	14,29	20,00		
Secundaria completa	55,56	42,86	50,00		
Superior	22,22	14,29	20,00		
Pertenencia a organización					0,6682
Si	11,11	0,00	10,00		
No	88,89	100,00	90,00		
Años en la piscicultura	2,89±1,36	3,14±0,90	4,40±2,99	0,2635	
Participación en pasantías					0,1427
Si	11,11	57,14	40,00		
No	88,89	42,86	60,00		
Actividad principal					0,4783
Agrícola	88,89	100,00	70,00		
Cultivo de peces	0,00	0,00	10,00		
Otros	11,11	0,00	20,00		
Actividad secundaria					0,6682
Cultivo de peces	88,89	100,00	90,00		
Pesca	11,11	0,00	10,00		
Forma de inversión					0,6682
Recursos propios	88,89	100,00	90,00		
Crédito	11,11	0,00	10,00		
Área de estanque (m ²)	374,89±136,44 ^b	379,43±198,54 ^b	1670,5±725,44 ^a	<0,0001	

Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticas según la prueba de Fisher (p<0,05).

Variables comparadas con la prueba de X² representan valores en porcentaje.

Tabla 1. Caracterización de los sistemas de producción piscícola en el distrito Rupa Rupa en función de las variables socioeconómicas estudio

Componente técnico productivo

En cuanto al tipo de estanque dentro de los 3 sistemas conformados más del 90% es de tipo excavación, únicamente en el SP 3 el 10% es del tipo represa, la construcción a mano de obra fue superior con relación al uso de tractores, excepto en el SP 3, esto se debe a la topografía del terreno y la accesibilidad de sus predios. El sistema de producción semi-intensivo es el más practicado dentro de los tres grupos. Al respecto ALCÁNTARA y COLACE (2001) menciona que la piscicultura en la Amazonía peruana se caracteriza por su escaso nivel de desarrollo con predominancia de cultivos de peces a nivel extensivo y semi-intensivo, básicamente a nivel familiar. Por su parte el IIAP (2006) describe que la acuicultura de peces amazónicos se inicia en pequeña escala a nivel familiar y que tiende a ser semi-extensiva.

Respecto a la especie y promedio de peces criados por año, la mayor producción en los tres tipos de sistema es de *Piaractus brachypomus*, la adquisición de los alevinos en su mayoría se realiza del IIAP (Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana), constituyendo una alta dependencia de esta institución. La falta de alevines se ha constituido en una de las limitantes para el desarrollo de la actividad piscícola en algunas localidades de la Amazonía peruana (QUESQUEN, 2022).

Respecto a la comercialización, los mercados, ventas dirigidas y restaurantes son las opciones empleadas por los piscicultores del SP 3 y SP 1, mientras que las ventas dirigidas es la estrategia más desarrollada por los piscicultores del SP 2. Al respecto, FAO (2010) refiere que el acceso al mercado es una de las principales limitantes para la piscicultura de los sistemas familiares y de pequeña escala.

Los resultados de los índices de adopción de innovaciones indican estados favorables, siendo mayor en los productores del SP 3, ello relacionado a la orientación más comercial presente en este tipo de sistema (PRUITT et al., 2012). Sin embargo, aún existen deficiencias en cuanto a la implementación de algunas innovaciones por ciertos piscicultores, lo que estaría condicionando la productividad de sus unidades de producción, factores como la falta de conocimiento, tamaño de la unidad de producción, importancia de la actividad, pueden estar influenciando en estos resultados (MAFIMISEBI et al., 2006; HARTWICH et al., 2008; JASCO, 2004).

	Tipo de sistema de Producción (SP)			p-valor	
	SP 1(n=9)	SP 2 (n=7)	SP 3 (n=10)	Prueba F	X ²
Tipo de estanque				0,4352	
Represa	0,00	0,00	10,00		
Excavación	100,00	100,00	90,00		
Sistema de producción				0,2438	
Extensivo	0,00	14,29	0,00		
Semi-intensivo	100,00	85,71	100,00		
Cría especie 1 (unidades/año)	1400,00±748,33 ^b	1520±790,70 ^b	6242±491,98 ^a	<0,0001	
Cría especie 2 (unidades/año)	111,11±333,33	0	400,00±126.91	0,5767	
Fuente de adquisición de alevinos				0,1412	
IIAP	55,56	100,00	100,00		
Privado	44,44	0,00	0,00		
Destino de la producción				0,0002	
Ventas	44,44	0,00	100,00		
Autoconsumo y ventas	55,56	100,00	0,00		
Cosecha especie 1 (kg/año)	480,67±259,72 ^b	398±196,02 ^b	1730,90±140,23 ^a	0,001	
Cosecha especie 2 (kg/año)	56,56±16,67	0	152,00±80,67	0,6067	
Destino de comercio				0,0032	
Mercados	0,00	0,00	10,00		
Ventas dirigidas	66,67	100,00	0,00		
Mercados y ventas dirigidas	11,11	0,00	50,00		
Restaurante y ventas dirigidas	22,22	0,00	40,00		
Índice de adopción	0,59±0,16 ^a	0,45±0,10 ^b	0,65±0,11 ^a	0,0162	

Letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticas según la prueba de Fisher ($P<0.05$).

Variables comparadas con la prueba de X² representan valores en porcentaje. Especie 1: *Piaractus brachypomus* Especie 2: *Colossoma macropomum*

Tabla 2. Caracterización de los sistemas de producción piscícola en el distrito Rupa Rupa en función de las variables técnico-productivas en estudio.

Tasa de adopción de innovaciones

En la figura 2, se muestra la tasa de adopción de innovaciones por cada uno de los sistemas de producción determinados. En general los productores del SP 3, tuvieron las mayores tasas de adopción ello relacionado a la orientación más comercial de los productores pertenecientes a este sistema. Algunas innovaciones tuvieron baja o nula adopción en todos los sistemas, tal es el caso de la determinación de costo de producción, ello relacionado al limitado uso de registros, actividad que es frecuente en diversos sistemas de producción (ROGERS, 1995; CUEVAS et al., 2012). En tanto que la nula adopción para el análisis de calidad de agua está relacionada con el instrumental y técnicas de manejo

requerido para tal actividad, similares resultados fueron reportados por (QUESQUEN, 2022). En referencia a la aplicación de cal para desinfectar el estanque el 100% de los piscicultores aplica esta innovación, lo cual es de mucha importancia para la regulación del pH del suelo, la desinfección de agentes patógenos tal como menciona (GUERRA, 2006). El 96.15% de los piscicultores fertilizan sus estanques, esta actividad comprende la utilización de abono orgánico para la formación y proliferación de microrganismos como el fito y zooplancton, generando de este modo un ambiente favorable para la llegada y desarrollo de los alevinos (IIAP, 2000).

Respecto a realizar el proceso de aclimatación de peces, el 100% de los piscicultores aplican esta innovación, evidenciando la importancia que le dan a esta actividad, siendo muy favorable permitiendo la adaptación de los alevinos a nuevos ambientes evitando su mortalidad BALBUENA (2011).

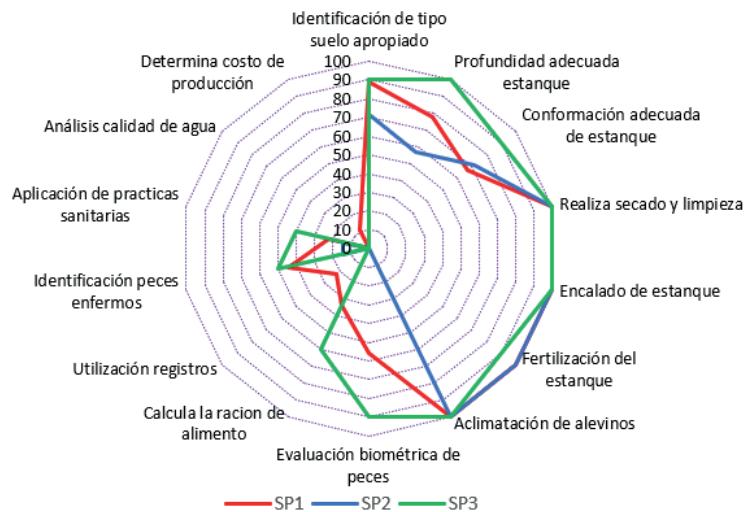


Figura 2. Tasa de adopción de innovaciones por piscicultores en los diferentes sistemas de producción.

CONCLUSIONES

Fueron determinados tres tipos de sistemas de producción en el distrito Rupa Rupa, Huánuco-Perú. Los piscicultores del SP 3, corresponden a aquellos que presentan mejores condiciones para el desarrollo de la actividad, seguidas del SP 1 y SP 2.

El índice de adopción de innovaciones promedio entre los tres sistemas determinados refiere que de las innovaciones estudiadas al menos el 50% son aplicadas por el piscicultor, con una tasa de adopción de innovaciones que fluctúa entre 0% en el análisis de calidad de agua y un 100% en realizar el proceso de aclimatación de los alevines.

REFERENCIAS

- ALCÁNTARA, F., COLACE, M. Piscicultura, seguridad alimentaria y desarrollo sostenible en la carretera Iquitos-nauta y el río tigre. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. 1 ed. Iquitos, Perú. 84 p. 2001.
- AGUILAR-GALLEGOS, N.; MARTÍNEZ-GONZALES, E.; AGUILAR-ÁVILA, J.; SANTOYO-CORTÉS, H.; MUÑOZ-RODRÍGUEZ, M.; GARCÍA-SÁNCHEZ, E. Análisis de redes sociales para catalizar la innovación agrícola: De los vínculos directos a la integración y radialidad. *Estudios Gerenciales* 32 (2016) 197–207. 2016.
- AVILEZ, J.P.; ESCOBAR, P.; FABECK, G.; VILLAGRAN, K.; GARCÍA, F.; MATAMOROS, R.; GARCÍA MARTÍNEZ, A. Caracterización productiva de explotaciones lecheras empleando metodología de análisis multivariado. *Revista Científica*, 20 (1): 74-80.2010.
- BALBUENA, E. Manual para extensionista en acuicultura. 1 ed. Paraguay, FAO. 54 p. 2010.
- CARRILLO, B.L.; MOREIRA, L.V.H.; GONZÁLEZ, V.J. Caracterización y tipificación de sistemas productivos de leche en la zona centro-sur de Chile: un análisis multivariante. *IDESIA*. Volumen 29, Nº 1. Páginas 71-81.2011
- Centro de Estudios Amazónicos (CEAM). Piscicultura rural, una experiencia de desarrollo en la Amazonía Boliviana. 2 ed. Bolivia. 309 p.2012.
- CUEVAS, V.; BACA, J.; CERVANTES, F.; ESPINOZA, J.; AGUILAR, J.; LOAIZA, A. Factores que determinan el uso de innovaciones tecnológicas en la ganadería de doble propósito en Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 2013; 4(1):31-46. 2012.
- DEPONTI, C.; ECKERT, C.; AZAMBUJA, J. Estratégia para construção de indicadores para avaliação de sustentabilidade e monitoramento de sistemas. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, Porto Alegre. 3(4):44-52. 2002.
- DÍAZ, M. Estadística Multivariada: Inferencia y métodos. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 595p. 2007.
- DI RIENZO, J.A.; CASANOVES, F.; BALZARIN, M.G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M., ROBLEDO, C.W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 2020.
- Escofier, B.; Pagès, J. Análisis factoriales simples y múltiples: objetivos, métodos e interpretación. Bilbao, Servicio Editorial Universidad del País Vasco. 285 p. 1992.
- FEDER, G.; JUST, R.E.; ZILBERMAN, D. Adoption of Agricultural Innovations in Developing Countries: A Survey. *Economic Development & Cultural Change*. 33(2). 255-298. 1985.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo, Roma. 204P. 2010.

Forero, J., Torres, L. E., Lozano, O. P.; Durana, C. Sistemas de producción rurales en la región andina colombiana: análisis de su viabilidad económica, ambiental y cultural. Pontif. Univ. Javeriana, Fac. de Estudios Ambientales y Rurales, Santafé de Bogotá. 2002.

GUERRA, H. Cultivando peces amazónicos. 2 ed. San Martín, Perú, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. 201 p. 2006.

HARTWICH, F; AMPUERO, L; ARISPÉ, T; EGÜEZ, V; MENDOZA, J; ALEXAKI A. Alianzas para la Innovación Agroalimentaria en Bolivia Lecciones para la Formulación de Políticas. Washington DC. 154p. 2008.

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Cultivando y Procesamiento de Peces Nativos: Una Propuesta Productiva para la Amazonía Peruana. Perú, IIAP. 200 p. 2000.

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Cultivando peces amazónicos. 2 ed. Perú, IIAP. 200 p.2006.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). La innovación en la agricultura:un proceso clave para el desarrollo sostenible. San José. 20p. 2014.

JASCO J. Relevancia de la innovación y las redes institucionales. **Aportes**. 8(25).p 5-18. 2004.

JIMÉNEZ, R.A.J.; ESPINOSA, O.V.; SOLER, F.D.M. O custo de oportunidade do trabalho familiar na economia da produção de leite em Michoacan, no México. **Revista de Investigación Agraria y Ambiental**. 5(1). ISSN 2145-6097 2014.

LA TORRE, M. Estado actual de la ganadería tropical en la Cuenca del Aguaytía, Pichis-Pachitea, Codo del Pozuzo y Tingo María-Tocache. Taller de producción animal en área de desarrollo alternativo. Lima, Perú. 19 p. 1998.

MAFIMISEBI, T.E., ONYEKA, U.P., AYINDE, I.A., ASHAOLU, O.F., 2006. Analysis of farmer-especific socio-eeconomic determinants of adoption of modern livestock management technologies by farmers in Southwest Nigeria. **Journal of Food, Agriculture & Environment**. 4, 183e186. 2006.

Mendoza, M.; Mosquera, O. Nivel de conocimiento de los ganaderos de ganadería bovina sobre fiebre aftosa en el Municipio San Felipe del estado Varacuy. **Gaceta Cienc Vet** 21: 45-52. 2016.

MUÑOZ, M.; AGUILAR, J.; RENDON, R.; ALTAMIRANO, J. Análisis de la dinámica de la innovación en cadenas agroalimentarias. Chapingo, México. 64p.2007.

PRUITT, J.R., GILLESPIE, J.M., NEHRING, R.F., QUSHIM, B. Adoption of technology, management practices, and production systems by U.S. beef cow-calf producers. **Journal of Agricultural and Applied Economics**. 44, 203e222. 2012.

QUESQUEN, R.O.F.; CHO, J.H.; VALDIVIA, J.Z; GARCIA, S.F.; CABRERA, A.E.S., SAMANIEGO, L.S.P. Current status of aquaculture in the Peruvian jungle: the case of Loreto. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**. v.5, n.2, p. 2383-2401, 2022.

ROGERS, E. Diffusion of innovations. Fourth edition. The Free Press. USA. 519p.1995.

SOLANO, C.; BERNUÉS, A.; ROJAS, F.; JOAQUÍN, N.; FERNÁNDEZ, W.; HERRERO, M. Relationships between management intensity and structural and social variables in dairy and dual-purpose systems in Santa Cruz, Bolivia. **Agricultural Systems**, 65: 159-177.2000.

VALDIVIA, Z.J.; QUESQUÉN, F.R.O.; GARCÍA, F.S.; HAEEUN, J.; GUTIÉRREZ, R.G.A.; GONZÁLEZ, G.J.I.; SAMANIEGO, P.L.S. Perfil socioeconómico dos piscicultores nas Comunidades do VRAEM do Norte. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**. 5(3). p. 2738-2773. 2022.

VARGAS-LEITÓN, B.; SOLÍS-GUZMÁN, O.; SÁENZ-SEGURA, F.; LEÓN- HIDALGO, H. Caracterización y clasificación de hatos lecheros en Costa Rica mediante análisis multivariado. **Agronomía Mesoamericana**, 24 (2): 257-275. 2013.

CAPÍTULO 6

DESCRIÇÃO DE GENES FLANQUEADOS POR MICROSSÁTELITES NA CULTURA DO CAJUZINHO-DO-CERRADO (*Anacardium humile* St. Hill.)

Data de aceite: 02/10/2023

Bárbara Vitória Gomes de Brito

Universidade Estadual do Piauí

Uruçuí- Piauí (Brasil)

<https://orcid.org/0009-0005-2148-175X>

Leonardo França da Silva

Universidade de Federal Viçosa

Viçosa – Minas Gerais (Brasil)

<https://orcid.org/0000-0002-9710-8100>

Victor Crespo de Oliveira

Universidade de Federal Viçosa

Viçosa – Minas Gerais (Brasil)

<https://orcid.org/0000-0003-2719-9972>

Anarlete Ursulino Alves

Universidade Estadual do Piauí

Uruçuí- Piauí (Brasil)

<https://orcid.org/0000-0003-1208-5841>

Fabrício Custódio de Moura Gonçalves

Universidade Estadual do Piauí

Uruçuí- Piauí (Brasil)

<https://orcid.org/0000-0003-4319-635X>

Francisco de Assis Gomes Junior

Universidade Estadual do Piauí

Uruçuí- Piauí (Brasil)

<https://orcid.org/0000-0002-0854-821X>

Ariadna Faria Vieira

Universidade Estadual do Piauí

Uruçuí- Piauí (Brasil)

<https://orcid.org/0000-0002-1185-4269>

RESUMO: Com alta variabilidade e sendo nativo do cerrado brasileiro, o cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile* St. Hill.) possui uma alta aceitabilidade pelas comunidades locais, em virtude dos frutos serem atraentes e com características peculiares, como sabor único, potencial no uso na indústria frutífera e uso sustentável por produtores. Assim, o uso da biotecnologia pode ser de grande valia, uma vez que, para este gênero há poucas informações. Em particular, o estudo e descrição de genes da cultura é fundamental para que se possa fazer estratégias para a conservação e melhoramento da espécie. O objetivo deste trabalho foi identificar e descrever genes flanqueados por oito marcadores microssatélites na cultura do cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile* St. Hill.), utilizando o genoma de *Anacardium occidentale* (cajuíro comum) do banco de dados Phytozome. Os resultados revelam que todos os marcadores flanquearam ou estavam próximo de genes, sendo possível identificar as informações de sequência genômica (SG), sequência do transcrito (ST), sequência CDS ou *Coding DNA Sequencing* (SCDS) e sequência do peptídeo (SP). Além disso, foram obtidas todas as anotações funcionais, exceto para

o gene Anaoc.0935s0002 flanqueado pelo marcador mAoR6. Ainda, pode-se destacar a função associada do gene Anaoc.0015s0338 relacionada ao domínio de proteína quinase, pois desempenha papel importante na expressão de respostas aos estresses ambientais, como frio ou seca. A utilização do banco de dados genômicos do Phytozome é eficiente no flanqueamento dos genes de *Anacardium humile* St. Hill. Todos os marcadores. Os oito marcadores microssatélites utilizados flanquearam ou estão próximo a genes, onde apenas o marcador mAoR6 não apresentou anotação associadas. Dessa forma os resultados são promissores quando relacionados as novas perspectivas para melhoramento em cajuzinho-do-cerrado.

PALAVRAS-CHAVES: cajuzinho do cerrado, microssatélites, marcadores moleculares.

ABSTRACT: With high variability and being native to the Brazilian cerrado, the cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile* St. Hill.) has a high acceptability by local communities, because the fruits are attractive and have peculiar characteristics, such as unique flavor, potential use in the fruit industry and sustainable use by producers. Thus, the use of biotechnology can be of great value, since for this genus there is little information. In particular, the study and description of the culture's genes is fundamental to make strategies for the conservation and improvement of the species. The objective of this work was to identify and describe genes flanked by eight microsatellite markers in the cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile* St. Hill.) crop, using the genome of *Anacardium occidentale* (common cashew tree) from the Phytozome database. The results prove that all markers flanked or were close to genes, making it possible to identify the genomic sequence information (SG), transcript sequence (ST), CDS sequence or Coding DNA Sequencing (SCDS) and peptide sequence (SP). In addition, all annotations except for the Anaoc.0935s0002 gene flanked by the mAoR6 marker were started. Furthermore, the associated function of the Anaoc.0015s0338 gene related to the protein kinase domain can be highlighted, as it played an important role in the expression of responses to environmental stresses, such as cold or drought. The use of the Phytozome genomic database is efficient in flanking the genes of *Anacardium humile* St. Hill. All bookmarks. The eight microsatellite markers used flanked or are close to genes, where only the mAoR6 marker did not show associated annotation. Thus, the results are promising when related to new perspectives for improvement in cajuzinho-do-cerrado.

KEYWORDS: cajuzinho do cerrado, microsatellites, molecular markers

1 | INTRODUÇÃO

A espécie *Anacardium humile* St. Hill, popularmente conhecida como cajuí ou cajuzinho-do-cerrado, é nativa do cerrado brasileiro, podendo ser encontrada em vários estados, como Bahia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Distrito Federal e Goiás (SANO *et al.*, 2010).

É considerada um subarbusto e pode atingir até 150cm de altura, com caule que consegue armazenar água fazendo com que a planta resista a longos períodos de seca (ALMEIDA *et al.*, 1998). Em comparação ao cajueiro comum, o cajuzinho-do-cerrado não possui tanta variabilidade, uma vez que, as ações humanas e o fogo reduzem o número de

plantas, o que pode ocasionar o risco de extinção da espécie (CEMIG, 2001).

O cajuzinho-do-cerrado possui reduzida produção de frutos e sementes mesmo durante sua inflorescência e com alto número de flores. Alguma de suas flores hermafroditas não tem a capacidade de transformarem-se em frutos, com proporção estimada de 4:1 entre flores hermafroditas e femininas (FERRÃO, 1995).

A variabilidade morfológica da *A. humile* é vasta e diversos estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de buscar ambientes com divergências de grande magnitude para aumentar a variabilidade genética da espécie. Esses fatores podem gerar subsídios para possibilitar a execução de estudos sobre seu potencial comercial e uso em programas de melhoramento. Sabe-se que o cultivo da espécie não é feito em larga escala por vários fatores, sobretudo, relacionados a falta de conhecimento sobre a variabilidade genética da espécie, desenvolvimento e das técnicas de cultivo (SILVA *et al.*, 1997).

A literatura apresenta inúmeros trabalhos relacionados ao gênero *Anacardium*, porém, muito pouco sobre cajuzinho-do-cerrado (*A. humile* St. Hill). Essa carência de estudos sobre o mesmo revela a urgência e a necessidade de informações com o intuito de preservação e formas de uso da espécie (CARVALHO *et al.*, 2005). Nesse primeiro momento, a utilização de marcadores moleculares no estudo de genes para a espécie é de suma importância para auxiliar os trabalhos de melhoramento genético da espécie.

Os marcadores moleculares estão associados a qualquer fenótipo molecular, os quais são resultados de um gene expresso ou segmento genômico em nível de DNA (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1998). Assim, os marcadores são ferramentas que auxiliam nos estudos de populações, identificação de genes de interesse a caracteres quantitativos e qualitativos e estimativos de diversidade genética (REGITANO, 2001; BUSO *et al.*, 2003).

Os microssatélites ou SSR (*Simple Sequence Repeats*) são caracterizado por codominância, multialélicos, alto nível de polimorfismo e alta frequência no genoma (RAI *et al.*, 2013). Possuem sequências que variam de 1 a 6 nucleotídeos repetidos em *tandem* e são muito utilizados na área de biotecnologia para auxiliarem os programas clássicos de melhoramento genético (BUSO *et al.*, 2016). Alguns microssatélites foram obtidos para cajueiro comum, mas somente alguns que foram polimórficos para *Anacardium occidentale* foram testados para cajuzinho do cerrado (SOUZA, 2014). Dessa maneira, identificar no genoma regiões que estão atreladas a características agronômicas favoráveis à cultura se faz necessário para orientar os programas de melhoramento, principalmente relacionados à conservação da espécie.

Neste contexto, a finalidade do trabalho foi identificar e descrever os genes flanqueados, por oito marcadores microssatélites (SSR) da cultura do cajuzinho-do-cerrado, no genoma de *Anacardium occidentale*. Além disso, esse estudo será importante para mostrar a importância do melhoramento genético de culturas do cerrado, com o objetivo de garantir conhecimentos prévios para a manutenção e conservação genética da cultura, integrando o conhecimento teórico e prático da genética, melhoramento e biotecnologia.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de execução do projeto

As análises foram realizadas, utilizando o banco de dados genômicos do Phytozome disponível no website <<https://phytozome-next.jgi.doe.gov>>.

2.2 Marcadores microssatélites e análises *in silico*

Inicialmente, foram analisados 8 marcadores microssatélites já caracterizados na literatura para o cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile* St. Hill) (Tabela 1).

Duas etapas principais foram realizadas para as análises *in silico*: 1) A primeira etapa consistiu no flanqueamento dos marcadores moleculares no genoma do cajueiro comum (*Anacardium occidentale* L.). Isso foi necessário, pois não tem o genoma descrito para cajuzinho-do-cerrado, ou seja, utilizando a espécie mais próxima para relacionar os possíveis genes identificados e suas funções. Esse processo é devido à similaridade genética entre o cajueiro comum e o cajuzinho-do-cerrado; 2) A segunda etapa consistiu na descrição dos genes flanqueados pelos marcadores, ou seja, as principais informações sobre os genes.

Marcador	Sequência (5' – 3')	Repetição
mAoR2	F: CAGAACCGTCACTCCACTCC R: GGAAGGGCATTATGGGTAAG	(CA) ₁₀ (TA) ₆
mAoR3	F: CAGAACCGTCACTCCACTCC R: ATCCAGACGAAGAAGCGATG	(AC) ₁₂ (AAAAT) ₂
mAoR6	F: CAAACTAGCCGGAATCTAGC R: CCCCATCAAACCCTTATGAC	(AT) ₅ (GT) ₁₂
mAoR11	F: ATCCAACAGCCACAATCCTC R: CTTACAGCCCCAAACTCTCG	(AT) ₃ (AC) ₁₆
mAoR12	F: TCACCAAGATTGTGCTCTG R: AACTACGTCCGGTCACACA	(AC) ₁₂ ARAC(AT) ₄
mAoR16	F: GGAGAAAGCAGTGGAGTTGC R: CAAGTGAGTCCTCTCACTCTCA	(GT) ₈ (TA) ₁₇ (GT) ₃
mAoR17	F: GCAATGTGCAGACATGGTTC R: GGTTTCGATGGAAGAAGAG	(GA) ₂₄
mAoR29	F: GGAGAAGAAAGTTAGGTTGAC R: CGTCTTCTCCACATGCTTC	(TG) ₁₀

Tabela 1. Microssatélites caracterizados para cajuzinho-do-cerrado.

Fonte: Soares *et al.* (2013)

A sequência dos marcadores (*forward* (F) e *reverse* (R)) foram inseridas no banco de dados para o BLAST. Para tal, cada sequência foi renomeada com um cabeçalho a ser identificado no JBrowser do genoma da cultura.

O genoma utilizado como base foi o da espécie de cajueiro comum (*Anacardium*

occidentale v0.9). Cada microssatélite flanqueou uma região do genoma, possibilitando a identificação de genes estudados na presente pesquisa. Todos os genes identificados foram descritos de acordo com as suas sequências CDS (*Coding DNA Sequence*), sequência do gene, do transcrito e sequência do peptídeo.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os marcadores microssatélites, desenvolvidos para a cultura do cajuzinho-do-cerrado foram flanqueados no genoma do cajueiro comum (Tabela 2), evidenciando a sintenia genômica entre as espécies. Os genes foram descritos, com base na SG: Sequência genômica; ST: Sequência do Transcrito; SCDS: Sequência CDS; SP: Sequência do Peptídeo; FG: Função do gene.

Marcador	Gene	Transcrito
mAoR2	Anaoc.0003s0046	Anaoc.0003s0046.1
mAoR3	Anaoc.0003s0046	Anaoc.0003s0046.1
mAoR6	Anaoc.0935s0002	Anaoc.0935s0002.1
mAoR11	Anaoc.0016s0799	Anaoc.0016s0799.1
mAoR12	Anaoc.0666s0006	Anaoc.0666s0006.1
mAoR16	Anaoc.0658s0005	Anaoc.0658s0005.1
mAoR17	Anaoc.0011s0412	Anaoc.0011s0412.1
mAoR29	Anaoc.0015s0338	Anaoc.0015s0338.1

Tabela 2. Ordem de marcadores, genes e transcritos.

Os marcadores mAoR2 e mA0R3 flanquearam o gene Anaoc.0003s0046, localizado no *scaffold* 3 no genoma *Anacardium occidentale* (Figura 4) com sequência genômica (SG) de tamanho de 673 pb (pares de bases), sequência do transcrito (ST) com 585 pb, sequência codificante (SCDS) com 396 pb e sequência do peptídeo (SP) com 132 pb (Tabela 3). Como não possui função associada para o gene, a função mais aproximada foi encontrada para associação F-box (FBA_1).

SG	GGTTATCCAAGTCCATGGCTGGCATACAATTACTCTAATGTTTTGTCTGCAAACAAATCAAATTATTGTGTCCTCAAGAAAAATCCAGACGAAGAAGCGATGTTGAGATGTAACACTCTGTATCTGACAAAGATAATTCCCCACTTGCTTGC-TCCCTCCACGGGCCACACCCTGGTATTATTGTGTCCTCAGAAGGCTTGTGATATCATTTTTTT-TGAAGGAGAGAAAGGGTTGTTTCATTGCTCCGCCGCATCAAGGGATTGACGGTTCTGGGGTGTACGTGTACAAGTGGAACGAGAAGGGAAATAGGCCAATACCGGAAGAGCCAATTGGAAAGAAAAAGATGGAGCTGTTGTGACTAGGGAAATGCTCCGCTTGTGAAAAGGGTGG-CATGTTCTTATGATGGTTTACGTTTAAATTGGAACTCAAGACATAATTGCTTGTGATTGTTTACGAGTTCCGAAAGATCTGATCT-GATCATTAGGTGTTTATTATGGCTTCTATAAGTTGTTCTTC-TTGTAGATTCTTGAATCAATGGTACTAGTTGTGACGTCTAATAATTTTTATAG
ST	GGTTATCCAAGTCCATGGCTGGCATACAATTACTCTAATGTTTTGTCTGCAAACAAATCAAATTATTGTGTCCTCAAGAAAAATCCAGACGAAGAAGCGATGTTGAGATGTAACACTCTGTATCTGACAAAGATAATTCCCCACTTGCTTGCCTTCC-TTCCACGGCCACACCCTGGAGAGAAAGGGTTGTTTCATTGCTC CGCGCATCAAGGGATTGACGGGGAGTGGAGTGTACGGTTCTGGGGTGTACGTGTACAAGTGGAACGAGAAGGCCAATTGGAAGAAAATAGGCCAATACCGGAAGAGGCCAATTGGCTGAGTATAGGGAAATGCTCCGCTTGTG-GAAAAGGGTGGCATGTTCTTATGATGATGGTTTACGTTGTTAAATTGGAATCAAGAGCAACATAATTGCTTGTGATTGTTTACGAGTTCCGAAAGATCT-GATCTGATCATTAGGTGTTTATTATGGCTTCTATAAGTTGTTCTTGTAGATTCTTGAATCAATGGTACTAGTTGTGACGTCTAATAATTTT-TATAG
SCDS	ATGGCTGTGGCATACAATTACTCTAATGTTTGTCCTGCAAACAAATCAAATTATTG-TGTCTTCAAGAAAAATCCAGACGAAGAAGCGATGTTGAGATGTAACACTCTGATCTGACAAAGATAATTCCCCACTTGCTTGCCTTCCACGGCCACAC-CACTGGAGAGAAAGGGTTGTTCTGATCTGGGGTGTACGTGTACAAGTGGAACGAGAAGG-GAAATAGGCCAATACCGGAAGAGCCAATTGGAAAGAAAAGATGGAGCTGTTGTGACTAGGGAAATGCTCCGCTTGTGAAAAGGGTGGCATGTTCTAT-GATGATGGTTTACGTTGTTTAA
SP	MAVAYNSNVFVKQSNFIVSSRKIQTKKRCLRCNTLYLDKDNSPLACSFHGHGEK-GLFSFAPPHQGIDGEWSDGSGVIVYKWNEKNRPNTRGRANWKKRWSCCAEYRENAPPCRKGWHVSYDDGFTLF*
Função	F-box associated (FBA_1)

SG: Sequência genômica; ST: Sequência do Transcrito; SCDS: Sequência CDS; SP: Sequência do Peptídeo; FG: Função do gene.

Tabela 3. Descrição dos dados do gene Anaoc.0003s0046, flanqueado pelos marcadores mAoR2 e mAoR3.

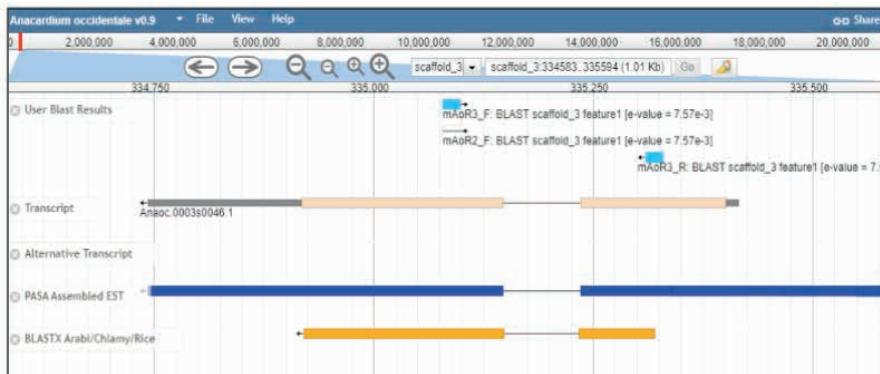


Figura 4 - Flanqueamento dos marcadores SSR mAoR2 e mAoR3 no banco de dados genômicos.

Fonte: Autora (2023).

Proteínas F-box apresentam uma estrutura bipartida, sendo assim elas possuem um domínio carboxi-terminal que atua com substratos. Dessa forma, proteínas F-box em subconjunto é caracterizada por aproximadamente 180 resíduos em uma região carboxi-terminal (FBA). Essas proteínas denominadas F-box possuem domínio conservado com em média 40-50 aminoácidos que fazem interação proteína-proteína que assim é denominada domínio F-box (TAIZ *et al.*, 2006). Nas plantas grandes parte de genes relacionados a F-box atua na regulação de diversos processos biológicos, como na formação de raízes laterais, formação de meristemas, resposta ao estresse, senescência e fotomorfogênese (AN *et al.*, 2019).

Estudos de Mukesh *et al.* (2007), com a cultura do arroz, evidenciaram que genes codificadoras da proteína F-Box estavam relacionadas com a transcrição floral, bem como o desenvolvimento da panícula e da semente. Além disso, mais ou menos 43 genes que codificam as proteínas F-box foram diferencialmente expressos em mudas de arroz quando submetidas a condições de estresses abióticos.

O marcador mAoR6 flanqueou o gene Anaoc.0935s0002, localizado no *contig* 935 no genoma *Anacardium occidentale* (Figura 5), sendo a sua sequência genômica com tamanho de 684 pb (pares de bases) (Tabela 4), sequência do transcrito com 684 pb, sequência codificante (CDS) com 204 pb e sequência do peptídeo com 68 pb. Para este gene com essas características, a função ainda não foi descrita, evidenciando que a cultura ainda tem muito a ser explorada por estudos genômicos.

SG	AGTTACTTTAGCCATGAGCGATGGAATAATGGGTAGTTCTAGTGTAGTACTT- CAAAGCTGCATCAAGGTTCAAATCGAATGGGAGAAATAGTTTACAAGAGAGATTCC- TCGGCATGAGTAATGATCAATCTGGCGTCCATTTCCTACAAGAGCTAGC- CAAACTTGCTACAATGGTCCCCATGGGTTTGAGGCCAATTCCCAGCAACCACT- GAAGTCATTATCGAACCCATATGTTATTTTACAAAATTGCAGCTAGCTCAT- GTAAAAATGTCTTGAACCTGAGGCGCTAGCACTCTATAGAGCAACTTTGAATGA- TGAGTGGTGCTTGGAAAGTCGAGGCCAGTGGTGCATATTGAAGTGACAAAGCA- ATGAACGAACCTCAAGTCATGCATGTTATCGTTGATTCTGTGTTCTTTCTGTCTCCAC- TCTTTATCTTTTTTTAAATATTTGAACAGCTATCACAGAAAACTACGTGTTATATATA- TATATATTAGACATAGTTGACTGCGCGTCAAAGTTACGCACCACATTGTCAACGTTGGTGGCTAA- CGAGAAAATTCTAGGTCACTGTTGTCTATCTAAAAATTGTTAACCCAAACCCAAC- TAAAACCACTAATTTTTCCCATATTTATGACACAATTAAAGGC
ST	AGTTACTTTAGCCATGAGCGATGGAATAATGGGTAGTTCTAGTGTAGTACTT- CAAAGCTGCATCAAGGTTCAAATCGAATGGGAGAAATAGTTTACAAGAGAGATTCC- TCGGCATGAGTAATGATCAATCTGGCGTCCATTTCCTACAAGAGCTAGC- CAAACTTGCTACAATGGTCCCCATGGGTTTGAGGCCAATTCCCAGCAACCACT- GAAGTCATTATCGAACCCATATGTTATTTTACAAAATTGCAGCTAGCTCAT- GTAAAAATGTCTTGAACCTGAGGCGCTAGCACTCTATAGAGCAACTTTGAATGA- TGAGTGGTGCTTGGAAAGTCGAGGCCAGTGGTGCATATTGAAGTGACAAAGCA- ATGAACGAACCTCAAGTCATGCATGTTATCGTTGATTCTGTGTTCTTTCTGTCTCCAC- TCTTTATCTTTTTTTAAATATTTGAACAGCTATCACAGAAAACTACGTGTTATATATA- TATATATTAGACATAGTTGACTGCGCGTCAAAGTTACGCACCACATTGTCAACGTTGGTGGCTAA- CGAGAAAATTCTAGGTCACTGTTGTCTATCTAAAAATTGTTAACCCAAACCCAAC- TAAAACCACTAATTTTTCCCATATTTATGACACAATTAAAGGC
SCDS	ATGAACGAACCTCAAGTCATGCATGTTATCGTTGATTCTGTGTTCTTTCTGT- TCTCCACTCTTTATCTTTTTTTTTAAATATATTGAACAGCTATCACAGAAAAC- TACGTGTTATATATATATTAGACATAGTTGACTGCGCGTCAAAGTTACGCACCCT- TGGTCAA

SP	MNELQVMHVIVVDSVVLFLLSPLFYPPFFFFNILNSYHRKLRVIYIYILDIVDCASKLRTILSTL-VA*
Função	Sem descrição

SG: Sequência genômica; ST: Sequência do Transcrito; SCDS: Sequência CDS; SP: Sequência do Peptídeo; FG: Função do gene.

Tabela 4. Descrição dos dados do gene Anaoc.0935s0002, flanqueado pelo marcador mAoR6.

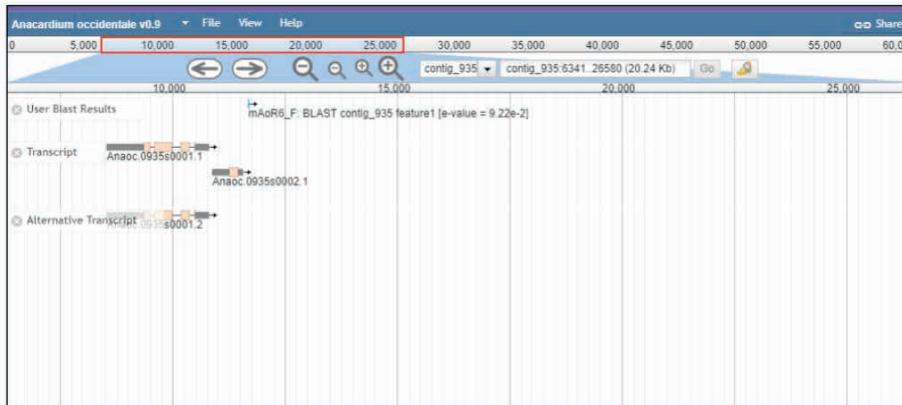


Figura 5 - Flanqueamento do marcador SSR mAoR6 no banco de dados genômicos.

Fonte: Autora (2023).

O marcador mAoR11 flanqueou no gene Anaoc.0016s0799, localizado no *scaffold* 16 no genoma *Anacardium occidentale* (Figura 6) este gene sendo a sua sequência genômica com tamanho de 4705 pb (pares de bases) (Tabela 5), sequência do transcrito com 2304 pb, sequência codificante (CDS) com 2304 pb e sequência do peptídeo com 768 pb. Este gene possui função associada inibidor de proteinase. Os inibidores de proteínas vegetais possuem capacidade de interação específica com variados tipos de enzimas proteolíticas, assim as mesmas podem inibir competição, além de reduzir a digestibilidade protéica.



Figura 6- Flanqueamento do marcador SSR mAoR11 no banco de dados genômicos.

Fonte: Autora (2023).

ATGGCTTCCCTCCCTCGGACTCTCTCTCTCTCTCTTGCTTCGCTTCG-
CGCTGCTCATCAAATCCAAATTCCCAG GTACTTTTTTTTTTTAAAC-
TAAGTAGATAAATTAACTTTAGACTGAATTATTTGTATGGCGTGTGTCAG
CCTTATGTTTCAATTCCAAAG GTTAAGTGTGTTTATGATCAACCTTATTTATTAATTCTTATTAA-
GGTTTAAATTAACTGTTTATG CAATGAAGAGGTAAAGAGTATCCTTAACCCATTACAGGCCATTCTT-
TCAAGGGCTCTCTGCAATGCTCACAGAAAAGAGCGCTCTATTATCGGTAATTAACTAATTCCTG-
TCTTATCTGAATTAAATTATATTGATGATGCTAGCTGTCAAGTATAAGCTGGAAATGAACATTACATTA-
AAGTAAATTGAGATGACTTTTATTAATTAACTCAATAATAAAAAATGAGTGTCTACTACTCT-
ACAATAAACATGGAATTGGAATGACCATAATTGATCTTAACTTAATTAAACAATAAAACTGAATAAAACTTT-
TGGTCGATAGAATCAAAATTCTACTATTAAAGTGGCATGAGGATAATTGTAAGGGTCAAG-
AGGTTGAAGGGTAGTGTGCGTGTGTTCTGTAGGGGTTCTCAACTTACACACGGTCATGGGTTCTAGAGGAAG-
CGGCAGCTCAGGCAAAATCAGCATGGGCAACTCCAGATCATAGCCTCTGTATGTCAGTGTGTTCTAG-
CACAGGTAAGTCCCCACATTAATTATTCATTTCTCTTAACTTCTTCAATTATGATGATATATATATATGTTGCGAG
GCATATGGCTGAACTGAGGTTCAAGGATCAAGGACTGGGAGAACTCCCTGCAAGATGGAAAGGTGTT-
TGCATGGAATCACCTGACTTCAGAAATCCAATTGTAACAGGCAAGTAATTATCCAAAATCTGGTCTT-
TATTAAAAAAAGTTAAATTAGTTACAACAAATTATCAACGCAAAACGGAAATTCTCATCAAAGTTT-
TAAATGAAAATTCTTATGAGTTTAAAGTAAAGTATTATCATTTTTAAAGTAAATAATTGTTTAA-
ATAATAATTAAATTAAATTAAATAAAATTAAATAATTAAATAAAATTAAATAAAATTAAATAATTAAATT-
TAAATAAAATTAAATTAAATAAAATTAAATAAAATTAAATAAAATTAAATAAAATTAAATAATTAAATT-
GTGATGAAAACAGTCATGATTCTATTAAAGTGGATCTGGCTGTACGATGGGAGGGTGGCTATTGGTGGTCT-
TCGCATGGAAAAGGCAAAATGATCGGAGTGCTTGACAACGACATTCAATTTCATATTTCATGATGCAAGT-
TAACGTCTCACAGAGTTTGCATGAGCTAACACTGTTCTAGTATCGTAGAGGTTAACCGGTGCAATGAAATCA-
AATGACCTTTGACCAACTATGGTTAAAGGGGTGATCGCGTCAACGATGATGCTAGTGGCAATGTTTTT-
TAATATTATTATTAAATTAAATTAAATTAAATTAAATTAAATTAAATTAAATTAAATTAAATTAAATTAAATTAA-
ATTATTATTAAATTAAATTAAATTAAATTAAATTAAATTAAATTAAATTAAATTAAATTAAATTAAATTAAATTAA-
GGTGGACTTTGCTTAAAGGAAACTGGGTGCAATTGGCATTAACTAAATTATCTTAACTTCCAGCAG-
GAAGCTTATGGAGCAAGATACTATAAACACTGACACCTTCAACAGGACTGCTGGTCTCAAGGGACTTTCT-
CGGCCATGGAACCTACAGCCTCATTGAGCTGGCGCTCGCGCCATTGCAAGCTACCCAGGACTGCTGGTGGCA-
CGAGGCACTGCAC GTGGGGCTGCCCTCTCAGGATTGCAAGCTACCCAGGACTGCTGGTGGCA-
TCGGGTGCAACCTTTAAAGGAACTTGTGACTTGTGAGTGGGCTTCAACTGGAGCTTTCATGCTGAGCAAATG-
GAATGAGTTTCAACTGTTCAACTGTTGAGTGGGACTGACCCATTGCTATTGGAGCTTTCATGCTGAGCAAATG-
GAGTTATGGTTTGTGCTGGAAATGGGACTGACCCATTGCTACCTGGTCAACACAGCTTCACTGGT-
GCTCACTGGTGCAGCTTAGCATTGACAGAGATTGAACTTAGTTGTTCTGGAAATGGAAAACATCAA-
GTAAGATAATTTTTATGTTCAATTAAATTAAAGAAAATTCTGTCTTAAATTGGTCCATACACAG-
GGATGCGCATTGTTGCAATCTACTCACAAAGACTTACCCCTGCAATTGGAAAGGATATTGCT-
GCTTACTTACCCCTGAAGCTGAAGCAAG GTAAGCTGAAGCATTATGATGTTGGTGGTAGATTGATGA-
TATTAAATAACGCAAGTATGCAAG GGATGGCCCTCCAGGATCATTAGATGCAAGAAAAGTAGAAGGCAAGGT-
CATTGTTGCTTGCAGATGCCAACTGCAACGATCTCAAGGAGGAAATAAAATTAGTGGCAGAAGATGCTCAAAGC-
CAAAAGGCTTAATTAAATTGAAATGAGGATGAGAAAGGTGCTCTTGGATTGACCATATCCCATATGCCAA-
GTTGCAACTCAGACGGGCATCAAATCATGAGTATCAAGTCTACCAAGTAAGCTCTTTCTCTTCA-
CACATTTCATAAACTACGCCAACAAAGTACACTTACTATATACGCAATTGATATATGAGCCTTTGCA-
CAGTTTTCTTCGAAAACAATTAGAAATATTAGAAATGTATTTCACATTGGAGAGAGCATAATATAT-
TGGCATCTGATAGATGCCCTAAAGTTAAATTGAAACTAAAAAATTAAATTATCAATTAAATTATCT-
TAAAGGAAGGATTTAAACTCATGAGTACGACCTATGAACTGTTAGAGTAAACCCAGGTATAAAATGTCATCT-
GGAGAGTTAAGTGGGACTAATGTTAGTCAAAAAGCTACACACTGAACCCAAAAAAAAGGAAATACAG
ACTCAAGTATAGTGGGCCAACAAATCAGAGGCTCATTTAT GTAGTCAGTTCTGAGTTGTAAGTGTAC-
TATTTAATTAGTTCAATTGCTTACACAG GAATCCAAAGGCCACATCTCAACAGTGTGTTCTCAAAGT-
CAAGGCCAGCACAGTGTGCTATTTCTCATCAAGAGGTCAGGAGCCTTCAGAGAAAACATTCTCAAGGGTGT-
TACATACATATATACATACACTACATGCAATGTGTTGTTGTTGTTGTTGTTGTAATGTCATATGTAC-
CATACAAACAGAGAGTTGGGCTTAAGTGGAGTATACGTTGCTGATATTGATTAATTGGCAGCCTGATGTCAG
CACCCAGGCCATTGCTGCAATTGGTCCGAAGAGGGACTGCTCGGAATGTTAGTGGCAAG-
CAAAATTGGTTAAAGATCTGGAACATCCATGGCTGCCACATGTCAGTGGAGCTGCGCCTTCAATTAA-
ATCTTGGCTCTGATTGGACTCTTCCATGATCAAATCAGCTTATGACACAGGTTAACATTGAG-
GTTATAAAAGACTTAAAGAAAATATGTTGCGGAATGAGTACAGTATATATTAAACCTAGCTCATGAGCTCAGGA-
ATAGAGGTATTATATTGCGTTTGTGTTCAATTGAGTGGTGTGTTGAGGAGGCTTCAATTAAACCAATAAAAC-
GCTCAGGCTACTGCAAATCCACACGAAATGGGACTGGAGAAATGCCACTCAAGCTTGTGCTCAGGATTAG-
TATTCGAAACAAACAAAAGATTACCTTGTGCTTCACTGGTACTCCAAACAAAATTCAATCAATGCGA-
AACACCAACTTAACTGCCAAAAAAACTCCATTGACAAGCTCATGCCCTAAATTAATTACCCCTCAATCTCCATAAA-
GCTTAGTGGGACAAGATCTTAAAGCAGAGAAGCTGACAAACGTTGGCTGCAACATGCAACTACGTGCA-
GGTCAAGCTCGCTGAGGATTGGTGTGTTGTTGAGGAGGCTTAAAGGGCTTCAATTGGTCAATAACATGGGGATGGTCA-
CGCAATTCTGTTGTTGTTGAGTGAATAA

SP	MASSFLGLLSSLFLAFCRCCFIKSNSQ PYVVYMGSSSSNEKNGDVTELAHLQLLSSIIPS NEESERVSLIHHYSHS-FKGFSAMLTEKEASLLSE VEGVVSVPDRVLQLHTRSWDFLEAAAQPRISIWANSRYHKRSSDVIVADTG-IWPESESFKDQGLGEIPARWKGVCMESPDKKNSC DENSHLILKSDLAFTMGRWLWW KLIGARYYYKTLYT-SNRTAGSPRDFLGHGHTHTASIAAGARVANASYFGLARGTAQ SGCSGATILKAIDDAVEDGVDIISIGMSS-LFQTDYLSDPIAIGFAHEQNQVMVVCASAGNDGPDPSTVNTAPWLLTVAASSIDRFESSIVLGNKGTIQG SAISLSNLTHTKTYPLAFGKDIAAYFTPEAEARD CRPGSLDAKVKVEGKVIVCLNDPSIPRRIKLVAEDA KAKGLIFVNE-DEKGVPFDGIFPYAQVGNGSDGHQINS SIDGPPHKIRGSLFMN PTATILSTVDPKYPKAPVVAFFSSRGPGAFATTENILK-VVYIHIYTTLTCISP GVAILAAIVPKEGTAPNGKMPANYGLRSCTS MACPHVTGAAFKSLRPDWTSMSMIKSALMTGKL-FLSPLKALSPGLVFETTTKDYLRFLCFYGSNKIIKSMANTNFNCPKNSIDKLISINYPISINKLSGTKILEPQKNDSKRWL-KLCHYTASVQAPSGLVNVYPPKISFGEGVKRASFKVFSsseASSGYNFGSITWWDGRRNSVRVFAVNVE*
Função	Proteinase inhibitor

SG: Sequência genômica; ST: Sequência do Transcrito; SCDS: Sequência CDS; SP: Sequência do Peptídeo; FG: Função do gene.

Tabela 5. Descrição dos dados do gene Anaoc.0016s0799, flanqueado pelo marcador mAoR11.

Esses inibidores de proteína estão presentes nos tecidos vegetativos e reprodutivos, e com grande incidência em órgãos de reserva, bem como presente também nas sementes em inúmeras espécies de plantas. Dentre os diversos tecidos e órgãos das plantas, as sementes se destacam por serem ricas em nutrientes, incluindo macromoléculas como proteínas, carboidratos e lipídios. Dentre essas macromoléculas podemos destacar a presença de inibidores de proteases (IPs), que funcionam como proteínas de reserva (CÂNDIDO *et al.*, 2011).

Os inibidores de proteínas apresentam-se como sendo estruturas estáveis, com resistência ao calor, a possíveis alterações no pH, e a proteólise, além de atuar de modo especial como importante sistema de defesa contra patógenos e predadores. Estudos na área tem mostrado a presença de inibidores endógenos específicos em algumas espécies de leguminosas para proteases dos *Fusarium* sp., *Helminthosporium* sp., *Botrytis cinere* e fitopatógenos *Colletotrichum* sp., além de inibição de atividade fitopatogênica de fungos em sementes de trigo, aprovando o crescimento micelial e germinação de esporos (DUNAEVSKII *et al.*, 2005).

O marcador mAoR12 está próximo ao gene Anaoc. 0666s0007, localizado no *conting* 666 no genoma *Anacardium occidentale* (Figura 7), sendo a sua sequência genômica com tamanho de 4169 pb, sequência do transcrito com 2234 pb, sequência codificante (CDS) com 2193 pb e sequência do peptídeo com 731 pb (Tabela 6). Como os marcadores não flanquearam diretamente o gene, podemos ainda considerá-los, visto que a distância (em centiMorgan- cM) do gene aos marcadores é bem pequena, podendo co-segregar para as próximas gerações. Este gene possui função associada a proteínas de transferência de lipídios não específicas vegetal.

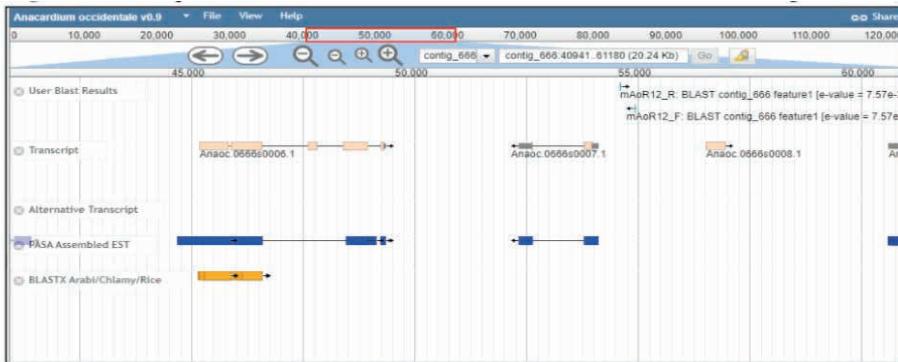


Figura 7 - Flanqueamento do marcador SSR mAoR12 no banco de dados genômicos.

Fonte: Autora (2023).

SG	CATTAACGAGCATCAAATTCCAAGTAAATATGAGTGCTAGGGTTAGGGTATGTGAAC-TATCCTCGCAATATTGATAATAGCCGGCGACCAAGCGTCAGCTCAAACCAGTTGCACC-GCAAAAATGCGAGATGTCGCCCTGAATGCGAGGATTATATTGTAGACCCGGGACGGA-GGATTGCGCTCTCGAATGTTGTGCGGCTGAACAAGGTTGGTGTGCCGTGCT-TGTGTGACTATGTCACAGAGGGCTGGGAATATTGGTCCAGTCGCACAGACATGTG-GCAAGAGATTTAACAGGATCGACATGTTGAGTATGTAATTTAACAGTCTTATAT-TATTCTTCTCATAGTCTTCTCATGAACTCATGAGGATTAATTTAGCTGCATTCTTGATA-AGTTGATTGATTGACTATCATTGAGAGGAAACAGAATTAAAGGACAAAAAGAC-TATCAACCCACCTACTAAATTAAAAAAAGAAGATAATTAAATATAAAAATATT-TATATTATATATATATTAAATATAAAATATAATATTATTATTTATAATATTATAAGGATAGA-TAAATAATTTTATTAAAAATTATTATATTATTTATTGTATATTAAATATTATAAGGATAGA-TATATTGTAATTATATTGTATCTTAATTATTGTATTTATTGTATTTAAATGTAATTGTTATT-TAAAATTATTGAAACATATTAAATTTATAAACTAAAAACATCCATAACTTTTCAAATT-TCAAAAAAAATTCTAAATTTTTCTAAATAACATCTCTAAATAAATTTAAAAATTAA-AAAATTTTAAAGTCGAATTAAATTATTATCTTAAACACCTTAACTTAACTTATATTATAATA-TAATTATTATTATTAAATTGTAATTACTGTAAAACTATAAATAAAAAAATTCAAGAAATT-TCAAGATAAAATGTTATTGAGTTGAAAAAAATTAAACAAATAGCTGGTGCAGAAATT-TGACTTTTATTTCAGTAAATCTGGGTGGGATAAGTTTAGCCAAATTAAATGAT-TATTAACCTTGCATACTCTTATGAAAGAACTACAAAGTCTTCTGGTGAACCAAG-TCTTAAGCATACAGTATAGTTCCCTGGTCTCTAATTATTAAATTAGTTATTAA-ACTTTATGTTAGGACACAAAGAATTAGTGTATTACCTGGCATTAAATTATGTTATTAA-TATATACAATTATTAGGTAAATTGGATATGATCTTCTGATCAGACAATCATGTTGAAGT-TAATATATAATATAAAAGGGTATACATAATGATATAATAATTTTATTAAATTCTAAG-TATATACATCAAATTGGTGGAAATGCAAATATATATGCTAATGTTCTATGTT-GTCTTATTAGGTGTATCATTCCAACTGAAATAATGGGAGAGCTTGAATGATGAAGAA-GCTTTATTGCTCGAATAATGTTATAATATATTATATAATTGATGATGAACATAAGCA-AGATCATGAGACATTCTTAATTATTGTATGTTATTCTGTCATTTAAAGGATATAAA-TAAATTTTATTAGTGCACCTCCGGCATTAAATTATGTTACTGTAGTGCACCTTC-TGTAACATTCTACACAAGTTAGGATGATAGAATTAGCCTGAAAAATGATAATGAAAATA-TACCCAACCTAGTTGT
ST	CATTAACGAGCATCAAATTCCAAGTAAATATGAGTGCTAGGGTTAGGGTATGTGAAC-TATCCTCGCAATATTGATAATAGCCGGCGACCAAGCGTCAGCTCAAACCAGTTGCACC-GCAAAAATGCGAGATGTCGCCCTGAATGCGAGGATTATATTGTAGACCCGGGACGGA-GGATTGCGCTCTCGAATGTTGTGCGGCTGAACAAGGTTGGTGTGCCGTGCTT-GTGTGACTATGTCACAGAGGGCTGGGAATATTGGTCCAGTCGCACAGACATGTG-GCAAGAGATTTAACAGGATCGACATGTTGAGTATGTAATTTAACAGTCTTATAT-TATTCTGATGATGAAGAACAATAAGCAAGATCATGAGGACATTCTTAATTATTGTATGTTATT-TCTGTCATTTAAAGGATATAATAAAATTATTATTAGTGCACCTCCGGCATTAAATATT-TGTTTACTGTAGTGCACCTCTGTAACATTCTACACAAGTTAGGATGATAGAATTAA-GCCTGAAAAATGATAATGAAAATATAACCCAACCTAGTTGT

SCDS	ATGCGAGGATTATTTGTAGACCCGGGACGGAGGATTGCCGTCTCGAATGTTGTG-TGGCGGTGAACAAGGTTGGTGCGCTGTGACTATGTCACAGAGGGCTGG-GAATATTGGTCCAGTCGCACAGACATGTGCAAGAGAGATTAATCCAGGATCGACAT-GTGGAAAGTGTACATCATTCAACTGAATAA
SP	MRGLYCRPGTEDLPSLECCVAVNKVGVPCLCDYVTEGWEYLVPVAQTCGKRFNPGSTC-GSVIIPTE*
Função	Bifunctional inhibitor/plant lipid transfer protein/seed storage helical domain, Transcription factor GRAS

SG: Sequência genômica; ST: Sequência do Transcrito; SCDS: Sequência CDS; SP: Sequência do Peptídeo; FG: Função do gene.

Tabela 6. Descrição dos dados do gene Anaoc.0666s0007, flanqueado pelo marcador mAoR12

As proteínas de transferência de lipídios, identificados na cultura do arroz, são encontradas na membrana plasmática, nucléolo e citoplasma. Elas estão relacionadas as funções de estresse abiótico, atuando ainda no processo de germinação de sementes como importante regulador, além de controlar a conversão de amido, homeostase ABA, altura da planta e desenvolvimento do pólen (WANG *et al.*, 2015).

Proteínas de transferência de lipídios em plantas apresentam-se como uma das classes de grande importância, por serem de classe de defesa, atuando em atividades antimicrobianas e enzimáticas. Podendo variar de acordo com a espécie em questão, porém sendo sempre alto, como por exemplo em arroz, feijão mungo e milheto (VIGNOLS *et al.*, 1994). Esses autores, retratam que as proteínas de transferência de lipídeos (LTP) se apresentam em até 4% do total de proteínas solúveis em plantas superiores, sugerindo novos papéis das mesmas, bem como na embriogênese, reações de defesa a pragas e doenças, atuação na formação de cutina, adaptação ambiental e simbiose.

O marcador mAoR16 flanqueou o gene Anaoc.0658s0005, localizado no *contig* 658 no genoma *Anacardium occidentale* (Figura 8) sendo a sua sequência genômica com tamanho de 1334 pb, sequência do transcrito com 859 pb, sequência codificante (CDS) com 270 pb e sequência do peptídeo com 90 pb (Tabela 7). Este gene possui função associada domínio básico helix-loop-helix (bHLH).

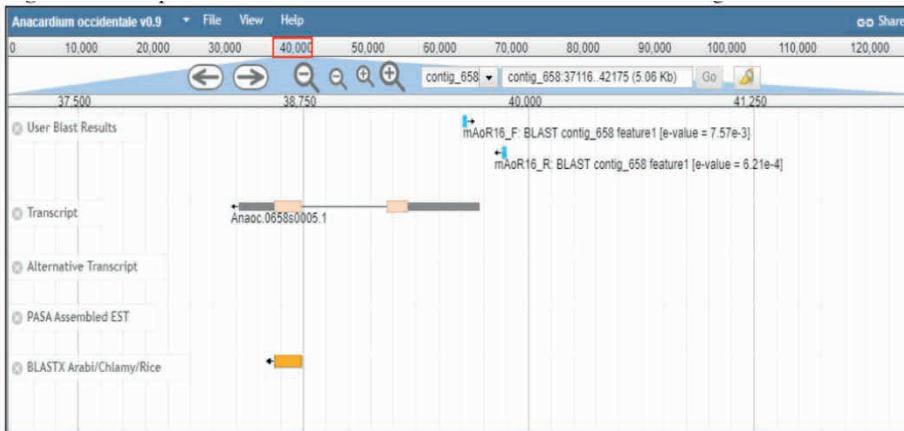


Figura 8 - Flanqueamento do marcador SSR mAoR16 no banco de dados genômicos.

Fonte: Autora (2023).

SG	GATGTTCAAACCTACCCCTCAGTCGGTCCGTCACTTGATTCACACCCCTCGTCACACACCCATAGCCCTCGCAACTCCACTGCTTCTCCAATGCACTTGCTTCTTCTATAACCA-ACATCACTGTCTTGTACTGTGCTCTTCTCTCTCTCCCCCTCTATTTACTTCT-TGGGTGGCTTGTCTCTTATAACGCCCTTACACTTCTCCAATTTCATATCTCT-TCTCTCTCAACTCTCAACTCTTCTCTCTCTCTCCACCTTCTGCTCTTC-TCTTCTAAACTCTATAAGCCTCATATCTCTACAGATCCCCTTACGAGCTAGTTAT-TATTAGCAAACCCCTTAAAGCTCCACTACAAAGTGACAAATGTCTACAGAAGG-TCGAGGCAATCTGGTTCAAGGATCAGTGATGATCAGATCTGGCTGCTTCCAAAT-TACGCCAACCTTCTGAGATTCTGATAGGGCCCCGAAAAGGCTTCTGCATCCA-AGGTTCTACAGGAAACCTGCAACTACATTAGAAGTTGACAGAGAAGTTGATGATCT-GAGTGAAGAAGACTATCTCAGCTCTGTCACCATGATGTCAGTGTGAGGCTGCA-ATAATTAGGAGTTAATTATGTAATGTCATTAGCTCTATTAAATTATCGTTTATAGTTAATTGTAAGGACTACCTGCTACTTACTAAGTTATGTAATTAGTTGATAATAAAAGGTGCTTGCACAGCAAACCCACTTACATGTGATGTCATACATACATCTATATATATA-TATATATATATATATATATGTTATACT
ST	GATGTTCAAACCTACCCCTCAGTCGGTCCGTCACTTGATTCACACCCCTCGTCACACACCCATAGCCCTCGCAACTCCACTGCTTCTCCAATGCACTTGCTTCTTCTATAACCA-ACATCACTGTCTTGTACTGTGCTCTTCTCTCTCTCTCCCCCTCTATTTACTTCT-TGGGTGGCTTGTCTCTTATAACGCCCTTACACTTCTCCAATTTCATATCTCT-TCTCTCTCAACTCTCAACTCTTCTCTCTCTCTCCACCTTCTGCTCTTC-TCTTCTAAACTCTATAAGCCTCATATCTCTACAGATCCCCTTACGAGCTAGTTAT-TATTAGCAAACCCCTTAAAGCTCCACTACAAAGTGACAAATGTCTACAGAAGG-TCGAGGCAATCTGGTTCAAGGATCAGTGATGATCAGATCTGGCTGCTTCCAAAT-TACGCCAACCTTCTGAGATTCTGATAGGGCCCCGAAAAGGCTTCTGCATCCA-AGGTTCTACAGGAAACCTGCAACTACATTAGAAGTTGACAGAGAAGTTGATGATCT-GAGTGAAGAAGACTATCTCAGCTCTGTCACCATGATGTCAGTGTGAGGCTGCA-ATAATTAGGAGTTAATTATGTAATGTCATTAGCTCTATTAAATTATCGTTTATAGTTAATTGTAAGGACTACCTGCTACTTACTAAGTTATGTAATTAGTTGATAATAAAAGGTGCTTGCACAGCAAACCCACTTACATGTGATGTCATACATACATCTATATATATA-TATATATATATATATATGTTATACT

SCDS	ATGTCTACCAAGGTCGAGGCAATCTGGTTCAAGGATCAGTGATGATCAGATCATTGA-GCTCGTTCCAAATTACGCCAACCTCTTCTGAGATTCTGATAGGCACCCCCGAAAAGGCTTCTGCATCCAAGGTTCTACAGGAAACCTGCAACTACATTAGAAGTTGCACAGAGAAGTTGATGATCTGAGTAAAGACTATCTCAGCTTCTGTCACCATTGATGCTGATA-GTGCTGAGGCTGCAATAATTAGGAGTTAATTATGTAA
SP	MSTRRSRQSGSRISDDQIILVSKLRQLLPEIRDERRPEK ASASKVLQETCNYIRSLHREVDDLSERLSQLSTIDADSAAIIIRSLIM*
Função	Myc-type, basic helix-loop-helix (bHLH) domain,

SG: Sequência genômica; ST: Sequência do Transcrito; SCDS: Sequência CDS; SP: Sequência do Peptídeo; FG: Função do gene.

Tabela 7. Descrição dos dados do gene Anaoc.0658s0005, flanqueado pelo marcador mAoR16.

O domínio bHLH pode ser identificado em diversas proteínas eucarióticas, que, por sua vez, são proteínas de ligação específico ao DNA de sequência, atuando como fator de transcrição, em um domínio de 40-50 resíduos de aminoácidos. As proteínas do tipo Myc são caracterizadas em diversas vias vegetais, incluindo vias Biosintética dos flavonoides (GRANDORI *et al.*, 2000).

Estudos demonstram que fatores básicos de transcrição de bHLH atuam na regulação de uma diversidade de funções em *Arabidopsis*, cerca de 162 membros de funções dessas proteínas bHLH são identificadas nesta espécie, de modo geral atuam no crescimento desenvolvimento e manutenção da homeostase de ferro nas plantas, além de atuarem na germinação e floração, determinando o destino celular e respostas a diversos tipos de estresses, bem como na biossíntese e senescênciaria foliar (LI *et al.*, 2006).

O marcador mAoR17 flanqueou o gene Anaoc.0011s0412, localizado no scaffold 11 no genoma *Anacardium occidentale* (Figura 9), sendo a sua sequência genômica com tamanho de 684 pb (Tabela7), sequência do transcrito com 684 pb, sequência codificante (CDS) com 684 pb e sequência do peptídeo com 228 pb (Tabela 8). Como não foi encontrada função associada, a mais aproximada foi encontrada para domínio para HOX.

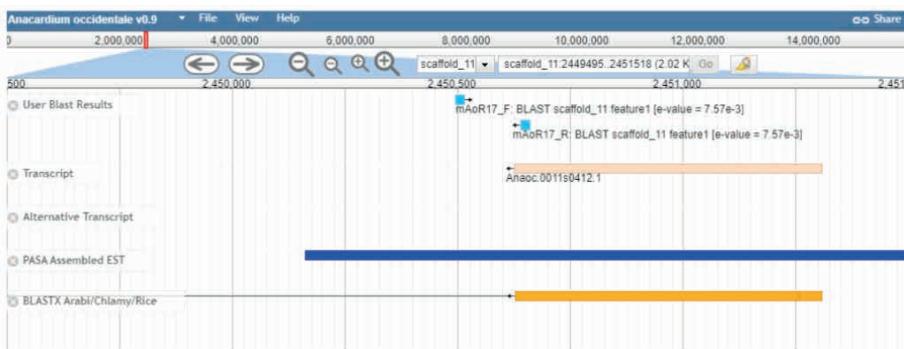


Figura 9 - Flanqueamento do marcador SSR mAoR17 no banco de dados genômicos.

Fonte: Autora (2023).

SG	ATGGATCCTTTGAAATCAACAACATTAAAGTGGTAAAGCAAATGGGTTGCAAAGA-AGCCCCAGATTGCAAAGGTGGCGAGCTTGTCAAGGTGATCGAGATTGTGTTGTCT-TGGTGGTGGTGACTIONGATTTCTCGCTACTCCAGTTGCTGTCAGAGACTCTGGTGA-ATATCTCAAGGACTTAACAGTTGCCTTTAGTCCTGCTGTCTTCAATTGCA-ACCTAATAGTGTCAATTCTTTGCAAAGTCAGGACAGTTTCGGCTCAAATTACCGGAAAGAACGATTAGAACATTATCGGCATGAGGATTCTTGAAAGAGTTCTGGAGAAGGGTGAACGATT-TCAGTTGGGAAAGCACCCATACTTCTTCAACAGCAGCAGTTACAGGAGAACGCAAT-CAGACAAGTTAAGGGTCAATAGTGCACAAATCATGCCGTGAACGAGGCGATACC-CACAGAGAATTGCAGGAAAAGTGTCAATTCTGGGACATATCGGCCAAATTACCGAGAAGATAATATGAGTAATGAAGAGTTCCGACGCACGATTGAAGCTTCATTGCAAGG-CAGCAGAGGTTCGCATGGAAGAACGAGTACTCTGTCAATTAA
ST	ATGGATCCTTTGAAATCAACAACATTAAAGTGGTAAAGCAAATGGGTTGCAAAGA-AGCCCCAGATTGCAAAGGTGGCGAGCTTGTCAAGGTGATCGAGATTGTGTTGTCT-TGGTGGTGGTGACTIONGATTTCTCGCTACTCCAGTTGCTGTCAGAGACTCTGGTGA-ATATCTCAAGGACTTAACAGTTGCCTTTAGTCCTGCTGTCTTCAATTGCA-ACCTAATAGTGTCAATTCTTTGCAAAGTCAGGACAGTTTCGGCTCAAATTACCGGAAAGAACGATTAGAACATTATCGGCATGAGGATTCTTGAAAGAGTTCTGGAGAAGGGTGAACGATT-TCAGTTGGGAAAGCACCCATACTTCTTCAACAGCAGCAGTTACAGGAGAACGCAAT-CAGACAAGTTAAGGGTCAATAGTGCACAAATCATGCCGTGAACGAGGCGATACC-CACAGAGAATTGCAGGAAAAGTGTCAATTCTGGGACATATCGGCCAAATTACCGAGAAGATAATATGAGTAATGAAGAGTTCCGACGCACGATTGAAGCTTCATTGCAAGG-CAGCAGAGGTTCGCATGGAAGAACGAGTACTCTGTCAATTAA
SCDS	ATGGATCCTTTGAAATCAACAACATTAAAGTGGTAAAGCAAATGGGTTGCAAAGA-AGCCCCAGATTGCAAAGGTGGCGAGCTTGTCAAGGTGATCGAGATTGTGTTGTCT-TGGTGGTGGTGACTIONGATTTCTCGCTACTCCAGTTGCTGTCAGAGACTCTGGTGA-ATATCTCAAGGACTTAACAGTTGCCTTTAGTCCTGCTGTCTTCAATTGCA-ACCTAATAGTGTCAATTCTTTGCAAAGTCAGGACAGTTTCGGCTCAAATTACCGGAAAGAACGATTAGAACATTATCGGCATGAGGATTCTTGAAAGAGTTCTGGAGAAGGGTGAACGATT-TCAGTTGGGAAAGCACCCATACTTCTTCAACAGCAGCAGTTACAGGAGAACGCAAT-CAGACAAGTTAAGGGTCAATAGTGCACAAATCATGCCGTGAACGAGGCGATACC-CACAGAGAATTGCAGGAAAAGTGTCAATTCTGGGACATATCGGCCAAATTACCGAGAAGATAATATGAGTAATGAAGAGTTCCGACGCACGATTGAAGCTTCATTGCAAGG-CAGCAGAGGTTCGCATGGAAGAACGAGTACTCTGTCAATTAA
SP	MDPFEINNIKVGKANGVAKKPQIRKVASLFRVIECVVLVVTRIFSLPVAVKSSGEYLK-DLTVLFSPCSVFIIGNLIVVILFAKSGQFSAQNFQGKNPRKDSFEEFLKGETIKNIHRHE-VIYREKRIICEENSVGESTHTSYQSSSYRRSQSDFKFGVNSDKSCRELRRSPTENCRK-SANSGDISAKILYPEDNMSNEEFRRTIEAFIARQRFRMEEEYSVI*
Função	Transcription factor BSH, contains HOX domain

SG: Sequência genômica; ST: Sequência do Transcripto; SCDS: Sequência CDS; SP: Sequência do Peptídeo; FG: Função do gene.

Tabela 8. Descrição dos dados do gene Anaoc.0011s0412, flanqueado pelo marcador mAoR17.

Atuando na regulação transcrecional, o domínio HOX liga-se diretamente aos níveis de ceramida, bem como taxas de síntese da mesma. Além disso as proteínas HOX são capazes de fazer ligação a sequências nucleotídicas específicas do DNA, sendo elas um subconjunto de fatores de transcrição que conseguem ativar ou reprimir centenas de genes (DUBOULE *et al.*, 1989).

O marcador mAoR29 foi localizado próximo ao gene Anaoc.0015s0338 (Figura 10), sendo associado a função de domínio de proteína quinase. Além disso, esse gene está localizado no *scaffold* 15 do genoma de *Anacardium occidentale*, sendo a sua sequência

genômica com tamanho de 5095 pb, sequência do transcrito com 1713 pb, sequência codificante (CDS) com 1104 pb e sequência do peptídeo com 368 pb (Tabela 9). A proteína quinase tem como papel fazer a transferência de γ -fosfato de adenosina trifosfato de magnésio para outras proteínas, resultando no desenvolvimento e crescimento das plantas.



Figura 10. Flanqueamento do marcador SSR mAoR29 no banco de dados genômicos.

Fonte: Autora (2023).

As proteínas quinases são tidas como enzimas com capacidade de fazer modificações em outras proteínas quimicamente, por acréscimo de grupos fosfato, resultando na alteração funcional do substrato (proteína-alvo), assim fazendo modificações na atividade enzimática, associação com demais proteínas, ou localização celular (MANNING *et al.*, 2002).

Resultados de pesquisas indicam padrões de expressão genética que podem sofrer alterações com o encontro de quantidades excessivas de metais pesados por parte das plantas. Atuando no controle intracelular e transdução de sinais, englobando diversos fenômenos, bem como alterações estruturais e químicas. Dessa forma estas proteínas desempenham papel importante na aclimatação de todos os organismos eucarióticos a mudanças ambientais (DIÉDHIOU *et al.*, 2008).

ST	GATTIAAACCATTCATTGCAATTACAGAGTTGAGAGAGAGAGAGAGAGAGGCAGCTCTCTTGATAGCATA-TGCTTCACTGCACATCATCACTAACAAACCTCCACTAACAAACACCACCCACCCACCGAACTCTTCTTCTT-TCTCCCTTCTCCATTGATTCAACCCACCTCGATAATAACCCCACCCCAATTGTTTATCAGAAACCCCTGTGTGTT-GTTTTTTTTTTAAATATCTACGTAATCAGACTGCTTGGTTCTTCATCTTGCTGATTGAGATCTGAA-TATACCTCTGTGTTCTTCAATTACAGATGAAGAGAACTTAGATTTCTGTGATTGCTGCCAGTTCTGTTTAAAT-TGCTTGTAAATGCTTGTGAGATGTGAGACTGAGTATGTTAGAGTGTGCTGAGATCTGCAAATTCGAAATGAGTGA-ATGACTTCAACATTCAAGCTTAAAACCCATGAAGAAATTGAAATGTTGAAGCAAATCTCATTAAACACAAACCTGATAGGAG-GCTCTCTTGTGTAATAAGAGAGCTATTCTGTTGCTAAGTATTAGTCTCTCCGGTGCAGCGATAAAAGGAGAAGGGAGAAG-AAGAATGGAGTGCAGACATGTCAGAGTTTATGCTGCTGAAATTGCTTCAGGAAGCATAGTAACTATAGAGGGATACAAAG-CAGAGAGATGTGGCAATCAAGCTGTTAGCCAGCCAAGGAAGATGAAACTCTGCTTCTGAAAAAACAATTCTCAGAGTTCTGAGCTTGAAGAACCTCTGTATTGTATAATCACCGAGTATCTAGCAGGAGGCTCCTAAGAGAAATATCT-TCATCAGCAGGAGCCACATTCACTAACACTGTTTGAAGAACTAGCGCTGGACATTGCACTGGAATGCAATA-TCTCATTCAAAGGAATACTCATAGGGACCTAACATCAGAAATTGTTGCTTGGAGAAGATATGCTGTAAGAAGA-GCAGATTGGCATTCTCATGCTTAAGATCTCAGTAGTGTAGTGTGCAAGGGATTACAGGTAATTATGCTGATGGCAC-CAGAAATGTTAAAGAAAACACCATACAAAGAAAGTTGATGCTCAGTGTGCTGATAGTTGGAGCTTACAGTGTGAAAG-TAGCAGATTGGCATTTCTCATGCTTAGAATCTCAGTAGTGTAGTGTGCAAGGGATTACAGGTAATTATGCTGTTGGA-TAAGAACCTCTGTATTGTATAATCACCGAGTATCTAGCAGAGGCTCCATAAGAAAATATCTCATCAGCA-GGAGCAGCATTCTAGTACCATTAACCTGTTGAAACTAGCGCTGGACATTGCACTGTTGGAATGCAATAATCTT-CATTCAAAGGAATACTCATAGGGACCTCAATCAGAAATTGTTGCTTGGAGAAGATATGCTGTAAGAAG-TAGCAGATTGGCATTTCTCATGCTTAGAATCTCAGTAGTGTAGTGTGCAAGGGATTACAGGTAATTATGCTGTTGGA-TGGCACCAGAAATGTTAAAGAAAACACCATACAAAGAAAGTTGATGCTCAGTGTGCTTGCATGGCAGAG-GGAGCTTAAAGCTGATTAACACCATTCAGCAACATGACTCCAGAGCAGCTGATTGCACTGCTGCCAGAAG-AACGCTAGACCCCATTTAATGAAATAGTCTGACTCTGGAAAGTTATTGACATCCCTGGAGGAGGATCCAGAAATTTTAT-CAAACCTTTACCTCGCTGATCATCTGTATAAGATGCTTACAAACTGCTGATTGATGGAATGCTGCTCATTTAA-GCCTGTGCTGTA
SCDS	ATGACTTCAACATTTCAGCTTAAAAACCCATGAAGAAATTGAAATGTTGAAGCAAATCTCATTAAACAC-CAACACCTGATAGGAGGCTCTCTTGTGTAATAAGAGAGCTATTCTGTTGCTAAGTATTAGTCTCTTCC-GGTGCAGCGATAAAAGGAGAAGGGAGAAGAAGAATGGAGTGCAGACATGTCAGAGTTGTTATGGCTGTTAA-ATTGCTCTCAGGAAGGCATAGTAGATACTAGAGGGATATAACAGCAGAGGAGATGTTGCAATCAAGCTGTTA-GCCAGCCACAGGAAGATGAAACATTGGCTTCTTCTGAAAAACAAATTCACTTCAGAGTTGTCAGCTG-TAAGAACCTCTGTATTGTATAATCACCGAGTATCTAGCAGAGGCTCCATAAGAAAATATCTCATCAGCA-GGAGCAGCATTCTAGTACCATTAACCTGTTGAAACTAGCGCTGGACATTGCACTGTTGGAATGCAATAATCTT-CATTCAAAGGAATACTCATAGGGACCTCAATCAGAAATTGTTGCTTGGAGAAGATATGCTGTAAGAAG-TAGCAGATTGGCATTTCTCATGCTTAGAATCTCAGTAGTGTAGTGTGCAAGGGATTACAGGTAATTATGCTGTTGGA-TGGCACCAGAAATGTTAAAGAAAACACCATACAAAGAAAGTTGATGCTCAGTGTGCTTGCATGGCAGAAG-AACGCTAGACCCCATTTAATGAAATAGTCTGACTCTGGAAAGTTATTGACATCCCTGGAGGAGGATCCAGAAATTTTAT-CAAACCTTTACCTCGCTGATCATCTGTATAAGATGCTTACAAACTGCTGATTGATGGAATGCTGCTCATTTAA-GCCTGTGCTGTA
SP	MTSTFSSFK KPMKNFEWLKQISINTKPDRLLSLGEYKRAISWSKYLVSSGAAIKGEGEEEWSADMSEL-FIGCKFASGRHSRIVRGYKQRDVAIKLVSQPQEDENLASFLKEQFTSE FVAACKPPVFCIITEYLA-GGSLRKYLHQEPHSPVPLKLVLKLALDIARGMQLHSGKILHDLKSENLLGEDMCVKVADFGIS-CLESQCSSAKGFTGYRWMPEMIKEKHHTKVDVYSFGIVLWELLTALTPFDNMTPQEAAFAVCOKNARPPPLPTCSGAFSHLINRCWSTNPDRRPHFNIEVLTESYLTSLEEDPEFSLNSFLPSPDHTVIRCLPNCIVWNRSAHLKPVL*
Função	Protein kinase domain, Protein kinase-like domain,

SG: Sequência genômica; ST: Sequência do Transcrito; SCDS: Sequência CDS; SP: Sequência do Peptídeo; FG: Função do gene.

Tabela 9. Descrição dos dados do gene Anaoc.0015s0338, flanqueado pelo marcador mAoR29.

Ao longo dos anos, a base tecnológica empregada na fruticultura passou por diversas transformações, dentre essas inovações pode-se destacar a tecnologia para a descrição de genes e flanqueamento de gene na qual permite o desenvolvimento de pesquisa em muitas áreas de estudos; contribuindo com maior chance de sobrevivência a espécie.

4 | CONCLUSÕES

A metodologia utilizando o banco de dados genômicos do Phytozome é eficiente no flanqueamento dos genes de *Anacardium humile* St. Hill. Os oito marcadores microssatélites utilizados flanquearam ou estão próximo a genes, entretanto, apenas o marcador mAoR6 não apresentou anotação associadas. É notório que os genes que apresentaram resultados

significativos são promissores, em novas perspectivas para melhoramento e estudos com a cultura, bem como favorecendo a cadeia produtiva da Cajucultura.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis.** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 178p.
- AN, J. *et al.* Wheat F-box Protein TaFBA1 Positively Regulates Plant Drought Tolerance but Negatively Regulates Stomatal Closure. **Front. Plant. Sci.**, v. 10, p. 1242, 2019.
- BUSO, G.; REIS, A.; AMARAL, Z.; FERREIRA, M. Novel and highly informative *Capsicum* SSR markers and their cross-species transferability. **Genetics and Molecular Research**, n. 15, p.1-12, 2016.
- BUSO, G.S.C. *et al.* Marcadores Microssatélites em espécies vegetais. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, v. 29, p. 46-50, 2003.
- CÂNDIDO, S. E. *et al.* Plant storage proteins with antimicrobial activity: novel insights into plant defense mechanisms. **FASEB J.**, v. 25, p. 3290-3302, 2011.
- CARVALHO, M.P.; SANTANA, D.G.; RANAL, M.A. Emergência de plântulas de *Anacardium humile* a. St.-Hil (Anacardiaceae) avaliada por meio de amostras pequenas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.28, p.627-633, 2005.
- CEMIG- Companhia Energética de Minas Gerais. **Assessoria de Coordenação Ambiental. Guia ilustrativo de plantas do cerrado de Minas Gerais.** Nobel, São Paulo, 2001.
- DIÉDHIOU, C. J. *et al.* The SNF1-type serinethreonine protein kinase SAPK4 regulates stress-responsive gene expression in rice. **BMC Plant Biology**, v.8, n.49, 2008.
- DUBOULE, P.; DOLLÉ, P. The structural and functional organization of the murine HOX gene family resembles that of *Drosophila* homeotic genes. **EMBO J.**, v. 5, p. 1497-1505, 1989.
- DUNAEVSKII, Y. E. *et al.* Proteinase inhibitors as antistress proteins in higher plants. **Applied Biochemistry and Microbiology**, v. 41, n. 4, p. 344-348, 2005.
- FERRÃO, J.E.M. **O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.).** Lisboa: Instituto de Investigação Científica Tropical, 1995.
- FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética.** 3. ed. EMBRAPA/CENARGEN, Brasília, 1998. 220p.
- GRANDORI, C. *et al.* The Myc/Max/Mad network and the transcriptional control of cell behavior. **Annu. Rev. Cell Dev. Biol.** v. 16, p. 653-699, 2000.
- LI, X. *et al.* Genome-wide analysis of basic/helix-loop-helix transcription factor family in rice and Arabidopsis. **Plant Physiol**, v. 141, p. 1167-1184, 2006.

MANNING *et al.* The protein kinase complement of the human genome. **Science**, v.298, n.5600, p.1912–1934, 2002.

MUKESH, J. *et al.* F-box proteins in rice. Genome-wide analysis, classification, temporal and spatial gene expression during panicle and seed development, and regulation by light and abiotic stress. **Plant Physiology**, v. 143, n.4, p. 1463-1483, 2007.

RAI, V.P. *et al.* Genetic diversity in *Capsicum* germplasm based on microsatellite and random amplified microsatellite polymorphism markers. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, p. 575-586, 2013.

REGITANO, L.C.A.; COUTINHO, L.L. **Biologia molecular aplicada à produção animal**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 205p.

SANO, E. E. *et al.* Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 166, n. 1-4, p. 113-124, 2010.

SILVA, J. A. *et al.* **Coleta de sementes, produção de mudas e plantio de espécies frutíferas antivas dos cerrados: informações exploratórias**. Planaltina: Embrapa- CPAC, 1997. 23p.

SOARES, T. N. *et al.* Transferability and characterization of microsatellite loci in *Anacardium humile* St. Hill. (Anacardiaceae). **Genetics and Molecular Research**, p.3146-3149, 2013.

SOUZA, J.M. **Diversidade genética em acessos de Anacardium humile St. Hill usando marcadores microsatélites**, Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás. Goiás. p.58. 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, F (2006). **Fisiologia Vegetal**. 4^a edição, Artmed. Porto Alegre.

VIGNOLS, F. *et al.* Caracterização de um gene de arroz que codifica uma proteína de transferência de lipídios. **Gene**, v. 142, p. 265-270, 1994.

WANG, X. *et al.* A lipid transfer protein, OsLTPL36, is essential for seed development and seed quality in rice. **Plant Science**, v. 239, p. 200-208, 2015.

CAPÍTULO 7

FLORISTIC AND PHYTOSOCIOLOGICAL STRUCTURE IN AN URBAN FRAGMENT OF THE ATLANTIC FOREST UNDER DIFFERENT HYDROMORPHIC CONDITIONS

Data de submissão: 08/08/2023.

Data de aceite: 02/10/2023

Aline Cristina Stocki

Universidade Estadual do Centro Oeste, Departamento de Agronomia. Guarapuava-PR
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/0182678452847349>

Joelmir Augustinho Mazon

Centro Universitário Guairacá, Departamento de Ciências Biológicas. Guarapuava-PR
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/3677183983139893>

Richeliel Albert Rodrigues Silva

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Ciência Florestal, Recife-PE
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/4633852866899003>

Luciano Farinha Watzlawick

Universidade Estadual do Centro Oeste, Departamento de Agronomia. Guarapuava-PR
LATTES: <http://lattes.cnpq.br/4985215075940551>

ABSTRACT: Environmental filters affect the establishment, development, distribution and diversity of the tree community in forests.

In this sense, the aim of this study was to investigate how soil hydromorphic conditions influence the structure and floristic diversity of a fragment of Mixed Alluvial Ombrophilous Forest at different water tables in an urban area in the municipality of Guarapuava-PR, Brazil. For this, 72 sampling subunits of 10 x 10 m (100 m²) were allocated, in each plot the Diameter at Breast Height (DBH ≥ 5 cm) of the trees were measured to calculate the phytosociological descriptors and ecological indices. The discriminant analysis detected four distinct groups in relation to the water table position. The study units of group 1, constitute areas of drained soil, group 2, intermediate characteristics, group 3, saturated soils and group 4, hydromorphic areas. The hydromorphic areas showed lower floristic diversity and higher species dominance, mainly *Gymnanthes klotzschiana*, *Matayba elaeagnoides* and *Ligustrum lucidum*. There is a difference in the composition of vegetation in relation to hydromorphic conditions. The closer to the river, the vegetation tends to show less diversity and certain species become dominant, decreasing competition, but increasing the number of individuals.

KEYWORDS: Environmental Filters; Groundwater Level; Alluvial Mixed

FLORÍSTICA E ESTRUTURA FITOSSOCIOLOGICA EM FRAGMENTO URBANO DE FLORESTA ATLÂNTICA SOB DIFERENTES CONDIÇÕES HIDROMÓRFICAS

RESUMO: Filtros ambientais condicionam o estabelecimento, desenvolvimento, distribuição e diversidade da comunidade arbórea nas florestas. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi investigar como as condições hidromórficas do solo influenciam a estrutura e a diversidade florística de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Aluvial em diferentes níveis freáticos, em uma área urbana no município de Guarapuava-PR, Brasil. Para isso, foram alocadas 72 subunidades amostrais de 10 x 10 m (100 m²), em cada parcela foram mensurados Diâmetro a altura do peito (DAP ≥ 15,7 cm) das árvores para calcular os descritores fitossociológicos e índices ecológicos. A análise discriminante detectou quatro agrupamentos distintos em relação a posição do nível freático. As unidades de estudo do grupo 1, constituem áreas de solo drenado, o agrupamento 2, características intermediárias, o agrupamento 3, solos saturados e o agrupamento 4, áreas hidromórficas. As áreas hidromórficas apresentaram menor diversidade florística e maior dominância de espécies, principalmente *Gymnanthes klotzschiana*, *Matayba elaeagnoides* e *Ligustrum lucidum*. Existe diferença na composição da vegetação em relação as condições de hidromorfia. Quanto mais próximo ao rio a vegetação tende a apresentar menor diversidade e determinadas espécies passam a ser dominantes, diminuindo a concorrência, porém aumentando o número de indivíduos.

PALAVRAS-CHAVE: Filtros Ambientais; Nível freático; Floresta Ombrófila Mista Aluvial; Gradiente Hídrico.

1 | INTRODUCTION

The alluvial environments of the Mixed Ombrophylous Forest (MAOF) correspond to tree formations in adjacent areas close to rivers, lakes, wetlands and hydromorphic zones. They are fragile ecosystems, of high ecological complexity, but fundamental for the process of geomorphological and environmental stability, in addition to the preponderant role in the formation of biological corridors and the maintenance of biodiversity. As well, they present peculiar characteristics in relation to the floristic composition, resulting from the connection between the soil water volume, water table depth, oxygen availability, flood pulses and a soil water gradient (MARTINS BASSACO; NOGUEIRA, 2019).

In this type of forest, the interaction between soil conditions and moisture shapes the biotic community, generating environmental filters (HALASSY et al., 2016), which correspond to interactions between species and disturbances inherent to the environment and that influence these species affect their ecosystem functions, especially in the processes of colonization, exclusion and dissemination within the community. These filters, such as water stress or hypoxia, narrow the range of possible ecological strategies caused by restrictive environmental conditions, creating a bottleneck where, in some cases, only species that are tolerant and adapted to these disturbances manage to coexist and remain in the

community structure. Thus, resulting in the predominance of a forest typology adapted to a given condition. Thus, admitting the recognition of floristic and phytosociological patterns of natural forests based on environmental gradients (OLIVEIRA et al., 2019).

Considering the importance of environmental conditions knowledge, such as hydromorphic variables together with spatially structured biotic factors on the composition and diversity of tree species, studies that quantify the influence of environmental variables on alluvial forest ecosystems are important, as they allow a greater understanding of the processes of floristic-structural organization in terms of flood regimes, since scientific research in alluvial areas has been little explored (MILANI et al., 2021).

Thus, the present study aimed to investigate how different hydromorphic conditions affect the structure and floristic diversity in a forest community in a fragment of Mixed Alluvial Ombrophilous Forest in the municipality of Guarapuava-PR, Brazil.

2 | MATERIAL AND METHODS

The study area is comprised of an 11.5 ha fragment of Mixed Alluvial Ombrophilous Forest (MAOF), located in the CEDETEG Campus of the State University of the Center-West (UNICENTRO) (Figure 1), in Guarapuava, Paraná, Brazil. The area is delimited by the Cascavelzinho River (Cascavel River Hydrographic Basin - CRHB), at an altitude varying between 1000 and 1020 meters s.n.m. The climate is classified as Subtropical Mesothermal Humid (Cfb). The predominant soil classes in the study area are the Bruno Latosols, which are deeper and more structured, and the hydromorphic ones with an alluvial influence (RODRIGUES et al., 2016).

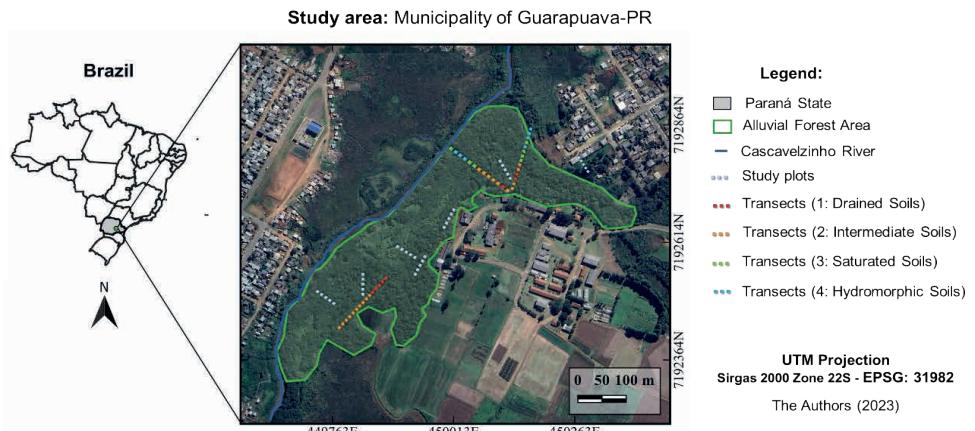


Figure 1 - Location of the study area and representation of study plots and transects on the CEDETEG Campus of the State University of the Center-West, Guarapuava, Paraná, Brazil.

The fragment has been measured periodically since the year 2011. Between January

and March 2020, the floristic survey and measurement of the Diameter at Breast Height (DBH) of the trees were carried out considering individuals with DBH \geq 5 cm, in 72 sampling subunits of 10 x 10 m (100 m²). The collected species were incorporated into the collection of the Herbarium of the State University of the Center-West (ARAUCA), CEDETEG campus, municipality of Guarapuava-PR. Species not possible to collect their individuals were compared with the material deposited at the HUCO - Herbarium of the State University of the Center-West, Campus Irati-PR. The botanical nomenclatures followed the Angiosperm Phylogeny Group IV pattern (CHASE et al., 2016).

In a previous study, the piezometric level and soil moisture were raised to correlate with the development of the forest, identifying four groups represented in Figure 1 (1: areas with drained soils; 2: soils with intermediate characteristics; 3: saturated soils and 4: hydromorphic soils) (see more in GUILHERMETI, 2015). The same sampling subunits were used in this research. To classify the four groups determined from the hydromorphy and verify their significance, the Discriminant Analysis (DA) with Fisher's Linear Discriminant method was performed. Analyses were performed using software© Copyright IBM Corporation, trial version (IBM SPSS, 2021).

The phytosociological descriptors used to analyze the horizontal structure of the forest were: Absolute (AD) and Relative (RD) Densities, Absolute (AF%) and Relative (RF%) Frequencies, Absolute (ADo) and Relative (RDo) Dominance, Coverage Value (CV) and Importance Value (IV) (FREITAS; MAGALHÃES, 2012). For the comparison between the ecological structure of the forest as a whole and of each grouping, the distribution of individuals in diameter classes was performed, using an amplitude of 10 cm.

The ecological indices of Shannon-Wiener Diversity (H'), Simpson Dominance (C), Pielou Equitativity (J'), Jaccard Similarity (Sj) and Jentsch Mixing Coefficient (QM) were calculated, using the R program (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2022), using the Vegan package (OKSANEN et al., 2014).

3 | RESULTS

A total of 1,773 individuals (2,462.5 ind ha⁻¹) were sampled in the analyzed fragment, distributed in 28 families, 43 genera and 55 species. The richest botanical families were: Myrtaceae (16%) and Lauraceae (10%). However, the most abundant individuals in the total area were: *Gymnanthes klotzschiana* (1,179.17 ind ha⁻¹), *Matayba elaeagnoides* (290.28 ind ha⁻¹) and *Ligustrum lucidum* (175 ind ha⁻¹) (Table 1).

It is observed, through the discriminant analysis, that the four determined ecological groups were different, as their centroids were classified as equidistant from each other. All subplots were correctly classified (Figure 2), considering the analysis to be satisfactory.

FAMILY/SPECIES	1	2	3	4	AD (ind ha ⁻¹)
Anacardiaceae					
<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	1*	1			2.78
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.		2		2	5.56
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	2	4	2		11.11
Annonaceae					
<i>Annona sylvatica</i> A.St.-Hil.	3				4.17
Aquifoliaceae					
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek		8	2		13.89
<i>Ilex dumosa</i> Reissek	5	11	5		29.17
<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek	14	20	10	37	68.06
Araucariaceae					
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	3		2		6.94
Asteraceae					
<i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho	2	1			4.17
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H.Rob.	2	1			4.17
Bignoniaceae					
<i>Adenocalymma album</i> (Aubl.) L.G.Lohmann	2	2	2		8.33
<i>Adenocalymma marginatum</i> (Cham.) DC.		2		2	5.56
<i>Dolichandra unguis-cati</i> (L.) L.G.Lohmann		1		1	2.78
<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos		4	2		8.33
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.			6		8.33
Canellaceae					
<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwacke	13	11	7	6	51.39
Celastraceae					
<i>Monteverdia aquifolia</i> (Mart.) Biral	1	3			5.56
Clethraceae					
<i>Clethra scabra</i> Pers.		14	1	2	23.61
Dicksoniaceae					
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	10	7	7	6	41.67
Ebenaceae					
<i>Diospyros kaki</i> L.		1			1.39
Erythroxylaceae					
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	3	5	3		15.28
Euphorbiaceae					
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	1	3			5.56
<i>Gymnanthes klotzschiana</i> Müll. Arg.	151	228	187	283	1179.17
Fabaceae					
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	5				6.94
Lamiaceae					
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	4	10	4	2	27.78

FAMILY/SPECIES	1	2	3	4	AD (ind ha ⁻¹)
Lauraceae					
<i>Aioea amoena</i> (Nees & Mart.) R. Rohde	1				1.39
<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	1				1.39
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	1	2	2		6.94
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	3	10	5	3	29.17
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees & Mart.) Mez	7	1	3	3	19.44
Loganiaceae					
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.		1			1.39
Malvaceae					
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	1	2			4.17
Myrtaceae					
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg	1				1.39
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg		2			2.78
<i>Eugenia involucrata</i> DC.		1			1.39
<i>Eugenia pyriformis</i> Cambess.		1			1.39
<i>Eugenia uniflora</i> L.			1		1.39
<i>Myrcia glomerata</i> (Cambess.) G.P.Burton & E.Lucas		4			5.56
<i>Myrcia retorta</i> Cambess.	4		1		6.94
<i>Myrcia palustris</i> DC.	1	2			4.17
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand	1				1.39
Oleaceae					
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton	71	14	19	22	175
Primulaceae					
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	1	1		1	4.17
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.			2		2.78
Proteaceae					
<i>Roupala montana</i> var. <i>brasiliensis</i>			1		1.39
Rosaceae					
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	18	36	14	4	100
Rubiaceae					
<i>Cordiera concolor</i> (Cham.) Kuntze		3			4.17
Rutaceae					
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	9	10	15	2	50
Salicaceae					
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	22	20	15	8	90.28
<i>Xylosma ciliatifolia</i> (Clos) Eichler	5	3	1	1	13.89
Sapindaceae					
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	18	2	14	8	81.94
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.		4			5.56
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	72	67	33	37	290.28

FAMILY/SPECIES	1	2	3	4	AD (ind ha ⁻¹)
<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	2	2	1		6.95
Styracaceae					
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.			1		1.39

Where: 1: Drained soils, 2: Intermediate condition, A3: Saturated soil, A4: Hydromorphic soils, AD: absolute density (ind ha⁻¹), * number of individuals in the group. Source: Authors (2023)

Table 1 – List of families, species and occurrence of individuals in an urban fragment of the Mixed Alluvial Ombrophilous Forest, in the municipality of Guarapuava-PR (2020).

Group 1, typical of a well-drained area, had 464 individuals and 37 species in an area of 0.27 ha. Group 2, with intermediate characteristic between groups, 526 individuals and 40 species in 0.20 ha. Group 3, with water saturation soils, 360 individuals and 27 species, corresponding to 0.15 ha. Group 4, where the greatest hydromorphism occurs, identified 435 individuals and 23 species in 0.1 ha. Groups 1 and 2 have similar characteristics, consisting of greater abundance of individuals and species richness. In 3 and 4, there is a predominance of certain species and a decrease in the others, present in 1 and 2. There were 14 common species in the 4 groups (Table 1).

Only in group 2, *L. lucidum* does not occupy the third place of IV (%) in the forest, passing this position to *Prunus myrtifolia* (Figure 3). Presenting itself better distributed in relation to other species. However, in group 1, its IV (%) is higher (12.15%) in relation to the other groups, denoting a greater occurrence of the species in places with good drainage conditions. In the conditions of group 2, *Prunus myrtifolia* and *Ocotea puberula*, present higher phytosociological descriptors than the others, that is, the intermediate soil conditions are more favorable for the development of these species.

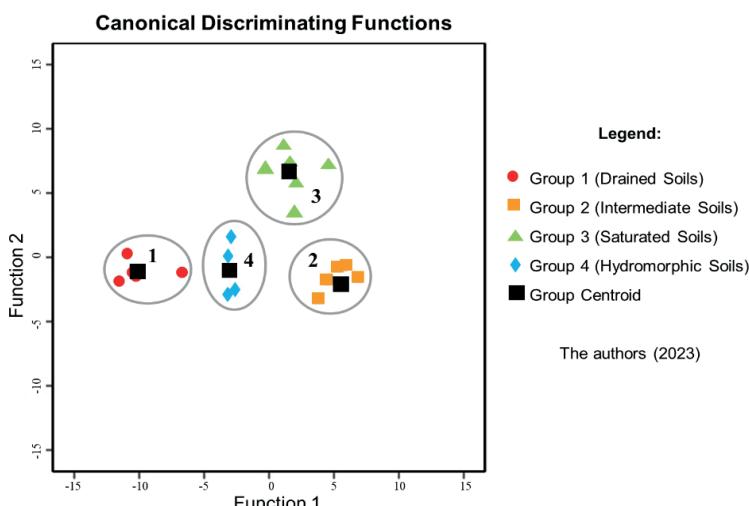


Figure 2 – Classification of ecological groups and their respective portions by discriminant analysis.

Araucaria angustifolia, an indicator species of the Mixed Ombrophilous Forest, obtained low IV (%), 4.03% in group 1 and 1.39% in group 2 and 3, with no individuals occurring in the area of greater hydromorphism, due to restrictions imposed by ground. *Dicksonia sellowiana* is found in all groups, however, in group 4, with conditions of greater hydromorphism, it presents better indices, with AD of 64 ind ha⁻¹, ADo of 2.80 m² ha⁻¹ and IV of 8, 5% (Figure 3).

Among the groups, the minimum DBH value (Diameter at Breast Height) included was 5 cm, the maximum value was 70.66 cm, which corresponds to an individual of *A. angustifolia*. The highest mean value (12.17 cm) occurred in group 4, in an area of greater hydromorphism, where the standard deviation between diameters decreases in this group, with a coefficient of variation of 44.83%. The mean values for group 1 are closer to the forest and the coefficient of variation is closer to group 2 (Table 2).

The distribution of individuals in the class centers showed a negative exponential pattern in the first 3 groups and in the forest in general, that is, there was a high concentration of individuals in the smaller diameter classes and a decrease in the larger classes. In grouping 4, the distribution occurs differently, this shows that the analyzed fragment does not have significantly incoming individuals, the trees are, in general, similar to each other, which can probably assume a Gaussian distribution with time, also occurring, few individuals between DBH ≥ 25 and 35 cm (Table 2).

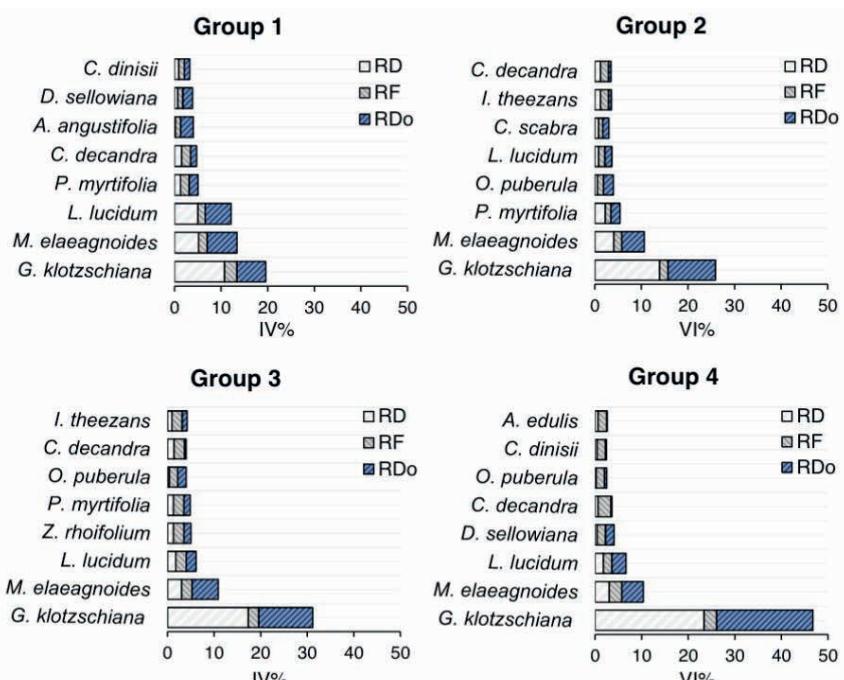


Figure 3 – Relative Density (RD), Frequency (RF) and Dominance (RDo) of the eight species with the highest occurrence among the four groups in a fragment of Mixed Alluvial Ombrophilous Forest, in the municipality of Guarapuava-PR (2020).

The diversity of the general forest obtained a Shannon-Wiener Index (H') of 2.23 nats ind^{-1} , which represents a low species diversity. Grouping 4 and 3 have a lower index, consequently less diversity, while the more drained areas (Group 1 and 2) have greater diversity. When the species of the 4 groups were analyzed together, it presented a Simpson Dominance Index (C) of 0.25, it is suggested that there is a 25% probability of dominance by some species in the studied fragment. Groups 1 (0.16), 2 (0.20) and 3 (0.29) have low dominance values, indicating greater diversity.

In alluvial areas, few species predominate with a larger number of individuals, noted by Pielou's Equitativity (J'), in the more drained groups the equitability was closer to 1, and in grouping 4 (0.42), in a place of greater hydromorphism, the dominance of certain species was evidenced.

Variables	Average	CV%	H'	C	J'	QM	Diametric Distribution
Group 1	$11.23 \pm 6.66 \text{ cm}$	59.29	2.45	0.16	0.67	1:12	
Group 2	$10.43 \pm 5.8 \text{ cm}$	55.6	2.42	0.2	0.65	1:13	
Group 3	$11.37 \pm 6.64 \text{ cm}$	58.46	2.02	0.29	0.60	1:13	
Group 4	$12.17 \pm 5.45 \text{ cm}$	44.83	1.33	0.5	0.42	1:18	
Forest	$11.23 \pm 6.17 \text{ cm}$	54.94	2.23	0.25	0.54	1:31	

Where: CV%: Coefficient of Variation, H' : Shannon-Wiener Diversity Index, C: Simpson Dominance Index, J' : Pielou Equality and QM: Jentsch Mixing Coefficient. Source: Authors (2023).

Table 2 – Descriptive Statistics of Diameter at Breast Height (DBH), Ecological Indices and Diametric Distribution Profile between the groups and General Forest in Mixed Alluvial Ombrophilous Forest, in Guarapuava-PR, in 2020.

Comparing the Jaccard Similarity Index (S_j) between the characteristic groupings of the soil water condition with relation to the floristic as a whole, areas 3 (52%) and 4 (60%), with respectively 28 and 23 species in common, have high levels of similarity with the forest, which may serve as a floristic reference for carrying out conservation actions. Groups 2 (29%) and 1 (33%), on the other hand, exhibit less similarity in relation to the forest, however, with a greater number of species in common.

The Jaccard Index indicated that groups 1 and 4 have 49% similarity, with 17 species in both groups, as well as group 2 and 4, 48%, groups 1 and 3, and 2 and 3 have 40% similarity. The lowest floristic similarity was determined between groups 1 and 2 with 20%, with 29 species in common and 3 and 4 (36%), with 15 species in common.

The Jentsch mixing coefficient (QM) shows, on average, the number of individuals of each species identified in the community and measures the intensity of species mixing. The area of the most drained groups was shown as 1:12 and 1:13, that is, there are, on average, 12 and 13 individuals of each species. Therefore, in the group with greater hydromorphism (1:18), it portrays a greater uniformity of species.

4 | DISCUSSION

The results of this study show how soil hydromorphic conditions influence the tree community and the diversity of the alluvial ecosystem. Considering hydromorphism as an environmental filter, which justifies the species to change in relation to time and space, due to ecological and evolutionary determinants. Thus, environmental variables are indicators of a complex mosaic of interactions, summarizing information about the needs of plants, which reflect on the parameters of the community structure (GUIMARÃES et al., 2021). Flooding causes changes in the soil environment and flood tolerance varies between species, plant age and time and duration of flooding. In general, the functional attributes may change according to the environment, as well as specific leaf area, leaf thickness, stomatal density and photosynthetic rates change according to flooded zones (HERRERA; ESCALA; RENGIFO, 2009).

Species that inhabit ecosystems where flooding regularly occur have developed adaptive strategies that influence the fitness of the species to deal with the stress mediated by this exposure (KREUZWIESER; RENNENBERG, 2014). Less diversity, evenness and richness, and greater dominance of woody species are evidenced in environments where hydromorphism was more pronounced (RIBAS ZACARIAS et al., 2012). Due to the fact that few species are morphologically adapted to support an excess of water, there is a decline in diversity and an increase in the dominance of adapted species according to soil saturation.

Among the anatomical structures that contribute to the tolerance of plants to a prolonged flooding condition, adventitious roots, aerenchyma and lenticels stand out. Adventitious roots are produced when the tree's primary root system is damaged because of oxygen deficiency in the soil, they have a large portion of intercellular spaces, facilitating the longitudinal transport of oxygen. The air reserve parenchyma, the root aerenchyma act as an oxygen reserve, the formation of air gap spaces increases the porosity of the root tissue. Stem hypertrophied lenticels are important for the supply of oxygen necessary for respiration, which comes from the atmosphere or from photosynthetic organs, which approach the roots by the aerial interconnections of the stem and root tissues, also contributing to the release of gaseous compounds for the atmosphere (KREUZWIESER; RENNENBERG, 2014).

G. klotzschiana was the most abundant species in the entire fragment, this species has the aforementioned adaptations and supports variations in soil water saturation, and its germination is still favored in hydromorphic soils. In some cases, it configures dominant populations (KIERAS; MACHADO; ACCIOLY, 2018). *M. elaeagnoides* occurs distinctly from *G. klotzschiana*, showing that the species does not prefer environments with higher soil moisture. However, it is common in MOF surveys, where the soils have better drainage capacity (MARTINS et al., 2017).

L. lucidum is a representative invasive species in the forest, it is adapted to the

hydromorphic condition, with high phytosociological descriptors in the fragment. It was originally introduced outside its native range for ornamental purposes. In the study fragment, this species was introduced incidentally, by adult individuals employed in the afforestation of the city, the propagules were dispersed by the river and it has been developing in the forest. Behaving as a threat to natural species, changing the functional activity and the food chain, competing for light, nutrients, space and dispersing fauna (FERNANDEZ et al., 2020).

D. sellowiana stands out in the forest understory and is close to hydromorphic environments, as its reproduction is dependent on water, presenting high phytosociological descriptors for the studied area. The economic exploitation of this species for ornamental and landscape purposes resulted in its inclusion in Official Lists of Endangered Flora Species. At a local scale, this species acts by promoting biological diversity, increasing habitat heterogeneity. Facilitating the coexistence of species, inhibiting the dominance of some woody plants and providing habitat for the establishment of epiphytes and hemiepiphytes, which increases plant diversity in the forest (NEGRÃO et al., 2017).

Descriptive statistics shows that group 4, of hydromorphic soils, presents higher diameter values with less variation compared to the other groups and the Forest. Analyzing the diametric distributions, this group presented a distinct curve of an “inverted J”, that is, it does not present a greater amount of trees in smaller size classes. Some authors relate the occurrence of distributions other than the negative exponential to regeneration problems or the occurrence of anthropic actions in communities. On the other hand, the exponential-type curve assumes that the populations that make up the community are stable and self-regenerative (CYSNEIROS et al., 2017), which occurs in the other groups and in the forest.

The forest fragment has low diversity (H'), but in common with studies in other alluvial areas (GONÇALVES et al., 2018). Areas with greater hydromorphism also denote the lowest diversity value (H') and the highest dominance value (C). In these areas, *G. klotzschiana* and *L. lucidum* are dominant species, which develop together as a result of their adaptations.

Groups 1 and 4 show moderate similarity (49%) and the areas with the highest hydromorphic condition show high similarity with the forest (60%). Whereas, on a similarity scale, values up to 25% correspond to low similarity, 26% and 50% moderate similarity, 51% to 75% high similarity. The Jentsch mixture coefficient identifies the degree of uniformity of individuals distributed among species, indicating, on average, the number of trees of each species found in the stand (MOJENA; FRANÇA, 2017). Thus, environments with greater hydromorphism present greater uniformity of species, denoting the real dominance of species adapted to these locations.

Also, certain species relatively abundant in areas with more drained soil (Group 1), had fewer individuals in the groups where the soil water saturation increased (Group 3) and no longer occur in the group with the greatest hydromorphism (Group 4), an example of *Lithraea brasiliensis*, *Vernonanthura discolor*, *Aiouea amoena*. Species that were not

present in group 1 were sampled exclusively in group 4 (*Solanum mauritianum* and *Eugenia uniflora*). Evidencing an indicator pattern of a selective filter in relation to hydromorphic conditions (OLIVEIRA et al., 2019), in which the species composition follows a flood gradient, where the plots closer to the river have lower richness, composition and distribution of species.

Thus, the more pronounced hydromorphic condition reflects in lower species richness near the river banks, with fewer species able to thrive in the adverse conditions imposed by the flood (GUIMARÃES et al., 2021). Trees close to the river benefit from their tolerance to the effects of flooding, and at the same time, take advantage of the greater availability of nutrients in the soil deposited by the river, in addition to less competition with other individuals (ABEL et al., 2020).

5 | CONCLUSION

The hydromorphic conditions in the alluvial fragment studied act as filters, because the closer to the river, the vegetation tends to present less diversity and certain species become dominant, decreasing the number of species, but increasing the number of individuals of species adapted to the water saturation conditions. The groupings formed are constituted by similar species, but they occur differently in relation to the phytosociological descriptors. The diametric distribution of the most drained groups, the saturated environment and the forest indicate that regeneration occurs continuously, unlike what happens in the area with greater hydromorphism. Groups with greater water saturation have higher similarity rates with the forest, which can be explained by the dominance of *G. klotzschiana* and *L. lucidum*, which tends to occur in greater numbers in hydromorphic areas.

REFERENCES

- ABEL, E. L. et al. Environmental dynamics of the Juruá watershed in the Amazon. **Environment, Development and Sustainability** 2020 23:5, v. 23, n. 5, p. 6769–6785, 2020.
- CHASE, M. W. et al. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 1–20, 2016.
- CYSNEIROS, V. et al. Distribuição diamétrica de espécies da Floresta Ombrófila Densa no Sul do Estado do Rio de Janeiro. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 89, p. 1–10, 2017.
- FERNANDEZ, R. D. et al. A Global Review of *Ligustrum Lucidum* (Oleaceae) Invasion. **Botanical Review**, v. 86, n. 2, p. 93–118, 2020.
- FREITAS, W. K.; MAGALHÃES, L. M. S. Métodos e Parâmetros para Estudo da Vegetação com Ênfase no Estrato Arbóreo. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 4, p. 520–540, 2012.

GONÇALVES, D. A. et al. Heterogeneity of a Tree Species Community in an Alluvial Area of Santa Catarina, Brazil. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 2, 2018.

GUILHERMETI, GUILHERMETI, P. G. C. **Composição Florística e Crescimento de Branquinho em Diferentes Condições da Floresta Ombrófila Mista Aluvial**. 97f. (Dissertação de mestrado). Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Estadual do Centro Oeste, 2015.

GUIMARÃES, A. F. et al. Small-scale environmental variations drive vegetation structure and diversity in Amazon riverine forests. **Flora**, v. 283, p. 151916, 2021.

HALASSY, M. et al. The application of a filter-based assembly model to develop best practices for Pannonian sand grassland restoration. **Journal of Applied Ecology**, v. 53, n. 3, p. 765–773, 2016.

HERRERA, A.; ESCALA, M.; RENGIFO, E. Leaf anatomy changes related to physiological adaptations to flooding in Amazonian tree species. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 21, n. 4, p. 301–308, 2009.

IBM SPSS. **Statistics for Windows** (I. Corp., Ed.) Armonk, NY, 2021.

KIERAS, W. S.; MACHADO, S. D. A.; ACCIOLY, Y. Análise estrutural e dinâmica de *Gymnanthes klotzschiana* (Müll. Arg.) em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 17, n. 1, p. 71, 2018.

KREUZWIESER, J.; RENNENBERG, H. Molecular and physiological responses of trees to waterlogging stress. **Plant, Cell and Environment**, v. 37, n. 10, p. 2245–2259, 2014.

MARTINS BASSACO, M. V.; NOGUEIRA, A. C. Comportamento fenológico de *Sebastiania brasiliensis* em Floresta Ombrófila Mista Aluvial. **Biota**, v. 32, n. 2, p. 45–53, 2019.

MARTINS, P. J. et al. Dinâmica da Vegetação Arbórea em Floresta Ombrófila Mista Montana Antropizada. **Floresta e Ambiente**, v. 24, n. 0, p. 97014, 2017.

MILANI, J. E. DE F. et al. Phenology and tree radial growth of *Schinus terebinthifolius* in a Subtropical Forest. **Floresta e Ambiente**, v. 28, n. 1, 2021.

MOJENA, P. A.; FRANÇA, D. R. Natural regeneration in a fragment of semideciduous forest in Sinop, MT. **Scientific Electronic Archives**, v. 10, n. 1, p. 34–41, 2017.

NEGRÃO, R. et al. An endangered tree fern increases beta-diversity at a fine scale in the Atlantic Forest Ecosystem. **Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 234, p. 1–6, 2017.

OKSANEN, J. et al. **Vegan: Community Ecology Package**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/package=vegan>>. Acesso em: 7 jan. 2023.

OLIVEIRA, R. S. et al. Embolism resistance drives the distribution of Amazonian rainforest tree species along hydro-topographic gradients. **New Phytologist**, v. 221, n. 3, p. 1457–1465, 2019.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **The R Project for Statistical Computing** <https://www.r-project.org/>, 2022. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>. Acesso em: 9 jul. 2023.

RIBAS ZACARIAS, R. et al. Fitossociologia de dois trechos de Floresta Ombrófila Densa Aluvial em solos hidromórficos, Paraná, Brasil. **Floresta**, v. 42, n. 4, p. 769, 2012.

RODRIGUES, A. L. et al. Atributos de um solo florestal em uma topossequência e relações com a comunidade arbórea. **Floresta**, v. 46, n. 2, p. 145–154, 2016.

CAPÍTULO 8

IMPORTÂNCIA DAS FLORES DO CIPÓ DE SÃO JOÃO (*Pyrostegia venusta*) PARA A CONSERVAÇÃO DAS ABELHAS

Data de aceite: 02/10/2023

Darclet Teresinha Malerbo-Souza

Professora Adjunta do Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
<https://lattes.cnpq.br/3266223126925865>
<https://orcid.org/0000-0002-3488-4778>

André Carlos Silva Pimentel

Professor Substituto do Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
<http://lattes.cnpq.br/7173983722810079>

Carlos Frederico Silva da Costa

Zootecnista, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
<http://lattes.cnpq.br/5077504685513390>

Hanya Rocha Anduras

Graduanda em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
<http://lattes.cnpq.br/4698403836989445>

José Felipe Borges de Souza

Graduando em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
<http://lattes.cnpq.br/4011173965144301>

Micaele Pereira da Silva

Graduanda em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
<http://lattes.cnpq.br/9113165570280422>

Monalisa Aparecida de Oliveira

Graduanda em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
<http://lattes.cnpq.br/6744166301152233>

Rodrigo Alves de Siqueira

Zootecnista, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
<http://lattes.cnpq.br/7596846420584543>

Milena Oliveira de Andrade

Doutoranda da Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
<http://lattes.cnpq.br/7490394190634816>

Leonardo Gabriel Cabral de Melo Souza

Graduando em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE.
<http://lattes.cnpq.br/2165209655135222>

Camila Malerbo-Souza

Graduanda em Ciências Biológicas, Centro Universitário Barão de Mauá, Ribeirão Preto, SP.
<http://lattes.cnpq.br/9600717409541641>

Julio Cesar de Souza

Professor da Faculdade de Tecnologia (FATEC), Centro Paula Souza, Jaboticabal, SP.
<http://lattes.cnpq.br/7220504366797310>

RESUMO: O estudo das plantas fornecedoras de recursos tróficos para as abelhas é importante para preservação, manejo e produção apícola e meliponícola. O objetivo dessa pesquisa foi estudar a biodiversidade e o comportamento forrageiro das abelhas nas flores do cipó de São João (*Pyrostegia venusta*). Este experimento foi conduzido em propriedade particular em Colina, SP, em 2019 e 2022. Foram avaliadas a frequência das visitações e o tipo (néctar e/ou pólen) de coleta das abelhas nas flores do cipó de São João, no decorrer do dia. Esses dados foram obtidos por contagem nos primeiros 10 minutos de cada horário, entre as 7h00 e as 18h00, com três repetições, durante três dias distintos. Os visitantes florais observados no cipó de São João, em 2019 e 2022, foram abelhas africanizadas *Apis mellifera* (84,38%), seguida por abelhas sem ferrão *Trigona spinipes* (8,70%), coleópteros (2,68%), beija-flores (2,23%), abelhas *Tetragonisca angustula* (jataí) (1,12%), abelhas *Xylocopa frontalis* (mamangavas) (0,67%) e lepidópteros (0,22%). Essa espécie vegetal deve ser plantada próxima aos apiários e meliponários, sendo importante fonte de recursos alimentares para as abelhas, tanto africanizadas quanto silvestres, no período frio e seco.

PALAVRAS-CHAVE: abelhas, biodiversidade, cipó de São João, comportamento forrageiro

IMPORTANCE OF THE FLOWERS OF *Pyrostegia venusta* FOR THE CONSERVATION OF BEES

ABSTRACT: The study of plants supplying trophic resources to bees is important for the preservation, management and production of beekeeping and meliponiculture. The objective of this research was to study the biodiversity and forage behavior of bees in *Pyrostegia venusta* inflorescences. This experiment was conducted on a private property in Colina, SP, in 2019 and 2022. The frequency of visitations and the type (nectar and / or pollen) of bees collected in the inflorescences during the day were evaluated. These data were obtained by counting in the first 10 minutes of each time, between 7:00 a.m. and 6:00 p.m. with three repetitions, during three distinct days. The floral visitors observed on the cipó of São João, in 2019 and 2022, were Africanized honeybees *Apis mellifera* (84.38%), followed by *Trigona spinipes* stingless bees (8.70%), Coleoptera (2.68%), hummingbirds (2.23%), *Tetragonisca angustula* stingless bees (jataí) bees (1.12%), *Xylocopa frontalis* bumblebees (0.67%) and Lepidoptera (0.22%). This plant species should be planted near apiaries and meliponaries being an important source of food resources for both Africanized and wild bees in dry and cold period.

KEYWORDS: bees, biodiversity, cipó of São João, forage behavior

1 | INTRODUÇÃO

Quase 80% dos vegetais superiores de interesse econômico, sejam pelos seus frutos como pelas sementes, grãos, fibras e demais produtos, dependem quase que exclusivamente dos insetos para a polinização (McGREGOR, 1976). Algumas espécies, sem a presença benéfica destes agentes, correriam o risco de não produzirem e até de se extinguirem. Segundo este autor, mais de um terço de nossa alimentação depende direta ou indiretamente da polinização efetuada pelas abelhas.

A polinização exerce um papel fundamental nas espécies vegetais, pois tem

influência direta no fluxo gênico entre populações. A interação com o polinizador afeta o sucesso reprodutivo, de forma que as plantas tendem a selecionar grupos funcionais de vetores de pólen mais eficientes por meio de características morfológicas e recurso oferecido. O sucesso na polinização vai depender também do sistema de reprodução da planta e da disponibilidade e eficiência do polinizador ao longo da floração (MACHADO; LOPES, 2002).

A flora apícola e meliponícola de uma região é um fator primordial no desenvolvimento das colônias de abelhas, tanto africanizadas quanto abelhas nativas. Malerbo-Souza et al. (2008) relataram que os polinizadores podem visitar espécies de plantas para coleta exclusiva de néctar, outras para coleta exclusiva de pólen e outras espécies para coletar tanto néctar quanto pólen. Mesmo a flor oferecendo esses dois recursos alimentares, observa-se que alguns visitantes florais visitam apenas para coleta de um ou de outro. Então, conhecer as flores, seus visitantes florais e o que eles coletam se torna importante para os apicultores e meliponicultores, em todas as épocas do ano.

Dentre as espécies que florescem no período seco do ano, destaca-se a flor ou cipó de São João (*Pyrostegia venusta*). Pertencente à família Bignoniaceae, de origem brasileira, vulgarmente chamada de flor de São João ou cipó de São João, é uma planta semilenhosa de ramagem densa, encontrada com muita frequência em campos e margens de estradas (POLATTO et al., 2007).

É uma trepadeira muito utilizada na decoração das festividades de São João em todo o Brasil. Produzem muitas inflorescências, compostas de pequenas flores alongadas e alaranjadas, em pleno inverno. É uma planta interessante quando queremos ter flores vistosas nos meses frios. Cobre muito bem pérgolas, cercas, treliças, muros e caramanchões (POTT; POTT, 2000).

O início do período de floração do cipó de São João ocorre entre junho e julho, no início da estação seca e em época das temperaturas mais amenas, enquanto a frutificação e a liberação das sementes prosseguem até o fim da estação seca (POLATTO et al., 2007).

As flores são tubulares com lobos livres e pelos protetores internos, que evitam a pilhagem de néctar por insetos pequenos, coloração vermelho-alaranjado, inodoras, nectaríferas, bem como a sua posição ligeiramente pendente, relacionam-se, principalmente, à síndrome de ornitofilia, principalmente, por beija-flores (MALERBO-SOUZA et al., 2008).

Sendo assim, os objetivos do presente trabalho foram estudar os visitantes florais no cipó de São João, bem como, a frequência, o comportamento e o tipo de coleta desses visitantes, no período seco.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi conduzido no Sítio Retiro Santa Rita situado em Colina, SP, no período de maio a junho de 2019 e junho a setembro de 2022, com flores do

cipó de São João (*Pyrostegia venusta*) (Figura 1).



Figura 1. Área experimental com cipó de São João (*Pyrostegia venusta*), em 2022.

Foram avaliados a frequência das visitações e o tipo de coleta (néctar e/ou pólen) dos visitantes florais, no decorrer do dia. Esses dados foram obtidos por contagem nos primeiros 10 minutos de cada horário, das 7h00 às 18h00. Essa contagem foi realizada percorrendo-se o entorno da planta, durante um minuto, em cada horário, anotando-se os visitantes presentes nas flores e o que eles coletavam. O comportamento forrageiro de cada espécie foi avaliado através de observações visuais, em cada ano estudado.

Todos os dados foram analisados estatisticamente utilizando-se o programa Bioestat. Para a comparação de médias, quando necessária, foi utilizado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para analisar a frequência de visitação às flores, no decorrer do dia, foi utilizada análise de regressão por polinômios ortogonais, obtendo-se assim equações adequadas aos padrões observados, nas condições do experimento.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A florada do cipó de São João ocorreu nos meses de maio a junho, em 2019, e entre maio e setembro, em 2022. Na Figura 2, pode ser observada uma flor dessa espécie, com destaque para o estigma e os estames, sendo que as flores são oferecidas em inflorescências terminais; são hermafroditas, com antese ocorrendo ao longo de todo o dia. O cálice é verde, com sépalas unidas (gamosépala), a corola é vermelho-alaranjada, com pétalas em forma de unha e caduco ao final da vida da flor. Os estames possuem filete simples (sem ramificação), livres, inclusos. O gineceu é completo, com ovário, estilete e estigma, gamocarpelar, pluricarpelar. O estilete é cilíndrico e terminal, enquanto o estigma é foliáceo, indiviso. As características da morfologia floral do cipó de São João, tais como:

disposição das flores na planta, das pétalas, e a coloração, correspondem as da síndrome da ornitofilia (FAEGRI; VAN DER PJIL, 1980, MALERBO-SOUZA et al., 2008). As anteras das flores liberam o grão de pólen desde a abertura do botão. O estigma encontra-se em posição para receber os grãos de pólen apenas uma a duas horas depois. O estigma permanece receptivo o dia todo, enquanto os grãos de pólen tornavam-se escassos com o final do dia (PROCTOR et al., 1996).

É uma flor tubular que apresenta os órgãos reprodutivos posicionados para baixo, o que facilita a dispersão do pólen por meio da cabeça de beija-flores, que ao introduzir o bico para sugar o néctar, tocam com a cabeça os estames. Os grãos de pólen aderem na cabeça do pássaro que ao visitar outra flor transferem esses grãos para o estigma, realizando a polinização.

De acordo com Hortenci et al. (2012), a flor dessa espécie produziu maior quantidade de néctar entre 6h00 e 11h00. A concentração de açúcares do néctar não variou durante o dia (em média, 21,9%). Com relação à viabilidade do pólen, 66,9% apresentaram viabilidade. Isso indica que há possibilidade de auto-fecundação, mas há elevado número de abortos, fato que pode estar relacionado com a baixa viabilidade do pólen.

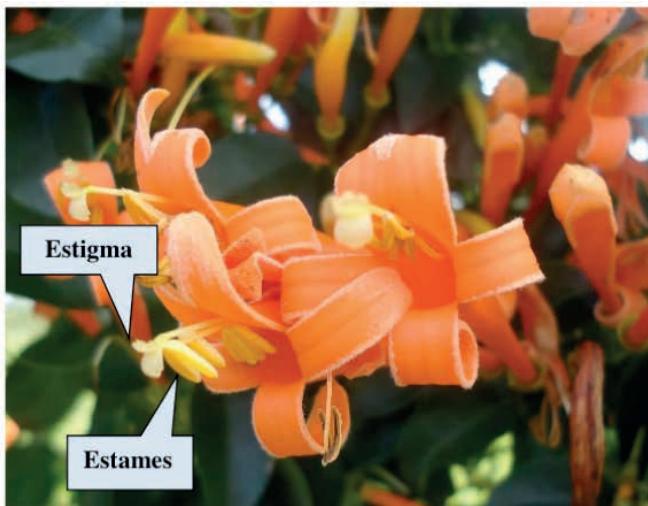


Figura 2. Flor do cipó de São João (*Pyrostegia venusta*), com detalhe para os estames e estigma.

Os visitantes florais observados no cipó de São João, em 2019 e 2022, foram abelhas *Apis mellifera* africanizadas (84,38%), seguida por abelhas *Trigona spinipes* (8,70%), coleópteros (2,68%), beija-flores (2,23%), abelhas *Tetragonisca angustula* (jataí) (1,12%), abelhas *Xylocopa frontalis* (mamangavas) (0,67%) e lepidópteros (0,22%) (Figura 3). Houve visitas esporádicas de abelhas da família Halictidae, vespas e formigas.

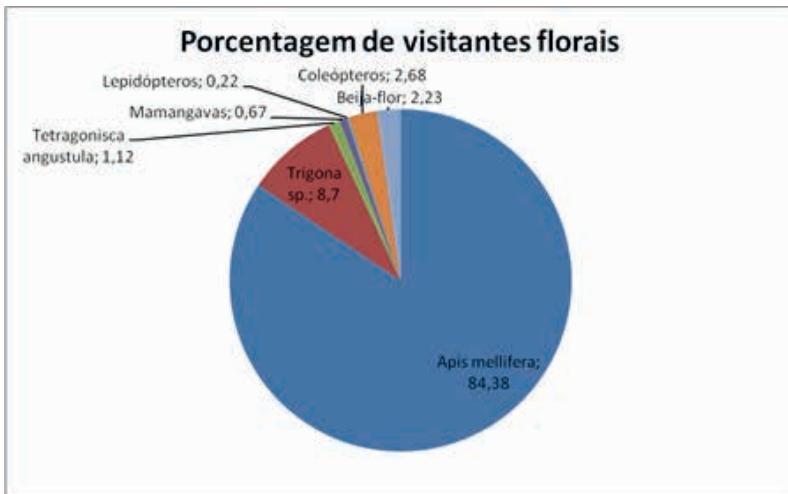


Figura 3. Porcentagem dos visitantes florais no cipó de São João (*Pyrostegia venusta*), em 2019 e 2022.

Observou-se que as abelhas africanizadas visitaram as flores de *P. venusta*, das 8h00 às 17h00, preferindo coletar néctar (55,03%) comparado ao pólen (44,97%). Para coleta de néctar (Figura 4), essas abelhas apresentaram um pico de frequência às 12h00, diminuindo em seguida até às 17h00 e obedecendo a seguinte equação de 2º. Grau: $Y = -1,0045x^2 + 14,156x - 19,811$ ($R^2 = 0,7916$). Para coleta de pólen, as abelhas africanizadas apresentaram dois picos de frequência, às 8h00 e às 14h00, de acordo com a seguinte equação de 3º. Grau: $Y = -0,0685x^3 + 1,1028x^2 - 2,8977x + 7,5035$ ($R^2 = 0,2606$).

Nesse experimento, os visitantes florais foram observados entre às 8h00 e 17h00, preferindo o período da manhã. Malerbo et al. (1998) constataram a ocorrência de maior abundância dos insetos nas plantas durante o período da manhã, como ocorreu no cipó de São João, em especial, para coleta de pólen. Provavelmente devido ao período de coleta ter sido concentrado na estação do inverno, as visitas dos insetos ocorreram, predominantemente, até meio do dia, momento mais favorável à atividade de voo, pois nesse horário a luminosidade e temperatura estão favoravelmente altas.

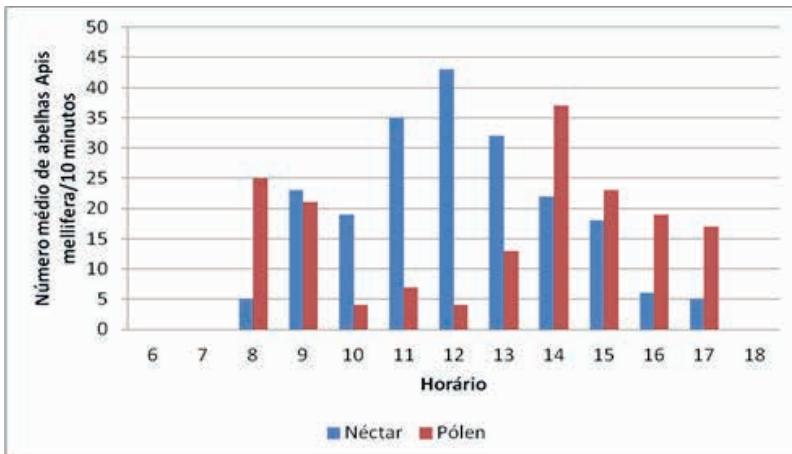


Figura 4. Número médio de abelhas *Apis mellifera* coletando néctar e pólen nas flores do cipó de São João (*Pyrostegia venusta*), em 2019 e 2022.

Entretanto, como as flores de *P. venusta* são tubulosas e apresentam pelos internamente, essas abelhas pousavam sobre as pétalas das flores abertas e penduravam-se nas anteras extraíndo os grãos de pólen, logo após tentavam entravam no tubo floral, mas não conseguiam, devido à presença de pelos e estreitamento na base do tubo floral. Então, as abelhas coletaram néctar da base das flores quando essas começavam a cair, como pode ser observado nas Figuras 5 e 6. Esse comportamento a caracteriza como pilhadora de néctar, como também foi observado por Polatto et al. (2007).



Figura 5. Abelha *Apis mellifera* coletando néctar da base da flor do cipó de São João (*Pyrostegia venusta*), em 2019.

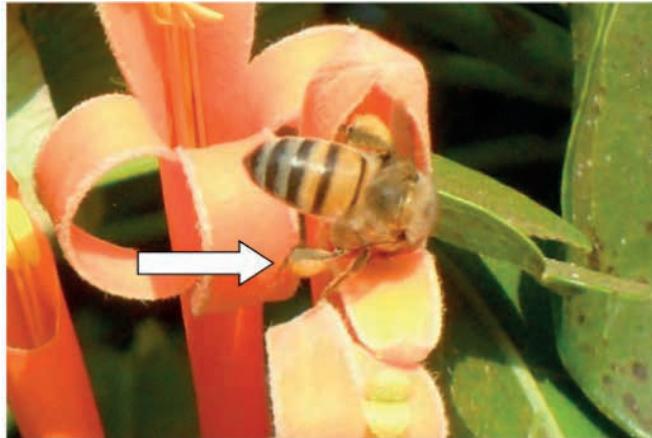


Figura 6. Abelha *Apis mellifera* com carga de pólen (seta branca) na corbicula (seta branca), da flor do cipó de São João (*Pyrostegia venusta*), em 2022.

Outras espécies de insetos também visitam a flor do cipó de São João como *Tetragonisca angustula* (jataí) (Figura 7), abelhas da família Halictidae (Figura 8), formigas e vespas (Figura 9).

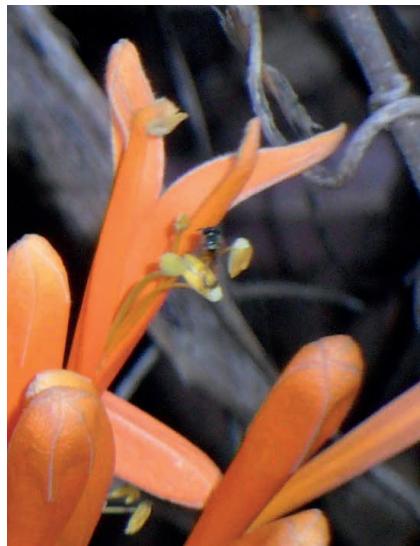


Figura 7. Abelha *Tetragonisca angustula* coletando pólen da flor do cipó de São João (*Pyrostegia venusta*), em 2022.

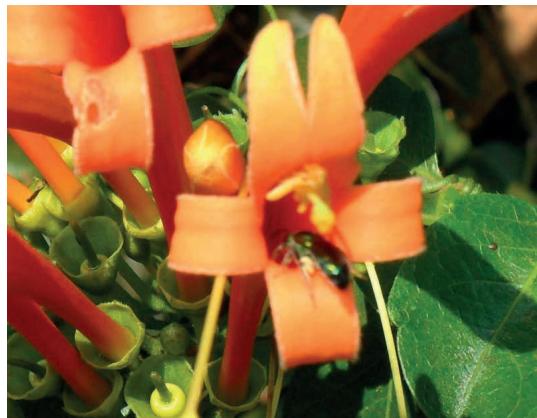


Figura 8. Abelha da família Halictidae visitando a flor do cipó de São João (*Pyrostegia venusta*), em 2022.



Figura 9. Formigas e vespa se alimentando de néctar na base da flor do cipó de São João (*Pyrostegia venusta*), em 2022.

Também foram observadas visitas esporádicas de vespídeos nas flores de *P. venusta* (Figura 10), entretanto, as vespas não tocavam as partes florais nessas visitas e não foram considerados polinizadores efetivos das flores do cipó de São João.



Figura 10. Vespa visitando a flor do cipó de São João (*Pyrostegia venusta*), sem tocar os órgãos reprodutivos da flor, em 2022.

As flores tubulares do cipó de São João são adaptadas para a polinização por pássaros e beija-flores, que ao coletarem o néctar com o pico alongado, tocam os estames com a cabeça onde são aderidos os grãos de pólen, que serão, então, transferidos ao estigma de outras flores (Figura 11).

Os beija-flores foram observados das 9h00 às 15h00, visitando várias flores em cada voo, quando então, eles pousavam próximos às flores, observavam e retornavam a coletar néctar, após alguns minutos.



Figura 11. Beija-flor coletando néctar em flor do cipó de São João (*Pyrostegia venusta*), em 2022.

Foi observado que as flores expostas ao sol são as mais visitadas pelos insetos e beija-flores, sendo necessários novos estudos sobre a interação flor-polinizador nessa

espécie vegetal.

A predominância das abelhas africanizadas nas flores do cipó de São João também foi observada por Polatto et al. (2007) e Silva et al. (2008). Constatou-se que, em períodos com temperaturas mais baixas e em indivíduos próximos à estrada (maior incidência de ventos), houve diminuição no número de visitantes.

Polatto et al. (2007), estudando os visitantes florais em *P. venusta*, em Ivenhema, no Mato Grosso do Sul, considerou quatro espécies predominantes em visitas às flores, sendo duas espécies de abelhas eussociais, *Apis mellifera* e *Trigona spinipes*, e duas espécies de formiga, *Camponotus* sp. e *Cephalotes* sp. De acordo com esses autores, *T. spinipes* desenvolveu intensa atividade entre 12h00 e 13h00, com temperatura de 27°C, umidade relativa do ar 52%, luminosidade 78.700 lux e velocidade do vento 3 m/s. Na base do tubo floral, essa abelha agarrava-se com auxílio das pernas e iniciava o recorte da parede usando as mandíbulas; em seguida, introduzia as peças bucais no orifício e sugava o néctar, comportando-se como pilhadora de néctar. As abelhas *Oxaea flavescens*, *Augochlora esox* e *Xylocopa* spp. também apresentaram comportamento de pilhagem de néctar. Além disso, flores já pilhadas eram visitadas por outras abelhas, vespas e formigas que sugavam o néctar pelo orifício produzido durante a pilhagem anterior.

Além dos insetos, foram observadas a presença dos beija-flores *Phaethornis eurynome* (Phaethornithinae) e *Hylocharis chrysura* (Throchilinae), coletando néctar. Buzato et al. (2000) registraram a deposição de pólen no topo da cabeça e/ou na testa dos beija-flores *Phaethornis eurynome*, *Clytolaema rubricauda* e *Leucochloris albicollis* ao visitarem *P. venusta* e incluíram os mesmos na categoria de polinizadores efetivos.

Já Hortenci et al. (2012) observando os visitantes florais de *P. venusta* em São Carlos, SP, observaram que os beija-flores foram os visitantes mais frequentes das flores, com um total de 53 visitas durante quase todo o dia, com maior intensidade entre 7h00 e 10h00. As abelhas realizaram 45 visitas (com pico entre 11h00 e 13h00), e as borboletas (37 visitas, com pico entre 12h00 e 14h00). Os beija-flores realizaram apenas visitas legítimas, introduzindo o bico na abertura da corola, tocando o estigma com o alto da cabeça e recebendo os grãos de pólen. Os autores consideraram os beija-flores como visitantes legítimos e polinizadores devido ao seu comportamento e frequência de visitas às flores. As abelhas e borboletas introduziam suas probóscides na abertura da corola ao pousarem nas pétalas, em geral, sem tocar nos órgãos reprodutivos das flores. Esses autores classificaram abelhas e borboletas como pilhadores de néctar e pólen e concluíram que os beija-flores são o principal polinizador, e que a planta investe em néctar para atraí-los e economiza na produção de pólen.

4 | CONCLUSÕES

Várias espécies de abelhas e outros insetos visitam as flores do cipó de São João,

com destaque para as abelhas africanizadas. Essa abelha coletou néctar da base da flor apresentando característica de pilhadora de néctar. Entretanto, ao coletar o pólen pode ter efetuado, eventualmente, a transferência de grãos de pólen.

Os beija-flores são os mais adaptados ao tipo de flor dessa espécie vegetal, entretanto, foram pouco frequentes nas flores.

Flores expostas ao sol são mais visitadas pelas abelhas e beija-flores.

REFERÊNCIAS

BUZATO, S., SAZIMA, M., SAZIMA, I. Hummingbird-pollinated floras at three Atlantic Forest sites. *Biotropica*, v. 32, p. 824-884, 2000.

FAEGRI, K., VAN DER PIJL, L. **The Principles of Pollination Ecology**. 3 ed. Pergamon Press: London. 1979. 244p.

HORTENCI, L.; TEIXEIRA, R.C.; ROGERI, P.K.; LOPES, X.M.; VALENTE-NETO, F.; KOROIVA, R.; SCATOLLINI, T.L.C. Biologia floral de *Pyrostegia venusta* (Bignoniaceae) em uma área de cerrado stricto sensu. Disponível em: <http://www.simposioppgern.ufscar.br/resumos-simposio/004> Acesso em: Set 2012.

MACHADO, I.C.; LOPES, A.V. A polinização em ecossistemas de Pernambuco: uma revisão do estado atual do conhecimento. In: M. Tabarelli; J.M.C. Silva (orgs.). Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco. Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio-Ambiente, Fundação Joaquim Nabuco e Editora Massangana. p. 583-596. 2002.

MALERBO-SOUZA, D. T., TOLEDO, V. A. A., COUTO, L. A., NOGUEIRA-COUTO, R.H. Uso de tela excluidora de rainha no alvado e seus efeitos na atividade de coleta e no desenvolvimento de colônias de *Apis mellifera*. *Acta Scientiarum*, v.20, n.3, p.383-386, 1998.

MALERBO-SOUZA, D. T.; TOLEDO, V. A. A.; PINTO, A. S. **Ecologia da Polinização**. Piracicaba: CP2, 2008.

McGREGOR, S.E. **Insect pollination of cultivated crop plants**. Washington, Agric. Res. Serv. United States Dept. of Agric., 1976. 411p.

POLATTO, L.P.; DUTRA, J.C.S.; ALVES JUNIOR, V.V.. Biologia reprodutiva de *Pyrostegia venusta* (Ker-Gawl) Miers (Bignoniaceae) e comportamento de forrageamento dos visitantes florais predominantes. *Rev. Biol. Neotrop.* 4(1): 46-57. 2007

POTT, A., POTT, V.J. **Lista preliminar de plantas invasoras atuais e potenciais de pastagens do Centro Oeste**. [S. l.: s. n.], 2000.16p.

PROCTOR, M., YEO, P., LACK, A. **The Natural History of Pollination**. British Wildlife Publishing: Rotherwick, Hampshire, 1996. 479p.

SILVA, M.G., HEFLER, S.M., PAULA, M.C.Z., ZIMMERMANN, M.L. Estudo das interações entre insetos e *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers (Bignoniaceae) em um remanescente de floresta estacional semidecidual, no Campus da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Toledo, Brasil. *Estud Biol.*, v. 30, n. 70/71/72, p. 71-6, 2008.

CAPÍTULO 9

INFESTAÇÃO POR DEMODEX spp. E MALASSEZIA spp. EM HAMSTER—RELATO DE CASO

Data de submissão: 07/08/2023

Data de aceite: 02/10/2023

Ivaldo Victor Mota de Siqueira

Graduando em Medicina Veterinária
pela Universidade Federal do Agreste de
Pernambuco (UFAPE)
Garanhuns — PE, Brasil.
<https://lattes.cnpq.br/9525584746952849>

Lucas Azevedo dos Santos

Mestrando do Programa de Pós-
graduação em Sanidade e Reprodução de
Animais de Produção pela Universidade
Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Garanhuns — PE, Brasil.
<http://lattes.cnpq.br/7331630075901849>

Adenilson José dos Santos

Graduando em Medicina Veterinária
pela Universidade Federal do Agreste de
Pernambuco (UFAPE)
Garanhuns — PE, Brasil.
<http://lattes.cnpq.br/4253036863602813>

Ananda Maria Freitas Freire Leão

Graduando em Medicina Veterinária
pela Universidade Federal do Agreste de
Pernambuco (UFAPE)
Garanhuns — PE, Brasil.
<https://lattes.cnpq.br/4480167431300656>

Edilson Bezerra da Silva Junior

Graduando em Medicina Veterinária
pela Universidade Federal do Agreste de
Pernambuco (UFAPE)

Garanhuns — PE, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/2449358750089974>

Eduardo Henrique Amorim Silva

Graduando em Medicina Veterinária
pela Universidade Federal do Agreste de
Pernambuco (UFAPE)
Garanhuns — PE, Brasil.
<http://lattes.cnpq.br/4683078988765100>

Iury Henrique de Freitas Melo

Graduando em Medicina Veterinária
pela Universidade Federal do Agreste de
Pernambuco (UFAPE)
Garanhuns — PE, Brasil.
<http://lattes.cnpq.br/5339861602559709>

Gílcia Aparecida de Carvalho

Professor associado da Universidade
Federal do Agreste de Pernambuco
(UFAPE)
Garanhuns — PE, Brasil.
<http://lattes.cnpq.br/0551309365838136>

RESUMO: Os animais de estimação não-convencionais, como répteis e pequenos mamíferos, têm se tornado mais comuns em domicílios, alcançando cerca de 2,5 milhões no Brasil. Entre esses, os hamsters são destacados por suas características de tamanho, pelagem e docilidade, além do

baixo custo de manutenção. Contudo, o aumento populacional desses pequenos mamíferos tem levado a relatos de enfermidades parasitárias, bacterianas e fúngicas. Dentre as enfermidades mais comuns, destaca-se a sarna demodéctica, causada por ácaros do gênero *Demodex* spp., enquanto a otite, resultado de processo inflamatório em condutos auditivos, é provocada por fungos do gênero *Malassezia* spp. e bactérias. O objetivo deste estudo foi relatar um caso de coinfecção parasitária, fúngica e bacteriana em hamster sírio no município de Garanhuns-PE. O hamster sírio, *Mesocricetus auratus*, com aproximadamente 18 meses, pesando 100 gramas, foi atendido apresentando sinais de apatia, anorexia, alopecia em face, membros e dorso. O exame físico revelou eritema, prurido e descamação em várias áreas. Para auxiliar no diagnóstico, foram realizados exames parasitológicos de pele, fita de acetato, tricograma e citológico de cerúmen em ambos os ouvidos. Os exames complementares confirmaram a coinfecção por *Demodex* spp., *Malassezia* spp. e bactérias do tipo cocos. A fonte de infestação pode ter sido a cama de maravalha não esterilizada. Assim, a orientação aos tutores sobre o manejo adequado é fundamental para prevenir infestações e doenças, como também, observação cuidadosa dos sinais clínicos e a requisição de exames laboratoriais são essenciais para um diagnóstico preciso e compreensão dos fatores de risco envolvidos.

PALAVRAS-CHAVE: Sarna. Ectoparasitos. Malasseziose.

***DEMODEX* spp. AND *MALASSEZIA* spp. INFESTATION IN HAMSTER – CASE REPORT**

ABSTRACT: Unconventional pets, such as reptiles and small mammals, have become more common in households, reaching approximately 2,5 million in Brazil. Among them, hamsters stand out due to their size, fur, and docile nature, as well as their low maintenance cost. However, the increasing population of these small mammals has led to reports of parasitic, bacterial, and fungal diseases. Among the most common diseases, demodectic mange caused by *Demodex* spp. mites, and otitis, a result of inflammatory processes in the ear canals, caused by *Malassezia* spp. fungi and bacteria, are prominent. The aim of this study was to report a case of parasitic, fungal, and bacterial co-infection in a Syrian hamster in the city of Garanhuns-PE. The Syrian hamster, *Mesocricetus auratus*, approximately 18 months old, weighing 100 grams, was presented with signs of apathy, anorexia, and alopecia on the face, limbs, and back. Physical examination revealed erythema, itching, and scaling in several areas. To assist in the diagnosis, skin parasitological tests, acetate tape test, trichogram, and cerumen cytology were performed on both ears. The complementary tests confirmed the co-infection by *Demodex* spp., *Malassezia* spp., and cocci-type bacteria. The source of infestation may have been the non-sterilized wood shavings bedding. Therefore, guidance to owners regarding proper management is essential to prevent infestations and diseases. Additionally, careful observation of clinical signs and requisition of laboratory tests are essential for accurate diagnosis and understanding of the involved risk factors.

KEYWORDS: Scabies. Ectoparasites. Malassezia.

1 | INTRODUÇÃO

Os animais de estimação não-convencionais, como répteis e pequenos mamíferos, têm ganhado mais espaço nos lares, alcançando cerca de 2,5 milhões de animais no Brasil (ABINPET, 2022). Dentre os pequenos mamíferos, o hamster torna-se mais expressivo, não apenas pelas características relacionadas ao tamanho, pelagem e docilidade, mas também por questões inerentes ao baixo custo de manutenção e manejo (TEIXEIRA; PIRES, 2014).

Devido ao crescimento populacional expressivo, enfermidades parasitárias, bacterianas e fúngicas são relatadas. Em razão disso, a sarna demodécica é uma enfermidade causada por ácaro do gênero *Demodex* spp. (Arthropoda: Demodicidae), esses parasitos vivem nos folículos pilosos e glândulas sebáceas de hospedeiros domésticos e selvagens, incluindo humanos (HOPPMANN; BARRON, 2007). Por outro lado, outra enfermidade de relevância é a otite, uma doença multifatorial resultado do processo inflamatório da cavidade auditiva, com destaque para a *Malassezia* spp. como agente causador, uma levedura oportunista normalmente encontrada na pele, orelhas e áreas mucocutâneas, em que podem proliferar e, juntamente com bactérias do tipo cocos, causar dermatite, e otite por coinfeção (FONTOURA *et al.* 2014).

Em hamsters, as espécies de maior importância são *Demodex criceti* e *Demodex aurati*, pois alojam-se na queratina, nódulos epidérmicos e em folículos pilosos (PATEL; FORSYTHE, 2016; ALCÂNTARA; SANTOS; NETO, 2016). Geralmente esses ácaros podem causar alopecia, prurido e hiperqueratinização. Bem como estão envolvidos em problemas relacionados a nutrição, estresse, imunossupressão e manejo inadequado. Fatores estes predisponentes ao desenvolvimento da sarna demodécica, principalmente nas regiões no dorso, membros e abdome (KEEBLE; MEREDITH, 2011).

Dado o crescimento populacional de animais de estimação não-convencionais no mercado brasileiro, a demanda por cuidados em relação à sanidade, nutrição e reprodução desses animais. Por isso, o objetivo deste estudo foi relatar um caso de coinfeção por demodicose, malasseziose e bacteriose em hamster sírio no município de Garanhuns-PE.

2 | RELATO DE CASO

Um hamster da espécie *Mesocricetus auratus*, com, aproximadamente, um ano e meio de idade, pesando 100 gramas, foi atendido apresentando apatia, anorexia e alopecia nas regiões de face, membros pélvicos e dorso-ventral. Ao exame físico, verificou-se eritema, prurido e descamação em várias áreas do corpo (Figura 1). Segundo o responsável pelo animal, ele fornecia ração comercial para espécie, água à vontade e higienização da gaiola semanalmente. Relatou também que o animal apresentava fezes e urina normais e era mantido sem contatos com outros animais.

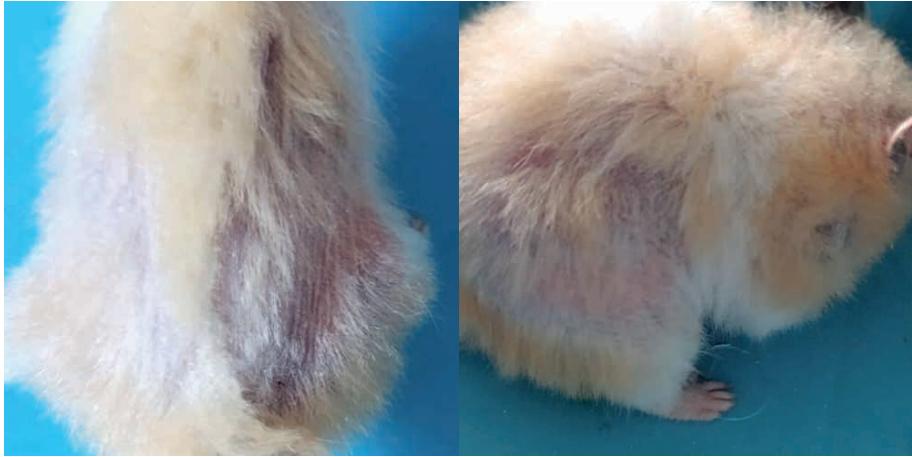


Figura 1 – Ao exame físico áreas de alopecia e eritema na região membros pélvicos.

Fonte: Arquivo pessoal.

Para auxiliar no diagnóstico, foi realizado exame parasitológico de pele, por meio da técnica de fita de acetado, tricograma, parasitológico e citológico de cerúmen em ambos os condutos auditivos. Foi utilizada chave de identificação de ácaros de acordo com KARAER *et al.* (2009).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao exame parasitológico de pele, foram detectados adultos de *Demodex* spp. com formato alongado, semelhante a um charuto, com patas atrofiadas (Figura 2). Esses ácaros são os mais comuns em hamsters, de modo a se caracterizar por ser um ectoparasito de folículos pilosos, estando relacionado com lesões alopecicas difusas e hiperpigmentação, observados no relato em questão (SHAHEENA, 2020). Embora esse estudo observou parasitismo na região dorso-lombar, há áreas distintas que também podem ocorrer na presença do Demodex, como nas genitálias, glândulas prepuciais, clitorial e na face (MARTIN *et al.*, 2007).

O parasitológico de cerúmen foi negativo, contudo, a citologia de cerúmen foi positiva para *Malassezia* spp. e para bactérias do tipo cocos (Figura 3). A *Malassezia* spp. é uma levedura, de natureza oportunista, que faz parte da microbiota do conduto auditivo, de modo a tornar-se patogênica quando há alterações na microbiologia da pele ou disfunções no sistema imunológico, e, junto com a proliferação de bactérias, contribui para o desenvolvimento de um quadro de otite (SHAHEENA, 2020).



Figura 2 - Vista ventral (A) e dorsal (B) do *Demodex* spp.

Fonte: Arquivo pessoal.

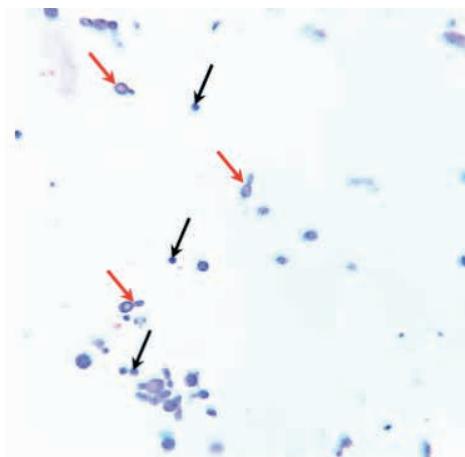


Figura 3 – Bactérias em forma de cocos (seta preta) e *Malassezia* spp. (seta vermelha).

Fonte: Arquivo pessoal.

Dentre os roedores domésticos, os hamsters são os mais susceptíveis a infecções por ectoparasitos. Além disso, esses roedores também são muito sensíveis a variações térmicas, quando expostos a ambientes quentes e úmidos, sendo aconselhável mantê-los em locais mais frescos durante o verão (QUESENBERRY *et al.*, 2021).

Considerando que o hamster não apresentava nenhuma doença predisponente e que o proprietário fornecia um manejo adequado, é possível sugerir que a fonte da infestação pode ter sido por meio da cama de maravalha, sendo um material de madeira e de procedência externa. A maravalha, utilizada como cama do animal, deve ter boa procedência, ser isenta de pó ou pedaços de madeiras, e a falta de esterilização pode torná-la uma fonte de ácaros e provocar surtos (GRESSLER *et al.*, 2010; ANDRADE;

PINTO; OLIVEIRA, 2002).

4 | CONCLUSÃO

É necessário orientar os tutores, a respeito do manejo adequado de hamsters, a fim de evitar a proliferação de agentes patogênicos.

Portanto, a observação de sinais clínicos e exames laboratoriais, para o diagnóstico fidedigno é imprescindível, para compreender os fatores de risco para a transmissão de agentes patogênicos que envolvem esses pequenos roedores, com o intuito de controlar as infestações.

REFERÊNCIAS

ABINPET. Associação Brasileira de Indústria de Produtos para Animais. **Mercado PET Brasil**. São Paulo, SP: 2022. Disponível em: abinpet.org.br.

ALCÂNTARA, D. S.; SANTOS, M. G. O.; F. NETO, V. P. Demodicose na espécie *Mesocricetus auratus*: relato de caso. **Pubvet**, Maringá, PR, v. 10, n. 8, p. 587-590, ago. 2016. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/artigo/2929/demodicose-na-especie-mesocricetus-auratus-relato-de-caso>. Acesso em: 20 ago. 2022.

ANDRADE, A.; PINTO, S. C.; OLIVEIRA, R. S. **Animais de Laboratório: criação e experimentação**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2002.

FONTOURA, E. G. et al. Otite Externa em Pequenos Animais: revisão de literatura. **Medvep**: Revista Científica de Medicina Veterinária - Pequenos Animais e Animais de Estimação, Curitiba, v. 12, n. 41, p. 1-8, out. 2014. Disponível em: <https://medvep.com.br/wp-content/uploads/2020/07/04-Otite-Externa-em-Pequenos-Animais.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2022.

GRESSLER, L. et al. Ivermectina no tratamento de camundongos (*Mus musculus*) infestados por ácaros. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 38, n. 1, p. 47-50, out. 2010. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ActaScientiaeVeterinariae/article/view/16540>. Acesso em: 20 ago. 2022.

HOPPMANN, E.; BARRON, H. W. Rodent Dermatology. **Journal Of Exotic Pet Medicine**, [S.L.], v. 16, n. 4, p. 238-255, out. 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S155750630700153X?via%3Dihub>. Acesso em: 20 ago. 2022.

KARAER, Z. et al. Demodicosis in a Golden (Syrian) hamster (*Mesocricetus auratus*). **Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**, [S.L.], v. 56, n. 1, p. 227-229, ago. 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/285016019_Demodicosis_in_a_Golden_Syrian_hamster_Mesocricetus_auratus. Acesso em: 20 ago. 2022.

KEEBLE, E.; MEREDITH, A. **Manual of Rodents and Ferrets**. United Kingdom: BSAVA, 2011.

MARTIN, A. L. et al. Histology of ferret skin: preweaning to adulthood. **Veterinary Dermatology**, [S.L.], v. 18, n. 6, p. 401-411, dez. 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17991157/>. Acesso em: 20 ago. 2022.

PATEL, A.; FORSYTHE, P. **Small Animal Dermatology**. [S.L.]: Elsevier, 2016.

QUESENBERRY, L. F. et al. **Ferrets, Rabbits and Rodents**: clinical medicine and surgery. 4. ed. [S.L.]: Elsevier, 2021.

SHAHEENA, AP S. Combined infection of malasseziosis and demodicosis in golden hamster: A case report. **Journal Of Entomology And Zoology Studies**, Kerala, Índia, v. 8, n. 4, p. 947-948, jun. 2020. Disponível em: <https://www.entomoljournal.com/archives/?year=2020&vol=8&issue=4&ArticleId=7241>. Acesso em: 20 ago. 2022.

TEIXEIRA, L.; PIRES, P. G. S. Doenças de pele em hamsters: revisão de literatura. **Medvet Dermato**, São Paulo, v. 3, n. 5, p. 26-33, ago. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/280298584_Hamster_Skin_Diseases_literature_review_-_Doencas_de_pele_em_hamster_revisao_de_literatura. Acesso em: 20 ago. 2022.

CAPÍTULO 10

MODERNIZAÇÃO NA GESTÃO DE PROCESSOS E CUSTOS COMO FATOR DIRECIONADOR DE PROJETO DE INOVAÇÃO EMPRESARIAL

Data de aceite: 02/10/2023

Téucle Mannarelli Filho

Professor da Unip.

Mestrado em Agronegócio pela Unesp
Graduação em Administração pela USP

Frederico Andreis Beneli Donadon

Mestre em Administração pela Unesp
Tecnologia em Produção Industrial pela
Fatec SP

David Ferreira Lopes Santos

Livre Docente em Administração pela
Unesp

Doutor em Administração pela Mackenzie

ABSTRACT: This study highlights the result of the organizational innovation undertaken in the implementation of a management system of cost and pricing of the products of a wood production, treatment and commercialization company, located in the state of Mato Grosso do Sul. The results demonstrate the determination of pre-established profit margin, agility and delegation in the decision process in the sale authorization, as well as the complete mapping of the company's cost centers.

KEYWORDS: Costs. Innovation.
Management Decision. Wood.

RESUMO: Este estudo evidencia o resultado da inovação organizacional empreendida na implantação de um sistema gerencial de custo e precificação dos produtos de uma empresa de produção, tratamento e comercialização de madeira, localizada no estado do Mato Grosso do Sul. Os resultados demonstram a determinação de margem de lucro pré-estabelecida, a agilidade e delegação no processo de decisão na autorização de venda, bem como o mapeamento completo dos centros de custos da empresa.

PALAVRAS-CHAVE: Custos. Decisão Gerencial. Inovação. Madeira.

RESUMEN: Este estudio muestra el resultado de la innovación organizacional emprendida en la implementación de un sistema de gestión de costos y precios de productos de una empresa de producción, tratamiento y comercialización de madera, ubicada en el estado de Mato Grosso do Sul. Los resultados demuestran la determinación del margen de utilidad pre establecido, la agilidad y delegación en el proceso de decisión en la autorización de venta, así como el mapeo completo de los centros de costos de la empresa.

PALABRAS CLAVE: Costos. Decisión de gestión. Innovación. Madera.

INTRODUÇÃO

No cenário atual da gestão das cadeias produtivas do agronegócio denota-se a relevância das análises de competitividade, por subsidiarem importantes decisões em relação à melhor maneira de otimizar o emprego dos fatores de produção, à escolha da tecnologia e escala de produção, ao controle de receitas e custos, ao acesso a mercado e demandas, ao fortalecimento das instituições de apoio, dentre outros aspectos vitais no fomento ao desempenho econômico (SANTOS; ROLDAN; LOO, 2021; EMBRAPA, 2018).

Para Farinelli e Santos (2017), o gerenciamento das empresas e propriedades rurais torna-se cada vez mais complexo. O atual decréscimo das margens de lucro tem sinalizado a necessidade de adoção de inovações tecnológicas como importante fator de seleção para o sucesso dos empreendimentos agrícolas (SANTOS; ROLDAN; LOO, 2021).

Depreende-se do contexto que, para a grande maioria das empresas, a inovação no âmbito organizacional tornou-se uma das principais estratégias competitivas de sobrevivência e de crescimento, com o propósito de melhor aproveitamento das múltiplas oportunidades do mercado, cuja concretização, na prática, tem demandado a combinação de materiais e forças (SCHUMPETER, 1977; PORTER 1999; PROENÇA, LACERDA, ANTUNES JÚNIOR, 2015). Conto, Antunes Júnior e Vaccaro (2016) destacam ainda o papel crucial da inovação como fator de vantagem competitiva ao ratificarem o exposto no Manual de Oslo (OCED, 2004) quanto à relevância “de um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas, ou ainda na reorganização de parte ou de toda a instituição”.

Nesse cenário, Conceição e Santos (2020) argumentam que a implementação de um modelo de gestão da inovação deve estar vinculada a um planejamento estratégico que possa permitir um direcionamento eficiente nos investimentos, com o objetivo de maximizar os resultados econômicos da empresa. Dessa forma, o desenvolvimento e a difusão de novas tecnologias no crescimento da produção e aumento de produtividade podem levar à inovação tecnológica, este um elemento-chave para que as organizações enfrentem a abertura econômica e busquem uma melhor inserção no mercado local e global (CIRANI, MORAES, 2010; SANTOS; ROLDAN; LOO, 2021).

Diante disso, o estudo em pauta tem como objetivo geral descrever e avaliar a relevância da implantação de um sistema de gerenciamento de custos, que deverá se configurar como um novo método de inovação organizacional nas práticas de negócios de uma agroindústria atuante há dez anos na cadeia produtiva do agronegócio do estado do Mato Grosso do Sul, no ramo da silvicultura, no setor de produção, tratamento e comercialização de madeira em florestas plantadas de eucalipto citriodora.

Os objetivos específicos pretendidos são:

- i. Mostrar como a empresa era gerida anteriormente, a partir do apontamento de falhas, dificuldades e limitações enfrentadas no gerenciamento de custos;

- ii. Expor, através deste relato técnico, o cronograma de implantação do sistema de gerenciamento de custos;
- iii. Evidenciar o resultado da implantação do novo sistema gerencial de custo e precificação dos produtos, através da análise das mudanças que ocorreram na empresa após aplicação do novo método de inovação organizacional na empresa foco deste trabalho.

Este estudo empírico está estruturado em três seções, a partir desta Introdução. A próxima seção apresenta os materiais e os procedimentos metodológicos adotados. A terceira seção traz os resultados do estudo que são discutidos na quarta seção. A última seção elenca as conclusões do estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

Como metodologia de trabalho o presente artigo configura-se como uma pesquisa-ação e está embasado em um estudo de caso único, não probabilístico, com escolha feita por conveniência, em uma empresa que atua há 10 anos na produção, tratamento e comercialização de madeira em florestas plantadas de eucalipto *citriodora*, na cadeia produtiva do agronegócio do estado do Mato Grosso do Sul. Desta forma, apresenta-se nesta seção, as características relativas ao Contexto Investigado e aos Processos de Tratamento da Madeira e à Formação de Preço e Custos antes da implantação da inovação, como forma de demonstrar as condições do caso investigado e, então, melhor apresentar os resultados e as discussões.

CONTEXTO INVESTIGADO

A região leste do estado do Mato Grosso do Sul tem sua economia baseada na pecuária extensiva e está inserida na macrorregião denominada de Bolsão do MS, que compreende os municípios de Aparecida do Taboado, Paranaíba, Selvíria, Cassilândia, Inocência e parte do município de Chapadão do Sul.

A atividade agropecuária desenvolvida gera uma demanda na construção de cercas e currais, para a contenção e manejo dos animais. Além da legislação protetiva em relação à exploração e a utilização de madeira nativa para referidas construções, a rápida deterioração e apodrecimento, como sério agravante, dificulta a utilização da madeira *in natura*, em situação que justifica sobremaneira a demanda por madeira cultivada.

Neste cenário, o eucalipto, especialmente o da variedade *citriodora*, apresenta aspectos bastante positivos como o rápido crescimento e incremento vegetal e a excelente aceitação para a utilização na atividade proposta. Para ser utilizado como material de construção de cercas e currais, entretanto, o eucalipto necessita receber tratamento químico, aplicado após geração de vácuo que expurga os fluidos internos da madeira, possibilitando, assim, a introdução do produto químico protetor, que garante a longevidade

da madeira, cuja vida útil passará de três anos *in natura*, para 14 anos, após o tratamento.

A empresa-objeto da pesquisa localiza-se no município de Inocência-MS, a 65 km da sede do município e a 60 km do município de Cassilândia. Trata-se de uma propriedade familiar explorada há mais de 30 anos, que tem como atividade principal a pecuária bovina.

Ao buscar uma diversificação para incremento econômico da fazenda, os proprietários investiram no plantio de eucalipto, integrado ao tratamento de madeira, como forma de agregação de valor e ampliação da renda, ação justificada pela robusta demanda regional por lascas e mourões, dentre outros produtos necessários para construção de cercas e currais. Além da demanda regional, em um raio de aproximadamente 250 km, a empresa atende a outras regiões do próprio estado, como também dos estados de Goiás e São Paulo.

O início de plantio de eucalipto na empresa alvo da pesquisa foi em 2008, com opção pela variedade *citriodora*, comprovadamente reconhecida pelos clientes como aquela que apresenta maior durabilidade e robustez na produção de lascas para a construção de cercas, postes e mourões, dentre outros. No período da pesquisa, a empresa atuava no mercado de modo verticalizado e integrado de madeiras mais voltadas a produtores rurais, com a produção de lascas e mourões, estes moldados no formato rolio para construção de cercas de contenção de bovinos.

O cultivo vai da produção de mudas, ao plantio, tratos culturais e colheita do eucalipto até à logística de depósito na unidade de tratamento e posterior entrega na propriedade do consumidor final. O portfólio de lascas de madeira é bastante diversificado, com especificações amplas que possibilitam um atendimento de qualidade em relação ao comprimento e bitola, em situação que possibilita um atendimento eficiente, inclusive nos casos de pedidos especiais por parte dos clientes.

TRATAMENTO DA MADEIRA

Galvão, Magalhães e Mattos (2004) registram que o tratamento de madeira no Brasil começou a ser propagado em 1909, quando foram feitas as primeiras tentativas com o emprego de eucalipto como postes. Porém, somente em 1935 a Companhia Telefônica Brasileira efetivamente começou a utilizar postes de eucalipto tratado, no formato comercial.

O tratamento em madeira proveniente de florestas comerciais e plantadas permite a preservação por até 40 anos, principalmente no caso de eucalipto e *pínus*. Contudo, essa prática é restrita no país, em razão da falta de conhecimentos técnicos que orientem sobre as diferentes maneiras de manejo e tratamento da madeira (VALVERDE *et al.*, 2004).

De acordo ainda com Galvão, Magalhães e Mattos (2004), agentes biológicos são os principais responsáveis por acelerar a degradação e a decomposição da madeira após a colheita, sendo os fungos e os cupins os principais agentes que aceleraram este processo natural de decomposição. Para os autores, a velocidade de decomposição da madeira

está relacionada ao ambiente a que ela fica exposta, sendo que o enterramento na forma de lascas, mourões e postes ou a exposição a áreas de maior umidade aceleram sua decomposição, principalmente por facilitar a ação dos agentes biológicos.

Quando não se consegue modificar ou controlar as condições de exposição da madeira em relação ao favorecimento, de algum modo, do desenvolvimento dos fungos, torna-se necessária a utilização de preservativos químicos, introduzidos na estrutura física da madeira, de maneira a torná-la tóxica aos fungos e insetos xilófagos, ampliando, assim, a longevidade da mesma.

Referidos preservativos devem apresentar um compromisso entre eficiência e segurança e requerem características especiais, dentre elas uma viabilidade econômica razoável, além de alto poder de penetração profunda na madeira e baixo poder de evaporação, grande resistência à umidade do solo e/ou chuva e ausência ou baixa toxicidade para humanos e animais domésticos (GALVÃO; MAGALHÃES; MATTOS, 2004, VALLE *et al.*, 2013).

Cavalcante (1986) registra três tipos principais de preservativos utilizados para o tratamento, preservação e proporção de maior longevidade à madeira. São eles: óleos preservativos, preservativos oleossolúveis e preservativos hidrossolúveis, utilizados por métodos e processos distintos. Segundo Valle *et al.* (2013), o responsável pelo maior volume de madeira tratada no mundo é o preservativo CCA (*Chromated Copper Arsenate*) ou Arsenato de Cobre Cromatado, utilizado em larga escala por sua eficiência, durabilidade e segurança.

CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE FORMAÇÃO DE PREÇO

A tomada de decisões no âmbito empresarial consiste na escolha de custos alternativos que melhor se ajustem aos interesses da organização envolvida. A identificação e ponderação dos principais aspectos relacionados a determinado contexto têm um importante papel no processo de tomada de decisões, ao se prestarem como referência quanto à coleta de dados relevantes sobre custos, despesas, mercado e tecnologias (CALADO *et al.*, 2007).

Pereira (1996) especifica que uma empresa agroindustrial de atividade de transformação e processamento de produtos de origem animal ou vegetal comprehende uma unidade produtiva transformadora do produto agropecuário natural ou manufaturado, para utilização intermediária ou pelo consumidor final.

No presente estudo, na caracterização do processo de formação de preço, aplicou-se o conceito de Pereira (1996), por se tratar de uma empresa de menor porte e por maior aderência aos objetivos propostos, uma vez que o processo na tomada de decisões empresariais envolve uma multiplicidade de aspectos da estrutura de funcionamento da empresa, principalmente em relação à coleta de dados voltados aos custos, despesas,

mercado, tecnologias e outros.

Existem diferentes métodos de formação de preços nas empresas, segundo Santos (1991), expostos de forma breve, a seguir:

i. Método baseado no Custo: os preços são formados a partir dos custos, despesas e uma margem de lucratividade, a partir da informação pela empresa de seu preço final para o mercado.

ii. Método baseado nos Concorrentes: situação que ocorre em mercados muito competitivos, onde praticamente inexiste diferenciação por marca ou no caso de *commodities*.

iii. Método baseado nas características do Mercado: preços de equilíbrio formados a partir das especificidades do próprio mercado.

iv. Método Misto: ocorre em situações em que os métodos anteriores são mesclados e podem sofrer modificações que distorcem a precificação dos produtos ao longo do tempo, causadas por sazonalidade, impostos, importação e outros.

Na empresa pesquisada, dadas as características do mercado, bastante competitivo, sem qualquer tipo de diferenciação por marca e, levando-se em consideração o fato de que os produtos finais vendidos são *commodities* agrícolas (madeira), utiliza-se desde o início do empreendimento o Método baseado nos Concorrentes.

Bruni e Famá (2003) registram que as empresas que se utilizam do Método baseado nos Concorrentes prestam pouca atenção a seus custos ou a sua demanda; assim, a concorrência é quem determina os preços a serem praticados. Estes preços podem ser de oferta, dependendo do preço maior ou menor que a empresa cobra de seus concorrentes, em julgamentos abstratos sobre os preços que são praticados pelos mesmos e são definidos mediante uma constante aferição dos preços que são praticados em determinado mercado pelos concorrentes diretos.

Este método de fixar preços estritamente baseado nos Concorrentes, pelas características do mercado acaba ajustando-se ao valor que o consumidor vai perceber pelo produto; exige, porém, da empresa, um profundo conhecimento do mercado, já que é este que decide se o produto será comercializado por um preço mais alto ou mais baixo (CALADO *et al.*, 2007).

No caso da empresa-alvo da pesquisa, desde a sua constituição em 2008, sempre se ajustou às características do mercado onde atua, quer nos produtos que pretendia oferecer, quer na metodologia de formação de preços. A organização pesquisada também sempre adotou estratégias empresariais no sentido de minimizar seus custos de produção, a saber: integração da floresta (floresta própria), terceirização de algumas atividades na cadeia produtiva, com margens menores, além da aproximação entre a autoclave de tratamento e a floresta.

Entretanto, a formação básica de preços sempre se deu pelos preços do mercado, formado pelos preços dos concorrentes diretos, em situação em que a empresa praticava

a estratégia de diferenciação no sentido de oferecer preços um pouco menores, com a finalidade de ganhar mercado e, principalmente, agregar o serviço de entrega da madeira nas propriedades rurais dos clientes, em um raio de até 200 km. Com a forma de atuação exposta, a empresa somente tinha informações gerais da lucratividade do negócio, pois não conseguia identificar o custo individualizado de cada um dos produtos comercializados e, principalmente, as margens de lucro destes diferentes produtos.

Em acréscimo, a estratégia de vendas através do serviço de entrega dos produtos se mostrou, ao longo dos anos, uma ação competitiva relevante. Entretanto, a empresa não conseguia mensurar para cada venda realizada, o quanto representava este custo adicional de entrega individual e o quanto esse custo eventualmente reduzia as margens de lucratividade da empresa.

RESULTADOS

Foram diversas as causas que culminaram na necessidade de implantação de um sistema de gerenciamento de custos, através da inovação organizacional, na empresa-alvo da pesquisa, a saber: a empresa não conseguia medir seus custos individuais e nem identificar qual a margem de lucro em cada um dos produtos comercializados. Além disso, a lucratividade somente podia ser medida pelo acompanhamento do fluxo de caixa da empresa, através da aferição das entradas e saídas em determinado período.

Os preços, sempre fixados pelo Método baseado nos Concorrentes, enfrentavam uma concorrência bastante acirrada e competitiva; nesse contexto, a empresa procurava se diferenciar no mercado através do serviço de entrega de seus produtos nas propriedades rurais dos clientes, porém, não conseguia mensurar adequadamente o montante destes custos de entrega nos preços finais dos produtos, em situação que dificultava a identificação dos produtos com maior margem de lucro.

Em adição, aspectos bastante importantes como o custo de capital e a depreciação dos equipamentos, máquinas e tratores, que não compunham o fluxo de caixa mensal de entrada e saída de dinheiro da empresa, não estavam sendo auferidos, em situação que acabava gerando distorções entre os gastos com reposição das máquinas e equipamentos e a própria gestão dos investimentos da empresa.

O Quadro 1 foi elaborado a partir de entrevistas aplicadas aos gestores da empresa, com dados coletados quando em visita à referida organização, a partir de categorias de análise como forma de descrição da situação observada anteriormente à inovação organizacional implementada.

Etapas-alvo do processo	Diagnóstico da situação-problema
Custos dos Produtos produzidos	Não existe individualização dos custos dos produtos
Centros de custos no processo produção	Não existe apropriação dos custos por cada um dos centros de custos no processo de produção
Depreciação dos equipamentos e imóveis	Não são agregados aos custos
Precificação e apropriação de custos transporte	Não é realizado
Margem de lucratividade	Não existe cálculo das margens individuais dos produtos
Gestão e autorização das vendas	Os preços de vendas são calculados somente com base nos preços dos concorrentes; faltam critérios para autorização das vendas.

Quadro 1. Diagnóstico da situação anterior a implantação da inovação organizacional

Fonte: Elaborado pelos autores

O Quadro 1, embasado nos dados coletados, confirma as falhas principais anteriormente expostas, em relação à dificuldade de identificação do custo dos produtos produzidos pela empresa, ao não-estabelecimento da margem de lucro e à falta de uma gestão adequada da incorporação dos custos de entrega aos produtos vendidos.

Com o fluxo de implantação anteriormente definido contratou-se uma empresa de médio porte e localização geográfica próxima à sede da empresa pesquisada, na cidade de Araçatuba. Os custos totais de implantação do novo sistema foram da R\$ 6.000 ou US\$ 1.200, montante este considerado bem inferior aos valores orçados por outras empresas de médio e grande porte previamente consultadas. Um fator importante na tomada de decisão, além do custo inicial de implantação, foi o *design* relativamente simples, de fácil entendimento e aplicação, apresentado para o sistema de tomada de decisão, bem com o baixo custo cobrado para manutenção e atualização periódica do mesmo, no valor de R\$ 390,00 mensais.

DISCUSSÃO

A implantação do sistema de gestão de custos na empresa seguiu um cronograma prévio, que envolveu planejamento preliminar das atividades; esse planejamento foi importante para a efetiva implantação da inovação organizacional, em processo corroborado no estudo desenvolvido por Conceição e Santos (2020).

A implantação do sistema envolveu o conhecimento detalhado das etapas operacionais, incluindo visitas às florestas e à unidade de tratamento, bem como reuniões com os funcionários envolvidos nos apontamentos dos custos e tomada de decisão. O período de implantação do sistema demandou 5 meses (maio a setembro de 2019).

Ressalta-se que empresa já possuía um sistema integrado de gestão de informações denominado ERP (*Enterprise Resource Planning*), em pleno funcionamento há mais 8 anos,

que operacionalizava todas as informações gerenciais, dentre elas: pedidos comerciais, emissão de notas fiscais de vendas, emissão de boletos de cobrança bancária, relatórios comerciais de vendas e vendedores e outras.

Neste sentido, considera-se relevante a discussão das razões que levaram a empresa a não-adaptação do próprio sistema de custos, disponibilizado no sistema ERP e utilizado pela empresa há muitos anos. Existia, sim, a convicção de que o sistema ERP utilizado se constituía em um sistema moderno, com diversos módulos usados e amplamente utilizados pelo setor no Brasil, principalmente por possuir um módulo de custos básico e por apresentar relatórios bastante consistentes para as decisões nas necessidades da empresa. A necessidade de ter um sistema capaz de integrar diferentes plataformas de coleta de informações no agronegócio, também foi verificado por Cirani e Moraes (2011).

Entretanto, entendeu-se que aspectos específicos de planejamento fiscal/tributário, bem como a necessidade de uma customização na implantação de um sistema gerencial de custos para a empresa-objeto deste estudo não seriam atendidos plenamente pelo sistema ERP, já que os referidos aspectos fiscais e tributários utilizados pela empresa envolvem um planejamento de elisão fiscal que compreende ações lícitas de redução da tributação; neste sentido a empresa utiliza a pessoa física de seus três sócios-proprietários para compra dos principais insumos utilizados no processo de produção da madeira tratada, dentre eles: óleo diesel, energia elétrica, funcionários, gastos com manutenção de máquinas e equipamentos. As especificidades do sistema tributário no Brasil precisam ser consideradas na implantação de inovações nas organizações, conforme também assinalado por Farinelli e Santos (2017).

A empresa está enquadrada no Simples Nacional e, desse modo, paga seus tributos totais: ICMS, PIS, COFINS, IPI e outros, em alíquota única, que varia em função de seu faturamento mensal e não atinge mais de 9% dele. Apropria-se, ainda, somente do custo da compra do produto químico para o tratamento da madeira, pois trata-se de um produto controlado e com potencial de contaminação e poluição, razão pelo qual a exigência de que seja comprado somente por empresas de tratamento de madeira, inclusive com controle e pré-cadastramento nos órgãos ambientais.

A implantação da inovação organizacional por meio de um sistema gerencial de custos na empresa se mostrou muito bem-sucedido e ocorreu sem a necessidade de investimentos adicionais, além daqueles da implantação e do custo mensal de suporte de manutenção de sistema, para atualizações, incorporação de novas melhorias no próprio sistema e para dirimir eventuais dúvidas.

Não existiu qualquer tipo de ajuste no relacionamento com os vendedores da empresa, uma vez que se manteve o sistema de envio de Tabelas de Preços, de forma periódica. Quando se envolve mudança na política de preço ou mesmo de produtos é importante um contato muito próximo com os vendedores, conforme foi verificado na pesquisa realizada por Conto, Antunes Jr e Vaccaro (2016) no segmento agroindustrial de

vinhos, cuja competitividade é elevada, de forma similar ao segmento de madeiras.

Adicionalmente, através do sistema gerencial de custos, pretende-se visualizar a margem individual de cada um dos produtos e, principalmente, estabelecer estratégias para composição do *mix* de produtos vendidos em cada um dos pedidos, incentivando a venda de produtos com maior margem de forma atrelada a produtos com margens menores, para que em cada um dos pedidos de venda se possa conseguir a margem almejada. Esse processo de tomada de decisão é um dos pontos relevantes nesse processo de custeio e com um sistema de informação que permita sua construção (CALADO *et al.*, 2017).

O sistema gerencial de custos implantado possui uma importante flexibilidade, possível de ser ajustada a qualquer momento já que a margem de lucro desejada, parametrizada que é, vem com faixas de margens para estabelecer alertas no momento da autorização de venda, essa constatação contrapõe os achados de Calado *et al.* (2007) cuja flexibilidade não foi verificada na pesquisa realizada com gestores de empresas agroindustriais.

Isso permite delegar autonomia para os funcionários que gerenciam o setor administrativo da empresa e nas decisões de fechamento de vendas, junto aos vendedores. O Quadro 2 mostra o resultado do processo de decisão delegado na tomada de decisão quanto à autorização dos pedidos comerciais de venda, tomando por base a margem de lucro de 20% pré-estabelecida pela empresa.

Critério decisão venda	Ações gerenciais de autorização de venda
Margem acima de 20%	Autonomia para realizar venda
Margem entre 15 e 20%	Consultar um dos sócios
Margem entre 10 e 15%	Consultar dois sócios
Margem abaixo 10%	Não vender e elaborar nova tabela de preço

Quadro 2. Critérios de decisão de venda x decisão de autorização de venda

Fonte: Elaboração própria (2019)

O mecanismo gerencial ilustrado no Quadro 2 possibilitou agilidade no processo de decisão, com delegação para o responsável pelo gerenciamento do sistema e, ainda, criou um gatilho automático para elaboração de nova tabela de preços, que independe da periodicidade temporal, mas das margens de lucro da empresa. Esses resultados estão alinhados ao que a literatura clássica recomenda, conforme Bruni e Fama (2003), Pereira (1996) e Santos (1991).

Importante destacar que o Quadro 2 anteriormente exposto pode sofrer variações face basicamente à negociação pontual que ocorre em cada pedido em função do custo do frete, uma vez que a empresa faz a entrega da madeira na propriedade rural de seus clientes, cujas distâncias variam a partir da unidade de produção da empresa, com entregas inclusive em outros estados, como Goiás e São Paulo.

Os resultados evidenciados têm se mostrado relevantes quanto à elaboração de um mapeamento detalhado dos diferentes centros de custos da empresa, essenciais para os processos de departamentalização das etapas de produção e apropriação de custos, em situação que permite à empresa uma melhor avaliação de cada um destes centros, de forma a estabelecer estratégias de terceirização de alguns deles, buscando, neste sentido, obter maior eficiência, bem como acentuada agregação de valor econômico.

CONCLUSÃO

Constatou-se nesta pesquisa a relevância da inovação organizacional relacionada à implantação de um sistema gerencial de custos, cujo resultado possibilitou uma melhor fixação de preços de vendas dos produtos, bem como a melhor compreensão dos custos departamentalizados da empresa.

A flexibilidade no processo de decisão e atualizações constantes e permanentes dos custos foi o fator preponderante para justificar a decisão da implantação do *software*. Denota-se, que o processo inovativo aplicado, além de conseguir ampliar as margens de lucratividade da empresa, uma vez que a formação de preços passou a ocorrer em um processo de mercado “de fora para dentro”, ainda conduziu a organização envolvida a uma melhor compreensão dos seus processos. Como se trata de um estudo aplicado, extrapolações devem respeitar as diferenças entre contextos e condições temporais e de mercado. Entende-se que novos estudos relacionados ao nível de adoção de inovação organizacional, bem como o seu perfil (contábil-financeiro, mercadológico, logístico, gestão, entre outros) nas cadeias agroindustriais poderá revelar novas oportunidades de profissionalização de pequenas e médias empresas do setor.

No cenário pesquisado, o presente estudo procurou ater-se ao detalhamento do mercado de atuação da organização, às principais características do processo produtivo, aos motivos que levaram à implantação da referida modalidade inovativa, bem como às ações técnico-econômicas aplicadas voltadas principalmente ao mercado consumidor. Além de ampliar a lucratividade da empresa, a inovação organizacional implementada conduziu à busca contínua por redução de impactos no sistema de gestão financeira da empresa, com vistas a avanços sensíveis na competitividade de mercado da madeira, cuja relevância como *commodity* tem no preço um fator decisivo junto ao cliente.

REFERÊNCIAS

BRUNI, A. L.; FAMÁ, R. **Gestão de custo e formação de preço:** com aplicação na calculadora HP12C e Excel. São Paulo: Atlas, 2003.

CALADO, A. L. C.; MACHADO, M. R.; CALLADO, A. A. C.; MACHADO, M. A. V.; ALMEIDA, M. A. Custos e formação de preços no agronegócio. **Revista de Administração FACES**, v. 6, n. 1, p. 52-61, 2007.

CAVALCANTE, M. S. Histórico da preservação de madeiras. In: LEPAGE, E. S. **Manual de Preservação de Madeiras**. São Paulo: IPT, 1986. p. 9-39

CIRANI, C. B. S.; MORAES, M. A. F. D. Inovação na indústria sucroalcooleira paulista: os determinantes da adoção das tecnologias de agricultura de precisão. **Revista Economia Sociologia Rural**, v. 48, n. 4, p. 543-565, 2010.

CONCEIÇÃO, E. V.; SANTOS, D. F. L. Análise da estratégia de diversificação a partir da inovação de produto em uma indústria de autopieces. **Revista Eletrônica Científica do CRA-PR**, v. 7, n. 1, p. 93-106, 2020.

CONTO, ANTUNES JÚNIOR, VACCARO. A inovação como fator de vantagem competitiva: estudo de uma cooperativa produtora de suco e vinhos orgânicos. **Gestão & Produção**, v.23, n.2, p. 397-407, 2016.

FARINELLI, J. B. M.; SANTOS, D. F. L. Impacto das tecnologias de plantio no fluxo de caixa do produtor canavieiro. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 17, n. 3, p. 146-171, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa) **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Embrapa: Brasília, 2018.

GALVÃO, A. P. M.; MAGALHÃES, W. L. E.; MATTOS, P. P. **Processo prático para preservar madeira**. Documento 96. Embrapa Florestas: Brasília, 2004.

Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCED). **Manual de Oslo**. Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. Brasília: FINEP, 2004.

PEREIRA, E. Controladoria, gestão empresarial e indicador de eficiência em agribusiness. In: MARION, José Carlos (Coord.). **Contabilidade e controladoria em agribusiness**. São Paulo: Atlas, 1996.

PORTRER, M. E. **Competição**: estratégias competitivas essenciais. Rio de Janeiro: Elsevier, 1999.

PROENÇA, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V.; TÁVORA JUNIOR, J. L.; SALERNO, M. **Gestão da inovação e competitividade no Brasil**: da teoria para a prática. Porto Alegre: Bookman, 2015.

SANTOS, J. A.; ROLDAN, L. B.; LOO, M. K. L. Clarifying relationships between networking, absorptive capacity and financial performance among South Brazilian farmers. **Journal of Rural Studies**, v. 84, p. 90-99, 2021.

SANTOS, J. J. **Formação de preços e do lucro**. São Paulo: Atlas, 1991.

SCHUMPETER, J. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

VALLE, M. L. A.; SILVA, J. C.; LUCIA, R. M. D.; EVANGELISTA, W. V. Retenção e penetração de cca em madeira de primeira e segunda Rotação de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 2, p. 481-490, 2013.

VALVERDE, S. R.; SOARES, N. S.; SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; NEIVA, S. A. O comportamento do mercado da madeira de eucalipto no Brasil. **Biomassa & Energia**, v.1, n. 4, p. 393-403, 2004.

CAPÍTULO 11

OS MICRORGANISMOS EFICIENTES (EM): PRODUÇÃO, USO E EFICÁCIA

Data de submissão: 14/08/2023

Data de aceite: 02/10/2023

Daniela Zerbin

Escola Técnica Estadual Cruzeiro do Sul
Curso Técnico em Agropecuária
Subsequente ao Ensino Médio
Terceiro Semestre
São Luiz Gonzaga/RS

Matheus dos Santos Rocha

Escola Técnica Estadual Cruzeiro do Sul
Curso Técnico em Agropecuária
Subsequente ao Ensino Médio
Terceiro Semestre
São Luiz Gonzaga/RS

Delmira Sandra de Moura Carvalho

Escola Técnica Estadual Cruzeiro do Sul
Curso Técnico em Agropecuária
Subsequente ao Ensino Médio
Terceiro Semestre
São Luiz Gonzaga/RS

Flavio Bonatto

Professor - Escola Técnica Estadual
Cruzeiro do Sul
Curso Técnico em Agropecuária
Subsequente ao Ensino Médio
Terceiro Semestre
São Luiz Gonzaga/RS

Everaldo Pinheiro de Melo

Escola Técnica Estadual Cruzeiro do Sul
Curso Técnico em Agropecuária
Subsequente ao Ensino Médio
Terceiro Semestre
São Luiz Gonzaga/RS

Felipe Antonini

Professor - Escola Técnica Estadual
Cruzeiro do Sul
Curso Técnico em Agropecuária
Subsequente ao Ensino Médio
Terceiro Semestre
São Luiz Gonzaga/RS

Henrique Perius

Escola Técnica Estadual Cruzeiro do Sul
Curso Técnico em Agropecuária
Subsequente ao Ensino Médio
Terceiro Semestre
São Luiz Gonzaga/RS

Elizeu Ricardo Machado

Professor - Escola Técnica Estadual
Cruzeiro do Sul
Curso Técnico em Agropecuária
Subsequente ao Ensino Médio
Terceiro Semestre
São Luiz Gonzaga/RS

Kelven Júnior Silva dos Santos

Escola Técnica Estadual Cruzeiro do Sul
Curso Técnico em Agropecuária
Subsequente ao Ensino Médio
Terceiro Semestre
São Luiz Gonzaga/RS

RESUMO: O solo é vida, é o início, o meio e o fim. Um solo qualificado, rico em nutrientes, manejado corretamente, produz plantas saudáveis, com desenvolvimento e produtividade, refletindo nos seres que dele dependem, obtendo mais qualidade em seus alimentos e com isso menos doenças, mais saúde e longevidade. A presença de microrganismos no solo auxilia em sua estrutura biológica, química e física. No aspecto biológico qual seja a temperatura, umidade, concentrações de oxigênio, ph do solo, disponibilidade de nutrientes, relacionado com as práticas de manejo. Já no aspecto químico encontra-se o ph do solo, o teor de nutrientes, a capacidade de troca iônica, condutividade elétrica e matéria orgânica mineralizada. Enquanto o aspecto físico abrange a textura, estrutura, densidade, porosidade, permeabilidade, fluxo de água, ar e calor. O problema da pesquisa consistiu em verificar se os Microrganismos Eficientes (EM) auxiliam na qualificação do solo e podem ser utilizados essencialmente na agricultura orgânica, sendo possível produzir, aplicar e comprovar a eficiência desses microrganismos em cultivos que permitam um acompanhamento mais efetivo como a olericultura? De sorte que produzir, aplicar e obter resultados no uso de microrganismos eficientes é uma maneira concreta de contribuir com a qualidade do solo, com uma produção mais saudável e um solo mais profícuo, por derradeiro. Neste sentido foi feito este experimento de pesquisa, produzindo os microrganismos eficientes (EM), aplicando em hortaliça: alface lisa, anotando os resultados, validando os conhecimentos existentes produzidos sobre este tema, bem como acrescentando subsídios, em face da experiência prática que foi exitosa. A microvida é muito ativa e eficiente. Essa microvida eficiente (microrganismos) libera os nutrientes da matéria orgânica, fixa o nitrogênio do ar e produz substâncias protetoras das plantas, fazendo com que as alfaces lisas tivessem maior número de folhas, promovendo um cultivo mais produtivo.

PALAVRAS-CHAVE: microrganismos eficientes, solo, micronutrientes, macronutrientes.

EFFECTIVE MICROORGANISMS (EM): PRODUCTION, USE, AND EFFECTIVENESS

ABSTRACT: Soil is life; it is the beginning, the middle, and the end. A qualified soil, rich in nutrients, managed correctly, yields healthy plants with development and productivity, reflecting on the beings that depend on it, achieving higher quality in their food and thereby fewer diseases, improved health, and longevity. The presence of microorganisms in the soil contributes to its biological, chemical, and physical structure. In the biological aspect, factors such as temperature, humidity, oxygen concentrations, soil pH, nutrient availability, related to management practices. In the chemical aspect, soil pH, nutrient content, ion exchange capacity, electrical conductivity, and mineralized organic matter are key. Meanwhile, the physical aspect covers texture, structure, density, porosity, permeability, water, air, and heat flow. The research problem aimed to verify if Efficient Microorganisms (EM) assist in soil enhancement and can be essential in organic agriculture, enabling the production, application, and demonstration of the efficiency of these microorganisms in crops that allow more effective monitoring, such as vegetable cultivation. Hence, producing, applying, and obtaining results in the use of efficient microorganisms is a tangible way to contribute to soil quality, healthier production, and more fruitful soil. In this context, this research experiment was conducted, producing Efficient Microorganisms (EM), applying them to lettuce, and recording the results, validating existing knowledge on this subject, and providing additional insights based on

successful practical experience. The micro-life is highly active and efficient. This efficient micro-life (microorganisms) releases nutrients from organic matter, fixes nitrogen from the air, and produces plant-protective substances, leading to increased leaf count in lettuce and promoting more productive cultivation.

KEYWORDS: efficient microorganisms, soil, micronutrients, macronutrients.

1 | INTRODUÇÃO

Os microrganismos efetivos (EM) são seres invisíveis a olho nu. Atuam de forma significativa no ambiente, exercendo funções de captação de energia e transformação desta energia em favor do solo. No solo, portanto, beneficiam o cultivo, e neste sentido foi feito o experimento em estudo, a fim de capturar os microrganismos, produzir em ambiente líquido, mediante um processo de maturação e posterior utilização deste produto no cultivo de hortaliça, alface lisa. Com o acompanhamento sistemático aplicando o líquido na medida indicada, observando as folhas das alfaces lisas, e seu tamanho, peso verde, comprimento e largura do sistema radicular, paralelo ao canteiro testemunha, foi possível descrever os resultados da pesquisa, ora apresentada.

Desta maneira, verificou-se na prática a efetividade dos microrganismos e sua contribuição no desenvolvimento da planta, podendo ratificar os estudos já existentes, assim como potencializando o solo na sua composição. Portanto, o presente estudo se mostra eficaz, servindo como uma ferramenta a mais no enriquecimento do solo.

2 | MICRORGANISMOS EFETIVOS (EM)

De acordo com a literatura¹, existem dois grupos de microrganismos efetivos: os regenerativos e os degenerativos. Os regenerativos produzem substâncias orgânicas úteis às plantas e, podem produzir hormônios e vitaminas, melhoram as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Já os degenerativos produzem no seu metabolismo primário substâncias como amônia, sulfeto de hidrogênio, com ação prejudicial à planta e endurecem o solo. Estão nesse grupo os microrganismos que constituem o EM. O EM é formado pela comunidade de microrganismos encontrados naturalmente em solos férteis e em plantas.

Esses microrganismos coexistem em meio líquido. Quatro grupos de microrganismos compõem o EM: Leveduras (*Sacharomyces*): utilizam substâncias liberadas pelas raízes das plantas, sintetizam vitaminas e ativam outros microrganismos eficazes do solo. As substâncias bioativas, tais como hormônios e enzimas produzidas pelas leveduras, provocam atividade celular até nas raízes. Actinomicetos: controlam fungos e bactérias patogênicas e também aumentam a resistência das plantas. Bactérias produtoras de ácido láctico (*Lactobacillus* e *Pediococcus*): produzem ácido láctico que controla alguns

¹ Disponível em <https://vilavelha.ifes.edu.br/images/stories/biblioteca/sala-verde-virtual/agroecologia-permacultura-e-educacao-alimentar/caderno-dos-microorganismos-eficientes-diagramado.pdf>. Acessado em 23 de julho de 2023

microrganismos nocivos como o Fusarium. Pela fermentação da matéria orgânica não curtida liberam nutrientes às plantas. Bactérias fotossintéticas: utilizam a energia solar em forma de luz e calor. Também utilizam substâncias excretadas pelas raízes das plantas na síntese de vitaminas e nutrientes, aminoácidos, ácidos nucleicos, substâncias bioativas e açúcares, que favorecem o crescimento das plantas. Aumentam as populações de outros microrganismos eficazes, como os fixadores de nitrogênio, os actinomicetos e os fungos micorrízicos².

2.1 Captura dos Microrganismos Efetivos (EM)

A captura dos microrganismos em local próximo de onde serão utilizados é uma indicação para os que já fizeram esta prática. Com isso, a intervenção destes microrganismos irá se mostrar eficiente, uma vez que em mata na qual a intervenção humana foi menor, ali estarão os microrganismos próprios daquele ambiente, favorecendo a riqueza do solo e conseguirão intervir de forma mais efetiva, naquele solo que já recebeu a intervenção humana.

Após uma vistoria na mata da Escola Técnica Estadual Cruzeiro do Sul, São Luiz Gonzaga/RS, visando verificar aonde havia cobertura vegetal natural, foi escolhido um local mais protegido e distante das lavouras, apresentando cobertura de folhas e vegetação rasteira, também observando a proximidade de onde há o cultivo de hortaliças. Fez-se o cozimento de 700 gramas de arroz em água sem cloro, conforme orienta o Manual dos Microrganismos³. No dia 15 de abril de 2023, foi distribuído o arroz cozido em dois recipientes, um deles uma gamela de madeira, e o outro em uma haste de bambu aberta ao meio. Na gamela foi colocada uma tela a fim de evitar o acesso de qualquer animal da mata, no bambu juntou-se as partes e foi fixado com arame por volta. Colocadas as iscas no local previamente escolhido, aguardando os 15 dias a fim de realizar a captura dos ME ali possivelmente existentes.

2 Disponível em <https://vilavelha.ifes.edu.br/images/stories/biblioteca/sala-verde-virtual/agroecologia-permacultura-e-educacao-alimentar/caderno-dos-microorganismos-eficientes-diagramado.pdf>. p. 10 Acessado em 23 de julho de 2023

3 Disponível em <https://vilavelha.ifes.edu.br/images/stories/biblioteca/sala-verde-virtual/agroecologia-permacultura-e-educacao-alimentar/caderno-dos-microorganismos-eficientes-diagramado.pdf>. Acessado em 23 de julho de 2023



Fotos 01 e 02 – Disposição na gamela e no bambu o arroz cozido sem cloro

Fonte: Matheus Rocha, 15 de abril de 2023

Transcorridos 15 dias, no dia 29 de abril de 2023, fez-se a retirada das iscas e verificando a presença de microrganismos coloridos no bambu em maior diversidade de cores, tais como: rosa, laranja, vermelha, branca, amarela, cores essas são atribuídas aos microrganismos benéficos⁴, e, fez-se uma seleção destes. Na gamela foram encontrados em maior quantidade verdes e amarelos. Os escuros da gamela foram descartados, em face da orientação de que não seriam benéficos.



Fotos 03 e 04 – Microrganismos capturados na gamela e no bambu

Fonte: Delmira Sandra de Moura Carvalho, 29 de abril de 2023

Em três garrafas de plástico uma de três litros e as outras de dois litros, foram colocados dentro delas 200 (duzentos) gramas de melaço, objetivando a fermentação a

4 Disponível em <https://vilavelha.ifes.edu.br/images/stories/biblioteca/sala-verde-virtual/agroecologia-permacultura-e-educacao-alimentar/caderno-dos-microorganismos-eficientes-diagramado.pdf>. Acessado em 23 de julho de 2023

qual aumenta a quantidade de microrganismos favorecendo a multiplicação dos mesmos. Fez-se a retirada dos ME com cuidado dos recipientes e dispostos dentro das garrafas, completando as garrafas com água sem cloro, fechando bem com a tampa. Ficaram em repouso em local com luz indireta do sol, em ambiente protegido e de dois em dois dias foi aberta a tampa para a saída dos gases, os quais ferviam para sair. Passados 34 dias, foi feito uma observação em microscópio e visualizado seres microscópicos, no entanto, sem identificação.

Novamente em 07 de junho de 2023, fez-se uma tentativa de identificação dos microrganismos, que restou inexitosa. Por conta da experiência do Orientador Professor Flavio Bonatto em utilizar os ME, a partir do que observou nas garrafas, cor, odor, decidiu-se pela utilização do produto na olericultura, dando prosseguimento ao projeto, independente desta identificação.

2.2 Da modalidade de cultivo: alface lisa

2.2.1 Breve histórico

A alface é uma hortaliça da família *Cichoriaceae*, tem como centro de origem a região Asiática. Ao redor do ano 4.500 a.C. já era conhecida no antigo Egito e chegou ao Brasil no século XVI, através dos portugueses. É a hortaliça folhosa de maior consumo no Brasil. A alface é uma planta herbácea, com um caule diminuto ao qual se prendem as folhas e o sistema radicular é fasciculado. As folhas são a parte comestível da planta e podem ser lisas ou crespas, fechando-se ou não na forma de uma «cabeça». A coloração das plantas pode variar do verde-amarelado até o verde escuro e também pode ser roxa, dependendo da cultivar.⁵ O nome científico é *Lactua sativa L.*

Conforme o SEBRAE⁶ a produção de hortaliças é a atividade que mais se identifica como opção de agronegócio para os produtores rurais familiares, permitindo obter renda de forma lucrativa e sustentável. Importante destacar que deve ser observados os fatores de produção, como: clima, solo, água, infraestrutura e outros e os fatores de mercado, sendo: proximidade do mercado consumidor, tamanho de área, canais de comercialização e outros. Neste sentido a escolha do plantio de alface vem ao encontro deste experimento, pois é possível produzir alface com qualidade durante todo o ano, utilizando-se cultivares apropriadas às épocas de plantio e sistemas de produção protegido⁷.

2.2.2 Características da alface lisa

Apresenta folhas do tipo lisa, podendo, em algumas cultivares, ocorrer formação de cabeça, porém não tão compacta como a alface americana. Raízes em cabeleira, fasciculada e não profundas. Podendo ser colhida para consumo a partir do 30 dia,

5 https://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/7.pdf

6 <https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RN/Anexos/Horticultura-Serie-Agricultura-Familiar-Alface.pdf>

7 <https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RN/Anexos/Horticultura-Serie-Agricultura-Familiar-Alface.pdf>

conforme a necessidade, podendo se estender até os 45 dias.

Alface-lisa também chamada popularmente de alface-manteiga, tem um amargor levemente acentuado. Não possui o aspecto crocante que outros tipos de alface possuem. Contém bastante cálcio e potássio, e é bastante utilizada em lanches e hambúrgueres.

É um alimento rico em betacaroteno (provitamina A), vitaminas C, E e do complexo B. Também apresenta boas quantidades dos minerais cálcio, fósforo, potássio e ferro. Em contrapartida é um calmante natural e por isso é indicada para pessoas que têm insônia ou as que são muito tensas e agitadas. O plantio da alface lisa pode ocorrer o ano todo, preferencialmente de fevereiro a outubro em regiões de clima quente e de outubro a março nas demais regiões do país, basta ter um ambiente de temperatura controlada.

Os principais cuidados para o plantio da alface lisa são o solo o qual a alface lisa prefere: solos férteis ou bem adubados, leves e bem drenados. Quanto ao clima o melhor desempenho se dá entre 4 e 27 graus centígrados. O sol em sua luminosidade plena é um fator favorável e a rega deve ser diária, nos períodos da manhã e da tarde, com jato de aspersão e outro cuidado é evitar o encharcamento do solo. As pragas que podem atacar o cultivo da hortaliça são: tripes (*Thrips sp.* e *Frankliniella sp.*); pulgão (*Dactynotus sonchi*); mosca-branca (*Bemisia tabaci*); ácaro rajado (*Tetranychus urticae*); traça-das-crucíferas (*Plutella xylostella*); cochonilhas (*Dactylopis coccus*).

2.3 Da preparação do líquido com EM

Em 12 de junho de 2023 foi preparada uma caixa de água sem cloro, contendo 500 litros, adicionado 500 ml de microrganismos, para aspersão do solo e nas alfaces lisas a serem plantadas. Com a presença dos alunos da turma Pós I e dos integrantes do Pós II, Curso Técnico em Agropecuária Subsequente ao Ensino Médio, fazendo uma breve exposição do experimento, procedeu-se a mistura do líquido do ME. Os colegas foram proativos na atividade de preparo do líquido para o plantio.

2.4 Do plantio das alfaces lisas

No dia 17 de junho de 2023 foram plantadas as mudas de alfaces lisas, elas foram compradas pela Escola e em bandeja, sendo um canteiro em área externa, com palhada e aspersão do líquido com EM, foram plantados 81 pés de alfaces lisas, e ao lado, o denominado canteiro testemunha 31 pés de alfaces lisas, sem palhada e sem aspersão do líquido com EM. Já, na estufa, no canteiro em que foi aspergido o líquido dos microrganismos foram plantados 52 pés de alfaces lisas e ao lado, no canteiro testemunha, 39 pés de alfaces lisas, não fazendo aspersão do líquido com EM.

2.5 Ficha de acompanhamento e controle do experimento

Com o propósito de acompanhar a evolução vegetativa das alfaces lisas, bem como a eficiência dos EM no cultivo dessas hortaliças foi elaborado uma ficha de controle, para

utilizar em três momentos distintos do processo vegetativo dos quatro canteiros, dois com EM e dois sem EM. Os aspectos a serem observados são os seguintes: número de folhas, largura das folhas medição horizontal, peso da massa verde, comprimento do sistema radicular e o diâmetro.

Aspectos	Data				
	Locais	Estufa EM	Estufa testemunha	Externa EM	Externa testemunha
Número de folhas					
Largura das folhas					
Peso verde					
Sistema radicular: comprimento					
Sistema radicular: largura					

Figura 1 – Exemplo da ficha de acompanhamento e controle da eficiência dos EM

Tabela 01 – Observação de eficiência dos EM

3 I DOS RESULTADOS OBTIDOS

No aspecto visual há que se dizer que em todos os canteiros, sejam os com microrganismos efetivos, sejam as testemunhas, as alfases lisas mantiveram o mesmo padrão de cor e desenvolvimento, não apresentando alteração significativa, tampouco doença e ou pragas invasoras. Cabe destacar que essa área de plantio já vem sendo tratada com adubação orgânica e em recente análise de solo o ph ficou em 6,5. Portanto, não se tratou de um local sem preparo para o cultivo. A escolha dos pés de alfases lisas se deu de forma visual, escolhendo as mais viçosas dos canteiros em análise, tanto do com EM como os testemunha. Cumpre salientar que nos canteiros do experimento foram aspergidos com regador a mistura dos microrganismos efetivos e água sem cloro. Enquanto os testemunha estiveram regados pelo gotejamento, processo realizado na Horta da Escola.

No décimo dia, após o plantio foram retirados um exemplar de cada canteiro para submeter à ficha de acompanhamento e controle da eficiência dos EM. Observando os cinco aspectos definidos anteriormente, os quais foram úteis para o mapeamento da contribuição ou não dos EM.

Aspectos	Dia 27 de junho de 2023			
Locais	Estufa EM	Estufa testemunha	Externa EM	Externa testemunha
Número de folhas	07	06	06	04
Largura das folhas	04 cm	04 cm	04 cm	2,5 cm
Peso verde	7g	5g	7g	5g
Sistema radicular: comprimento	6,5 cm	8,5cm	5cm	7cm
Sistema radicular: largura	1mm	1,5mm	2mm	1,5mm

Tabela 02 – Ficha de acompanhamento e controle da eficiência dos EM

Em relação ao número de folhas, nesta primeira análise, no décimo dia do cultivo, conforme a ficha de acompanhamento e controle foi observado que no canteiro da estufa com EM, o número de folhas foi 07, enquanto no canteiro testemunha foram 06. Na área externa com EM seis folhas enquanto naquele testemunha foram quatro. Na largura das folhas, divergiu apenas a testemunha da área externa e na diferença de 1,5 cm. Na pesagem se destacaram as com EM em 02 g, tanto as externas quanto as da estufa. O comprimento do sistema radicular foi maior nas alfazemas lisas testemunhas. E na largura do sistema radicular a alfazema lisa com EM externa ficou maior, seguida das testemunhas da área externa e da estufa, sendo que a da estufa com EM ficou menor, 1 mm.





Fotos 05 e 06 – Alface-lisas em crescimento, na área externa e na área interna

Fonte: Delmira Sandra de Moura Carvalho, 06 de julho de 2023

Transcorridos 12 dias foi feita uma nova coleta de um exemplar de cada canteiro.

Aspectos	Dia 08 de julho de 2023			
	Locais	Estufa EM	Estufa testemunha	Externa EM
Número de folhas	14	13	14	10
Largura das folhas	10 cm	10 cm	10 cm	8,2 cm
Peso verde	35 g	39 g	47 g	33 g
Sistema radicular: comprimento	8cm	10cm	10cm	6cm
Sistema radicular: largura	3cm	3cm	4cm	3cm

Tabela 03 – Ficha de acompanhamento e controle da eficiência dos EM

O número de folhas se manteve maior nas alfaces lisas da estufa quanto as externas mantidas com a aspersão de EM do que as testemunha. A largura das folhas, apenas a alface lisa do canteiro externo testemunha ficou menor, as demais ficaram iguais em 10 cm. Quanto ao peso verde a da externa com palhada e EM se destacou no peso, seguida pela alface lisa testemunha da estufa. Mas a da estufa com EM ficou mais pesada do que a externa testemunha. O sistema radicular das alfaces lisas da estufa testemunha e as externas com EM obteve o mesmo comprimento: 10 cm, enquanto a da estufa com EM ficou com 8 cm e a testemunha ficou com 6 cm.

Aspectos	Dia 18 de julho de 2023			
Locais	Estufa EM	Estufa testemunha	Externa EM	Externa testemunha
Número de folhas	17	12	14	14
Largura das folhas	15 cm	13 cm	15 cm	14cm
Peso verde	72g	72g	72g	69 g
Sistema radicular: comprimento	12cm	10cm	12 cm	10 cm
Sistema radicular: largura	4cm	3cm	3cm	3cm

Tabela 04 – Ficha de acompanhamento e controle da eficiência dos EM

Encerrado o período do experimento, e estando as alfaces lisas em condições de serem utilizadas para consumo foram retirados um exemplar de cada canteiro e obtendo as seguintes informações: quanto ao número de folhas, a alface lisa da estufa com EM, teve 17 folhas seguida por 14 folhas das externas tanto as com EM quanto as testemunha. A largura das folhas em ambas com o uso de EM, tanto a da estufa, quanto a externa ficaram em 15 cm, seguida pela externa 14 cm e a outra da estufa com 13 cm, ambas testemunhas. O peso verde ficou semelhante em todas, exceto a externa testemunha, sendo 72 g e 69 g, respectivamente. O sistema radicular das com EM ficaram em 12 cm enquanto as testemunhas em 10 cm. Em relação a largura do sistema radicular, a mais larga foi a da estufa com EM, e as demais com 3 cm.

3.1 DA ANÁLISE DOS RESULTADOS

Preliminarmente, faz-se necessário ressaltar que o solo aonde foi feito o plantio das alfaces lisas, é um solo qualificado e bem tratado, de modo que as diferenças entre uma alface lisa sem microrganismos efetivos e outra com, apresentou diferenças sutis. E é neste sentido que foi feita a análise dos resultados, apontando que as alfaces lisas de todos os canteiros estiveram com o visual viçoso, não sofreram nenhuma espécie de pragas ou doenças. Outro aspecto a ser relatado foi a análise de solo realizada, a qual denotou um solo propício ao cultivo dessas hortaliças.

Na análise dos resultados foram abordados os aspectos com afinidade do que fora observado, de modo a facilitar a composição de informações, sendo:

3.1.1 Do número e largura das folhas, peso verde.

A quantidade de folhas foi maior nos exemplares que tiveram a aspersão dos microrganismos, destacando o canteiro interno dentro da estufa, conforme Tabela 04. A diferença dos demais ocorreu já na primeira coleta e se manteve até a coleta definitiva. Este aspecto é bem relevante, pois no consumo de alface lisa as folhas são o produto final, e neste caso estiveram em maior número. É possível afirmar que o plantio de alfases lisas em local protegido, como a estufa, no uso de EM melhoram a produção, pois favorecem o crescimento de mais folhas.

A largura das folhas se destacou somente na coleta final, e nos dois canteiros que foram usados microrganismos, tanto o da estufa, quanto o externo. Nas duas primeiras avaliações, tal largura não foi significativa, vindo se revelar no momento da colheita final, conforme Tabelas 02 e 03. Em relação ao peso da massa verde, as alfases lisas da estufa se mostraram mais pesadas, muito provavelmente relacionado pela quantidade das folhas e sua largura, de acordo com a Tabela 04. Esses elementos servem para afirmar da importância da aspersão dos microrganismos efetivos, os quais realmente potencializam o solo, refletindo na qualidade das plantas.

3.1.2 Do comprimento e largura do sistema radicular

Na colheita final as alfases lisas com aspersão dos EM e na estufa tiveram maior comprimento e largura do sistema radicular, conforme Tabela 04. No entanto, isso não ocorreu nas duas primeiras colheitas, vide Tabelas 02 e 03. Inicialmente com a presença dos EM é possível afirmar que havia na camada superficial do solo, a ação dos microrganismos fazendo com que o sistema radicular não fizesse tanto esforço, pois havia micro e macronutrientes acessíveis. Transcorrido o tempo, o sistema radicular ficou mais robusto e vai ao encontro de mais elementos nutritivos no solo.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O solo é uma das maiores riquezas no cultivo de qualquer planta, senão a maior, pois sem ele não há como produzir, por isso acrescentar a ele melhorias reflete necessariamente em toda a cadeia produtiva. Cada dia aumenta esta consciência da importância da preservação do solo em todos os seus aspectos estruturais, quais sejam: físico, químico e biológico. O solo é um recurso natural essencial aos seres, ao exercer funções vitais como produção de alimento, regulação dos ciclos biogeoquímicos da água e carbono, preservação da biodiversidade e várias outras finalidades.⁸

O solo fornece nutrientes essenciais para as nossas florestas e lavouras, filtra a água e ajuda a regular a temperatura e as emissões dos gases de efeito estufa foi o constatado

⁸ Disponível em <https://www.sistemafaep.org.br/reflexao-sobre-a-importancia-do-solo/#:~:text=O%20solo%20%C3%A9%20um%20recurso,biodiversidade%20e%20v%C3%A1rias%20outr.> Acessado em 15 de dezembro de 2022.

no experimento em estudo. As alfaces lisas tiveram maior produtividade com o auxílio dos microrganismos efetivos. Não há que se dispensar os outros cuidados que o solo vem recebendo, neste momento, acrescenta-se mais esses elementos naturais que interferem na produção, aumentando inclusive a produção de folhas, parte comestível da planta.

Os microrganismos efetivos que foram produzidos a partir de resíduos vegetais e/ou animais que passaram por um processo de fermentação, pelo qual um líquido rico em nutrientes foi utilizado com resultados favoráveis ao plantio de alfaces lisas. Os microrganismos efetivos (EM) bactérias, fungos e leveduras, os quais são os menores seres vivos existentes, portanto possuem grande relevância especialmente para as condições do solo, pois são eles que fazem a decomposição da matéria orgânica aumentando a fertilidade da terra, e então o número de folhas, o peso, a largura das folhas e o sistema radicular das alfaces lisas foram beneficiadas e produziram mais folhas do que as que não tiveram o uso de microrganismos, nos canteiros testemunha.

REFERÊNCIAS

BOMFIM, Felipe Pereira Gardini e outros. **Caderno dos Microrganismos Eficientes – Instruções práticas sobre o uso ecológico e social.** 2 Ed. Brasília, 2011. 33 p.

Disponível em <https://www.sistemafaep.org.br/reflexao-sobre-a-importancia-do-solo/#:~:text=O%20solo%20%C3%A9%20um%20recurso,biodiversidade%20e%20v%C3%A1rias%20outras>. Acessado em 15 de dezembro de 2022.

Disponível em <https://www.sitiopema.com.br/microrganismos-eficientes-plantas-sementes-solo/>. Acessado em 16 de dezembro de 2022

Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/57867457/artigo-por-que-o-solo-e-tao-importante-quanto-a-agua-e-o-ar>. Acessado em 15 de dezembro de 2022.

HUNGRIA, M. & ARAUJO, R. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola.** Brasília, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1994. 542p.

MELO, J. S. de; AZEVEDO, J. L. de (ed.). **Controle biológico.** Jaguariuna: EMBRAPA-CNPMA, [2000]. v.1. 264p.

NASCIMENTO, José Soares do. **Biologia dos microrganismos.** UNEP : Paraíba, 2008, 96p.

TSAI, S.M.; BARAIBAR, A.V.L. & ROMANI, V.L.M. **Efeito de fatores do solo.** In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M. & NEVES, M.C.P., eds. Microbiologia do solo. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. p.59-72.

CAPÍTULO 12

PIMENTÃO EM AMBIENTE PROTEGIDO COM BANCADAS REFLETIVAS E COBERTURA DE SUBSTRATO

Data de submissão: 10/08/2023

Data de aceite: 02/10/2023

Josiane Souza Salles

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Departamento de agronomia (ambiência vegetal), Unidade Universitária de Cassilândia – MS, Brasil.
<http://lattes.cnpq.br/6856242079660140>

Alexandre Henrique Freitas De Lima

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Departamento de agronomia (ambiência vegetal), Unidade Universitária de Cassilândia – MS, Brasil.
<http://lattes.cnpq.br/1308833987562195>

Jussara Souza Salles

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Departamento de agronomia (ambiência vegetal), Unidade Universitária de Cassilândia – MS, Brasil.
<http://lattes.cnpq.br/1953902325412011>

Flávio Ferreira Da Silva Binotti

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Departamento de agronomia (ambiência vegetal), Unidade Universitária de Cassilândia – MS, Brasil.
<http://lattes.cnpq.br/6923018120768322>

Edilson Costa

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Departamento de agronomia (ambiência vegetal), Unidade Universitária de Cassilândia – MS, Brasil.
<http://lattes.cnpq.br/5438699766220698>

RESUMO: O uso de ambientes protegidos promove condições adequadas para produção durante todo o ano, sendo essencial para obter melhor desempenho vegetal. Assim como o uso de material refletivo e cobertura do substrato podem permitir a formação de plantas com maior capacidade fotossintética e maior sistema radicular, aumentando a produção. Dessa forma, objetivou-se avaliar diferentes ambientes de cultivo, cobertura do substrato e bancada refletiva na produção de frutos de Pimentão, *Capsicum annuum* L, na região de Cassilândia – MS. Os experimentos foram desenvolvidos na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Cassilândia-MS. Foram avaliados quatro ambientes de cultivo com diferentes níveis de sombreamento: 1) Telado agrícola com tela sob o filme com 18% de sombreamento (A1); com 30% de sombreamento (A2); telado agrícola com tela Aluminet ®(A3) e estufa agrícola com 42% de sombreamento (A3). Em cada tratamento foi realizado dois tipos de condução para o substrato, sendo estes com palha de arroz e sem palha de arroz, e dois tipos de bancada, com e sem material refletor. Foi avaliado o crescimento e produção de frutos. O telado agrícola com tela termorefletora de 35% de

sombreamento favoreceu o crescimento e produção de frutos de pimentão, assim como a cobertura do substrato pode beneficiar a condução da cultura, enquanto as bancadas com material refletor não influenciaram na produção de frutos.

PALAVRAS-CHAVE: *Capsicum annuum* L, Tela Termorefletora, casca de arroz, crescimento, produção, frutos comerciais.

CHILI IN A PROTECTED ENVIRONMENT WITH REFLECTIVE COUNTERS AND SUBSTRATE COVERAGE

ABSTRACT: The use of protected environments promotes adequate conditions for production throughout the year, being essential to obtain better plant performance. As well as the use of reflective material and substrate coverage can allow the formation of plants with greater photosynthetic capacity and a larger root system, increasing production. Thus, the objective was to evaluate different cultivation environments, substrate cover and reflective bench in the production of Pepper fruits, *Capsicum annuum* L, in the region of Cassilândia - MS. The experiments were developed at the State University of Mato Grosso do Sul (UEMS), University Unit of Cassilândia-MS. Four cultivation environments with different levels of shading were evaluated: 1) Agricultural screen with screen under the film with 18% shading (A1); with 30% shading (A2); agricultural screen with Aluminet® screen (A3) and agricultural greenhouse with 42% shading (A3). In each treatment, two types of conduction for the substrate were carried out, these with rice straw and without rice straw, and two types of bench, with and without reflective material. Fruit growth and production was evaluated. The agricultural screen with a thermo-reflective 35% shade screen favored the growth and production of sweet pepper fruits, as well as the substrate cover can benefit the culture conduction, while the countertops with reflective material did not influence the fruit production.

KEYWORDS: *Capsicum annuum* L, heat reflective screen, rice husk, growth, production, commercial fruits.

INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annum*) pertence à família Solanácea, caracteriza-se como uma das hortaliças tipo fruto que apresentam maior importância econômica, com cultivo em diversas regiões do Brasil, sendo cultivado tanto a campo como em ambiente protegido (Buttow et al., 2010; Silva et al., 2016).

O seu cultivo em ambiente protegido possibilita a produção contínua durante o ano, além de promover maior qualidade de seus frutos e por ser uma hortaliça de grande demanda, os produtores sempre buscam técnicas adequadas para melhorar a produção (Aragão, 2011). Em ambientes protegidos há formação de microclima adequado para a cultura, por meio da combinação de diferentes tipos de materiais de cobertura e diferentes níveis de sombreamento (Guiselini et. al., 2010).

Os materiais de cobertura favorecem a qualidade das hortaliças, uma vez que a duração da exposição, a qualidade e intensidade luminosa, podem ser prejudiciais, pois

o sombreamento reduz o efeito negativo de elevadas intensidades de radiação solar e extremidades de temperatura (Morais et al., 2011). Pesquisas para a cultura do pimentão indicam que a estufa agrícola caracterizou-se como melhor ambiente para mudas (Monteiro Neto et al., 2017) e floração e frutificação (Borges et al., 2011).

Como forma de melhorar as condições as quais as plantas estão sujeitas dentro de ambientes sombreados está o emprego de técnicas que visam o melhor aproveitamento da radiação solar. Em virtude desta funcionar como uma chuva de fótons de diferentes frequências, indispensável para a fotossíntese, único processo de importância biológica que pode aproveitá-la para formação de compostos carbonados, sobretudo os açúcares essenciais para o crescimento e desenvolvimento vegetal (Taiz et al., 2017).

O uso de bancadas de cultivo constituídas de material refletivo é uma metodologia recente estudada na produção vegetal, responsável por reincidir a luz solar e fornecer maior disponibilidade de energia luminosa. Em estudos prévios com material refletivo em bancadas no cultivo de maracujazeiro Santos et al. (2017) demonstraram que o uso de espelho formaram mudas com maior taxa de crescimento.

Em pesquisa realizada por Salles et al. (2017) com o jambolão (*Syzygium cumini*) o uso de bancada refletiva com papel alumínio promoveu incremento na qualidade de mudas em ambiente com 30% de sombreamento. Assim, como em estudo realizado por Mortate et al. (2019) com mudas de paricá (*Schizolobium amazonicum*), o qual apontou a eficiência do material refletor nas bancadas apenas em ambiente com maior nível de sombreamento (42/50%).

A aplicação de cobertura sobre o solo contribui beneficamente para a formação vegetal por manter a temperatura e a umidade do solos (Rodrigues et al., 2009). A casca de arroz apresenta alta capacidade de drenagem, fácil manuseio, teor adequado de K e Ca que são macronutrientes disponibilizados no substrato, além de possuir baixo poder de investimento (Saidelles et al., 2009). De acordo com Tsukamoto Filho (2013), a cobertura do substrato com casca de arroz para a formação de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) contribuiu para o melhor desenvolvimento e formação do sistema radicular.

O uso de ambientes protegidos promove condições favoráveis por minimizar os efeitos deletérios das intempéries climáticas, por isso a escolha adequada do mesmo é essencial para obtenção do melhor desempenho vegetal. Assim como, bancada refletiva e cobertura do substrato podem permitir a formação de plantas com maior capacidade fotossintética e sistema radicular, consequentemente maior captação de energia e nutrientes beneficiará a produção.

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo avaliar diferentes ambientes de cultivo, cobertura do substrato e bancada refletiva na produção de frutos de Pimentão, *Capsicum annuum L.*, na região de Cassilândia – MS.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e caracterização da área experimental

Os experimentos foram conduzidos na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), na Unidade Universitária de Cassilândia (UUC), localizada no município de Cassilândia (latitude 19°07'21" S, longitude 51°43'15" W e altitude 516 m). De acordo com a classificação climática de Köppen, apresenta clima tropical chuvoso (Aw) com verão chuvoso e inverno seco.

Delineamento experimental

Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 4x2x2, designados por: 4 ambientes de cultivo protegido, 2 bancadas de cultivo e 2 cobertura de substrato. Os diferentes níveis de sombreamento consistiram em: 1 e 2) Telados agrícolas de 18,0 m de comprimento x 8,0 m de largura (144 m²) e 3,5 m de pé-direito, fechamento em 90 graus de inclinação, com Tela de monofilamento preta (Sombrite®) com 18 e 30% de sombreamento (A1, A2); 3) Telado agrícola de 18,0 m x 8,0 m x 3,5 m (144 m²), fechado em 45 graus, com Tela termo-refletora aluminizada ALUMINET® 35% ("I") de sombreamento (A3); 4) Estufa agrícola de 18,0 m x 8,0 m x 3,5 m (144 m²) coberta com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 150 microns, abertura zenital vedada com tela branca de 30%, com tela lateral e frontal de monofilamento de 30% de sombreamento. Tela termo-refletora aluminizada LuxiNet 42/50, móvel, sob o filme de PEBD (A4).

Nestes ambientes de cultivo foram também avaliados duas bancadas de cultivo, as bancadas onde os vasos foram distribuídas foram: 1) bancada sem material refletor (testemunha) e; 2) bancada com material refletor, coberta com ALUMINET® para ampliar a radiação fotossinteticamente ativas às plantas. As bancadas foram colocadas distantes uma da outra, mantendo distância de 1,0 m para que não houvesse interferência da reflexão do tecido aluminet.

A cobertura dos substratos foi designada em dois tratamento substrato com cobertura (Palha de arroz) e substrato sem cobertura (Testemunha). A cobertura do substrato foi de aproximadamente, 1 cm de espessura.

Material utilizado

A semeadura foi realizada em bandejas de 128 células em abril de 2019, com apenas uma semente por célula, contendo substrato Carolina Soil®, após a estabilização da emergência e crescimento das plântulas, foi realizado o transplante para vasos de 5 litros nos diferentes ambientes de cultivo, aos 40 dias após a semeadura (Figura 1).

Os vasos foram preenchidos com substrato composto de substrato comercial Carolina Soil® em mistura com vermiculita de granulometria média, na proporção 1:1. O substrato Carolina soil® é constituído de turfa de Sphagnum, vermiculita expandida,

calcário dolomítico, gesso agrícola e fertilizante NPK, indicado para mudas de café, florestais, frutíferas, rosa do deserto e hortaliças, cada embalagem de 8 kg corresponde a 45 L de substrato. Este foi analisado quimicamente (Tabela 1).



Figura 1. Crescimento inicial do pimentão no ambiente aluminizado com 35% de sombreamento, em bancada refletiva, com cobertura de palhada de arroz no substrato.

Nitrogênio (N)	Fósforo (P_2O_5)	Potássio (K_2O)	Cálcio (Ca)	Magnésio (Mg)
-----($g\ kg^{-1}$)-----				
14,00	3,60	11,0	9,10	42,0
Enxofre (S)	Cobre (Cu)	Ferro (Fe)	Manganês (Mn)	Zinco (Zn)
-----($g\ kg^{-1}$)-----				
3,00	0,06	17,52	2,40	0,36
Boro (B)	MO	Umidade	Matéria Mineral	pH
-----($g\ kg^{-1}$)-----				
0,08	250,0	45,0	300,00	6,15
Relação C/N	MO (mat. Seca) (%)	CTC ($mmol\ Kg^{-1}$)	Condutividade Elétrica ($mS\ cm^{-1}$)	
18,80	45,50	850,00	0,87	

*N, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn, B e Mo – Teores totais; * pH em água.

MO = Matéria orgânica; CTC= capacidade de troca catiônica

Tabela 1. Características químicas do substrato Carolina® utilizados na composição do substrato utilizado na produção de pimentão.

Condução e avaliação do experimento

A rega das mudas foi realizada com uso de regador, mantendo a umidade próxima à capacidade de campo. Foi realizado adubação de cobertura com N-P-K com formulação 20-05-20 a cada 30 dias, foram realizados aplicação de inseticidas para o controle de mosca branca, pulgão e tripes.

Foram realizadas as avaliações em três períodos, aos 54, 74 e 96 dias após o transplante (DAT). Aos 54 e 74 DAT foram mensurados a altura de plantas (AP1, AP2), diâmetro do colo (DC1, DC2), número de botões florais (FL1, FL2), número de frutos (FR1, FR2). Aos 96 DAT foram realizadas as avaliações finais de produção, sendo mensurado o número de frutos (FR3), quantidade de frutos comerciais (FC), massa fresca total (MFT), massa fresca de frutos comerciais (MFC), após separação dos frutos com características comerciais, foram mensurados o comprimento (COMPR) e Largura (LARG) dos mesmos. A altura das plantas foi realizada com uma régua graduada, medindo a distância do colo da planta até o ápice do meristema do caule, o número de botões florais foi realizado através de contagem e o diâmetro do colo foi mensurado com paquímetro digital (mm).

Os frutos foram classificados pelo tamanho, de acordo com as normas vigentes no Ministério da Agricultura (Brasil, 2001), em frutos comerciais com comprimento \geq 60 mm e diâmetro \geq 40 mm e classificados como não comerciais, quando apresentavam comprimento $<$ 60 mm e diâmetro $<$ 40 mm. Os frutos que apresentavam característica de frutos comerciais, foram submetidos a mensuração do comprimento e largura. O comprimento foi obtido medindo-se o fruto do ápice à base e a largura medida na região central do fruto, com uso de um paquímetro digital, o peso médio dos frutos foi obtido com a pesagem dos frutos colhidos em balança semi-analítica.

Nos ambientes de cultivo foi monitorada a radiação fotossinteticamente ativa ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) com piranômetro digital portátil (Apogee), medidos em dias sem nebulosidade sempre no mesmo horário, às 10 horas da manhã, horário MS. Também foram monitoradas a temperatura (T °C) e umidade relativa do ar (UR%) a partir de estações meteorológicas modelo E4000 (Irriplus Equipamentos Científicos) instaladas no interior dos ambientes. Para o ambiente externo os valores de temperatura, umidades relativas e radiação solar global foram adquiridos da plataforma automática de coleta de dados de Cassilândia, A742, do INMET-SONABRA. O registro dos dados ocorreram no período maio a agosto de 2019 (Figura 1, 2, 3, Tabela 2).

Análise Estatística

Para comparação dos ambientes de cultivo utilizou-se a análise de grupos de experimentos, em que foi avaliada a relação entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo das bancadas (Banzatto; Kronka, 2013). Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey para os ambientes de cultivo e teste t de student para as bancadas de cultivo e cobertura do substrato, todos a 5% de probabilidade. Utilizando-se o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio do monitoramento dos dados micrometeorológicos coletados nos diferentes

níveis de sombreamento durante a formação das mudas de tamarindo, observa-se que a temperatura do ar (Figura 2) independente do mês de coleta nos diferentes sombreamentos, foram semelhantes, demonstrando que esta variável não sofreu alteração brusca em função do ambiente de cultivo, em relação a umidade relativa do ar, também houve pouca variação, contanto o telado agrícola com 18% de sombreamento apresentou nos meses de maio e junho, menor UR em relação aos demais (Figura 2). Entretanto para a radiação solar, com o uso do material de cobertura dos ambientes, tem-se redução do nível de radiação fotossinteticamente ativa (RFA), sendo assim, esta variável micrometeorológica apresentou grande variação decorrente do aumento do nível de sombreamento (Figura 2).

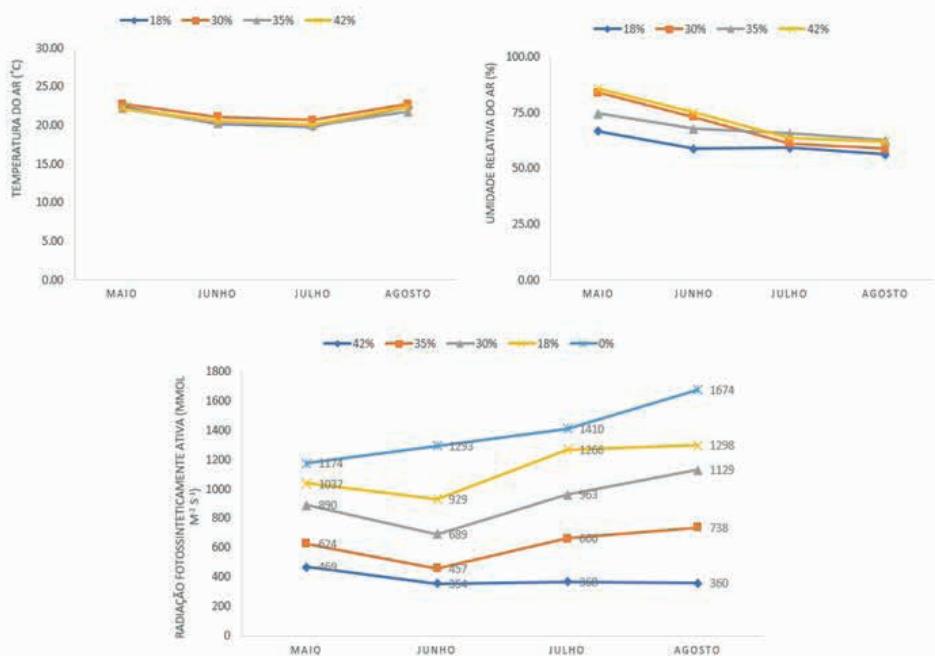


Figura 2. Temperatura do ar (°C) (A), umidade relativa do ar (%) (B) e Radiação fotossinteticamente ativa ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (C) nos diferentes ambientes de cultivo de produção de pimentão. Cassilândia-MS, 2019.

A radiação fotossinteticamente ativa apresentou grande variação em relação ao tipo de ambiente utilizado no cultivo e produção de pimentão, sendo que o ambiente que apresentou menor quantidade de radiação solar incidente foi a estufa agrícola, pois esta continham maior nível de sombreamento (42%), servindo como maior barreira para entrada de luminosidade, em comparação ao demais ambientes (Figura 2). Em relação as bancadas contendo Aluminet observa-se que ocorre maior reflexão da radiação presente no ambiente para as folhas do pimentão devido ao efeito refletivo do material utilizado, tem-se assim, maiores médias de radiação fotossinteticamente ativa refletiva (Figura 3).

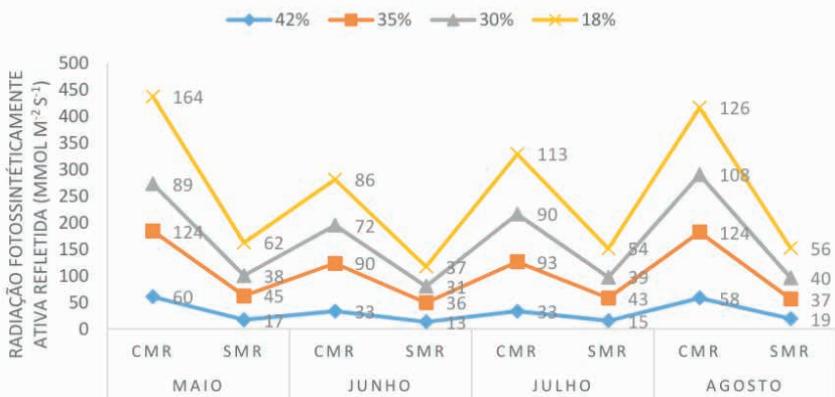


Figura 3. Radiação fotossinteticamente ativa refletida ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) nos diferentes ambientes de cultivo de produção de pimentão. Cassilândia-MS, 2019.

Nos quatro ambientes de cultivo, todas as variáveis apresentaram índice inferior a sete, ou seja, permitiram realizar a análise de grupos de experimentos (Banzatto; Kronka, 2013) e comparação dos ambientes, com exceção das variáveis primeira contagem de flores (FLOR1) e largura de frutos (LARG), que apresentaram RQMR de 7,89 e 7,90 respectivamente, sendo superiores a sete, dessa forma para estas variáveis não foi possível à comparação entre os ambientes de cultivo (Tabela 2).

Para todas as variáveis utilizadas houve efeito significativo entre os ambientes de cultivo utilizados, sendo possível verificar a interferência do ambiente na produção de pimentão, por meio dos desdobramentos entre os fatores observou-se, que o diâmetro do colo aos 74 DAT (DC2) apresentou interação entre ambientes e cobertura do substrato (AM x CO), as variáveis número de flores (FL1) e número de frutos (NF1) aos 54 DAT e largura de frutos (LARG), apresentaram interação entre bancadas e cobertura do substrato (BC x CO), número de frutos aos 74 e 96 DAT (FR1 e FR2). Para as demais variáveis, não houve interação dos fatores, sendo verificada a significância em cada fator independente (Tabela 3).

Ambientes de Cultivo	AP1	AP2	DC1	DC2	FL1	FL2	FR1
Telado 18%	7,01	5,62	0,17	0,13	0,28	0,50	0,62
Telado 30%	18,59	4,26	0,21	0,20	0,36	0,70	0,78
Telado 35%	6,89	11,61	0,16	0,22	2,27	0,45	0,54
Estufa 42%	11,47	14,49	0,39	0,35	0,38	2,26	0,88
RQMR	2,69	3,40	1,04	2,73	7,89	4,93	1,61
Ambientes de Cultivo	FR2	FR3	MFT	FC	MFC	COMP	LARG
Telado 18%	1,85	3,35	118,40	0,79	41,46	62,15	3,61
Telado 30%	0,76	2,23	52,94	0,53	24,39	25,66	7,17
Telado 35%	1,58	2,87	120,04	1,00	96,19	57,20	10,77
Estufa 42%	1,50	0,80	40,12	0,19	30,91	116,87	28,58

RQMR	2,42	4,17	2,99	5,21	3,94	4,55	7,90
------	------	------	------	------	------	------	------

Tabela 2. Quadrado médio do resíduo e relação entre o maior e menor quadrado médio do resíduo (RQMR) para as variáveis analisadas. Cassilândia-MS, 2019.

Fatores	AP1	AP2	DC1	DC2	FL1	FL2	FR1
Ambiente (AM)	**	*	**	**	**	*	**
Bancadas (BC)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Cobertura (CO)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
AM x BC	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
AM x CO	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
BC x CO	ns	ns	ns	ns	*	ns	**
AM x BC x CO	ns	Ns	ns	ns	*	ns	ns
Fatores	FR2	FR3	FC	MFT	MFC	COMP	LARG
Ambiente (AM)	**	**	**	**	**	**	**
Bancadas (BC)	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
Cobertura (CO)	ns	**	ns	ns	ns	ns	*
AM x BC	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns
AM x CO	*	*	ns	ns	ns	ns	**
BC x CO	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
AM x BC x CO	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

* significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade, ns = não significativo; RQMR= relação entre o maior e menor quadrado médio do resíduo das análises individuais nos ambientes.

Tabela 3. Análise de variância das variáveis, altura de plantas (AP1, AP2) e diâmetro do colo (DC1, DC2), Contagem de flores (FL1, FL2), Contagem de frutos (FR1, FR2, FR3), Contagem de frutos comerciais (FC), Massa fresca total (MFT) e comercial (MFC), comprimento (COMP) e largura (LARG) dos frutos de pimentão. Cassilândia-MS, 2019.

O uso de bancadas com material refletor e cobertura do substratos não interferiram nas variáveis de crescimento e florescimento das plantas de pimentão, entre estas altura de plantas aos 54 e 74 DAT (AP1, AP2), diâmetro do colo (DC1) e número de botões florais aos 74 DAT (FL2). Contanto, os diferentes níveis de sombreamento influenciaram nestas variáveis, para a altura de plantas (AP1 e AP2) o ambiente aluminizado, com 35% de sombreamento, formaram as maiores plantas de pimentão, sendo as menores verificadas no telado agrícola com 18% de sombreamento, para o diâmetro do colo não houve diferença entre os telados agrícolas, contanto a estufa agrícola com 42% de sombreamento influenciou negativamente o crescimento, já para o número de botões florais a estufa favoreceu maior número de botões florais, não diferindo do telado agrícola com 30% e telado aluminizado com 35% de sombreamento (Tabela 4).

De acordo com Taiz et al. (2017), uma das respostas fotomorfogênicas das plantas induzidas pela alta irradiação consiste na inibição do alongamento do hipocôtilo, assim inibe o crescimento do caule. Corroborando com os resultados obtidos, pois devido à

elevada radiação incidente sobre as mudas nos ambientes com 18% de sombreamento (Figura 2, Tabela 4), estas cresceram menos em altura. Além da radiação, a UR neste ambiente também foi inferior ao ambiente Aluminet (Figura 1), nos meses de maio e junho, sendo estas condições adversas justificativas para o efeito negativo no crescimento e floração nesta fase inicial.

Ambientes/sombreamento	AP1 (cm)	AP2 (cm)	DC 1 (mm)	FL2
Sombrite com 18%	37,40 B	39,14 B	6,60 A	0,37 B
Sombrite com 30%	39,89 AB	41,93 AB	6,50 A	0,62 AB
Aluminet com 35%	40,96 A	42,91 A	6,51 A	0,96 AB
Estufa com 42%	39,26 AB	40,16 AB	5,94 B	1,48 A
Bancadas	AP1 (cm)	AP2 (cm)	DC 1 (mm)	FL2
Sem material Refletor	39,66 A	41,14 A	6,48 A	1,06 A
Com material Refletor	39,09 A	40,89 A	6,29 A	0,66 A
Cobertura Substrato	AP1 (cm)	AP2 (cm)	DC 1 (mm)	FL2
Sem Cobertura	39,37 A	40,73 A	6,28 A	0,79 A
Com Cobertura	39,38 A	41,33 A	6,49 A	0,93 A
CV (%)	8,36	7,39	7,43	35,21

*Letras iguais maiúscula na coluna, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey para os ambientes de cultivo e teste *t de student* para as bancadas de cultivo e cobertura do substrato, ambos a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Altura de plantas aos 54 DAS (AP1), Altura de plantas aos 74 DAS (AP2), Diâmetro do colo (DC1) e Segunda Contagem de Flores (FLOR2) de Pimentão em diferentes ambientes de cultivo, material refletor em bancadas e cobertura do substrato. Cassilândia – MS, 2019.

Em relação aos frutos, além de ter favorecido as variáveis de crescimento e florescimento, citados anteriormente (Tabela 4), o telado agrícola com 35% de sombreamento com tela termorefletora, favoreceram as variáveis de produção, neste ambiente de cultivo houve maior quantidade de frutos comerciais (FC), massa fresca total (MFT) e comprimento de frutos (COMPR) (Tabela 5). Neste ambiente as plantas produziram duas vezes mais que as plantas cultivadas na estufa agrícola, com frutos apresentando aproximadamente 10 mm a mais de comprimento.

Diversos estudos são realizados com ambientes de cultivo, e para a cultura do pimentão Monteiro Neto et al., (2016) verificaram que a estufa agrícola com 50% de sombreamento favorece a produção em comparação ao uso de telas Cromatinet® de cor vermelha. E em pesquisa com diferentes níveis de sombreamento para a região da BA ambientes com maior nível de sombreamento (50% e 75%) promoveram maior desempenho dos híbridos de pimentão. Já nas condições do presente trabalho, na região de Cassilândia-MS, observou- se que a estufa agrícola que continham maior nível de sombreamento favoreceu maior crescimento em altura, contanto menor produção.

A cobertura do substrato não influenciou nas variáveis MFT, FC e COMPR. Enquanto

que as bancadas com material refletor beneficiou na massa fresca total de frutos produzidos (MFT) (Tabela 5).

Ambientes/sombreamento	MFT (g)	FC	COMPR (cm)
Sombrite com 18%	31,09 B	2,31 BC	82,27 B
Sombrite com 30%	30,26 B	2,65 B	86,81 B
Aluminet com 35%	46,13 A	3,62 A	95,43 A
Estufa com 42%	30,63 B	1,75 C	84,78 B
Bancadas	MFT (g)	FC	COMPR (cm)
Sem material Refletor	31,97 B	2,40 A	85,72 A
Com material Refletor	37,09 A	2,76 A	88,92 A
Cobertura Substrato	MFT (g)	FC	COMPR (cm)
Sem Cobertura	35,65 A	2,69 A	88,60 A
Com Cobertura	33,40 A	2,47 A	86,05 A
CV (%)	26,86	31,65	9,10

*Letras iguais maiúscula na coluna, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey para os ambientes de cultivo e teste *t de student* para as bancadas de cultivo e cobertura do substrato, ambos a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Massa fresca total (MFT), quantidade de frutos comerciais (FC), comprimento de frutos (COMP) de pimentão em diferentes ambientes de cultivo, material refletor em bancadas e cobertura do substrato. Cassilândia – MS, 2019.

Os frutos produzidos no telado termo refletor com 35% (AL) de sombreamento favoreceu as variáveis de crescimento e produção de frutos, as plantas encontraram neste ambiente condições micrometeorológicas adequadas para seu desenvolvimento e crescimento (Figura 2 e 3) em comparação aos demais ambientes, consequentemente houve efeito benéfico para produção de maior quantidade de frutos comerciais, ou seja frutos com comprimento ≥ 60 mm e diâmetro ≥ 40 mm, além de produzir maior quantidade de frutos, estes apresentaram maior comprimento e massa fresca, produzindo frutos com excelente aspecto de aparência e qualidade (Figura 4).



Figura 4. Comparação entre os frutos de pimentão produzidos nos ambientes protegidos com diferentes níveis de sombreamento. Cassilândia-MS, 2019.

As condições micrometeorológicas do ambiente termorefletor também favoreceu as variáveis primeira contagem de frutos (FR1) e DC2, as quais apresentaram maior quantidade de frutos e plantas com maiores diâmetros. Para estas variáveis o elevado nível de sombreamento, no ambiente com 42% de sombreamento foi prejudicial (Figura 2, 3) (Tabela 8). Enquanto que o uso de material refletor sobre as bancadas não influenciaram.

AMBIENTES DE CULTIVO	FR1	DC2 (mm)
Sombrite com 18%	2,55 AB	7,03 A
Sombrite com 30%	2,26 B	6,77 A
Aluminet com 35%	3,18 A	6,76 A
Estufa com 42%	2,32 B	6,26 B
CV (%)	29,41	6,76
BANCADA DE CULTIVO	FR2	FR3
Com material refletor	4,80 A	5,70 A
Sem material refletor	5,02 A	6,09 A
CV (%)	25,03	26,64

*Letras iguais maiúscula na coluna cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey para os ambientes de cultivo e teste *t de student* para as bancadas de cultivo e cobertura do substrato, ambos a 5% de probabilidade.

Tabela 8. Primeira contagem de frutos (FRUTOS 1) e diâmetro do colo (DC2) em diferentes ambientes de cultivos, e Segunda e terceira contagem de frutos (FRUTOS 2; FRUTOS 3) em diferentes bancadas de cultivo. Cassilândia – MS, 2019.

Para as variáveis primeira contagem de flores (FL1) e frutos (FR1) aos 54 DAT houve interação entre Cobertura do Substrato e Bancadas de cultivo. Para FL1 bancadas com material refletor e sem material refletor não houve diferença em relação a ter ou não a cobertura de substrato. Nos vasos contendo a cobertura do substrato a bancada com material refletor promoveu a formação de menor número de flores, enquanto sem cobertura não houve diferença entre bancadas, Tabela 6. Sendo assim, o uso da cobertura do substratos nas plantas cultivadas nas bancadas com material refletor afetou negativamente a produção de flores.

Já para a variável FR1 na bancada sem material refletor os vasos sem cobertura do substrato apresentaram menor número de frutos, já na bancada com material refletor não houve diferença em relação a cobertura. As plantas cultivadas nos vasos que continham cobertura do substrato apresentaram maior número de frutos na bancada sem material refletor, enquanto nas plantas sem cobertura do substrato a maior produção de frutos ocorreu na bancada com material refletor, Tabela 6. Observa-se que o uso da cobertura do substrato ou do material refletivo, promoveram efeito benéfico sobre as variáveis de produção, contanto quando utilizadas separadamente.

Nas bancadas com material refletor, não houve diferença para a variável largura de frutos (LARG) para o cultivo com ou sem a cobertura do substrato, enquanto que nas bancadas sem o material refletivo, as plantas com cobertura do substrato formaram frutos com menor largura. Quanto a cobertura do substrato nas bancadas com material refletor os frutos apresentaram maior largura, porém os vasos sem coberturas, não houve diferença na formação dos frutos. Dessa forma, observa-se que o uso de cobertura associado a bancada de cultivos não foram benéficos para a produção de flores e frutos, assim como largura dos mesmos.

O uso da bancada refletiva promoveu maior refletância da radiação solar incidente no interior dos ambientes de cultivo, (Figura 2 e 3), essa maior incidência de radiação solar na parte inferior das plantas, em conjunto com a cobertura do substrato pode ter provocado estresse abiótico no sistema radicular durante o desenvolvimento vegetal, sendo pressuposto para o efeito negativo do uso da cobertura associada as bancadas.

FL1		
Cobertura/Bancada	Sem material refletor	Com material refletor
Com Cobertura	3,12 aA	2,32 bA
Sem Cobertura	2,60 aA	2,71 aA
CV (%)	30,54	
FR1		
Cobertura/Bancada	Sem material refletor	Com material refletor
Com Cobertura	3,04 aA	2,35 bA
Sem Cobertura	2,10 bB	2,82 aA
CV (%)	29,41	
LARG (mm)		
Cobertura/Bancada	Sem material refletor	Com material refletor
Com Cobertura	39,67 bB	42,63 aA
Sem Cobertura	43,74 aA	42,90 aA
CV (%)	8,08	

*Letras iguais maiúscula na coluna e minúsculas na linha para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey para os ambientes de cultivo e teste *t de student* para as bancadas de cultivo e cobertura do substrato, ambos a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Interação entre Cobertura do Substrato e Bancadas de cultivo para o número de flores (FL1), número de frutos (FR1) aos 54 DAT e Largura dos frutos aos 96 DAT (LARG) de Pimentão. Cassilândia – MS, 2019.

Na presença de cobertura do substratos não houve diferença quanto ao número de frutos aos 54 DAT em relação aos ambientes de cultivos, contanto na produção sem o material de cobertura o ambiente termorefletor promoveu maior produção de frutos (Tabela 7). No ambiente com 18% de sombreamento as plantas cultivadas contendo a cobertura do substrato apresentaram maior número de frutos.

Para as variáveis número de frutos (FR2), e diâmetro do colo (DC2) aos 54 DAT e número de frutos (FR3) aos 96 DAT apresentaram interação entre Ambiente de Cultivo e Cobertura do Substrato. As plantas cultivadas nos vasos com cobertura do substrato não demonstraram diferença em relação aos ambientes de cultivo quanto ao FR2, já para as plantas cultivadas sem cobertura com palhada de arroz o ambiente com tela termorefletora Aluminet com 35% de sombreamento favoreceu a maior produção de frutos. Apenas no ambiente com 18% de sombreamento houve diferença em relação a cobertura do substrato, em que neste ambientes as plantas conduzidas com cobertura produziram mais frutos, Tabela 7.

Aos 96 DAT as plantas cultivadas com cobertura de substrato promoveram maior produção de frutos nos telados agrícolas com 18, 30%, não diferindo do telado termorefletor, este também não diferiu da estufa agrícola, que por sua vez foi o ambiente com menor produção (Tabela 7). Observando-se efeito semelhante para as plantas cultivadas na ausência de cobertura. Nos ambientes telado agrícola com 18 e 30% de sombreamento

produziram maior quantidade de frutos na presença de cobertura do substrato (Tabela 7).

De acordo com Resende et al. (2005) o uso da cobertura morta contribui para a manutenção de temperatura e umidade, favorecendo o desenvolvimento de diversas hortaliças, além de contribuir maior produtividade que solos descobertos, sendo a casca de arroz caracteriza-se como prática vantajosa como cobertura do substrato por ter promovido maior produtividade para a cultura de cenoura. Assim como, em estudos realizado por Ferreira et al. (2009) que verificaram que a cobertura do solo com casca de arroz promoveram redução dos efeitos climáticos adversos para a alface.

Nos telados agrícolas houve produção semelhante ao ambiente termorefletor na presença de cobertura do substrato, contanto nestes ambientes a quantidade de frutos comerciais eram inferiores (Tabela 5), estes apresentavam contanto boa aparência e qualidade sanitária, perdendo apenas em questões de comprimento e padrões preestabelecidos, necessitariam de maior tempo de condução para possibilitar a colheita de frutos padronizados.

As plantas cultivadas na presença de cobertura de substrato apresentaram os menores diâmetros na estufa agrícola com 42% de sombreamento, sendo verificado maior diâmetro quando cultivadas no ambiente com 18% de sombreamento, sendo neste último conforme observado anteriormente (Tabela 4), as plantas apresentaram menor crescimento em altura (Tabela 7), fator característico de plantas submetidas a estresse de alta irradiância solar (Figura 2 e 3), tornando-se mais compactas, com crescimento reduzido. Na ausência da cobertura do substrato os menores diâmetros também foram observados na estufa agrícola. Na estufa agrícola os maiores diâmetros foram observados na presença de cobertura do substrato.

Sabe-se que a luz age como um sinal para induzir mudanças. Estes sinais são interceptados pelos fotorreceptores, que promovem respostas morfológicas nas plantas, em condição de baixa intensidade luminosa, o nível de fitocromo na forma de absorção do vermelho distante é baixo (Pfr), ocorre assim, inibição da sensibilidade do hipocótilo à Giberelina, dessa forma as giberelinas endógenas promovem maior alongamento celular do hipocótilo (Taiz et al., 2017), promovendo maior crescimento em altura às mudas e menor em espessura.

Quanto a massa fresca dos frutos comerciais (MFC) houve interação entre as bancadas de cultivo e os ambientes, a maior produção tanto na presença como na ausência das bancadas refletoras, o telado agrícola com aluminet® de 35% formou frutos com maior massa (Tabela 7). Observou-se para a massa fresca dos frutos comerciais que no telado aluminet® e na estufa agrícola, o uso das bancadas favoreceram maior acúmulo de massa fresca, demonstrando que para cultivos em ambiente que possuem baixo nível de luminosidade, o uso do material refletor pode promover incremento de radiação solar refletida diretamente para o vegetal (Figura 3) contribuindo para os processos metabólicos dependentes de radiação fotossinteticamente ativa (Figura 3).

Estudos realizado por Mortate et al. (2019) também tiveram resultados semelhante, no qual estes autores relataram que para produção de mudas de paricá (*Schizolobium amazonicum*), o uso de bancada com material refletor promoveu efeito positivo, apenas no ambiente com maior nível de sombreamento (42%).

FR2		
Ambiente/Cobertura	Com Cobertura	Sem Cobertura
Sombrite com 18%	6,12 Aa	4,25 Bb
Sombrite com 30%	4,66 Aa	4,37 Ba
Aluminet com 35%	5,25 Aa	6,06 Aa
Estufa com 42%	4,66 Aa	3,89 Ba
CV (%)	25,03	
FR3		
Ambiente/Cobertura	Com Cobertura	Sem Cobertura
Sombrite com 18%	7,54 Aa	5,0 ABb
Sombrite com 30%	7,18 Aa	5,16 ABb
Aluminet com 35%	6,22 ABa	7,00 Aa
Estufa com 42%	4,97 Ba	4,10 Ba
CV (%)	26,64	
Diâmetro do colo (DC2)		
Ambiente/Cobertura	Com Cobertura	Sem Cobertura
Sombrite com 18%	7,20 Aa	6,85 Aa
Sombrite com 30%	6,61 ABa	6,93 Aa
Aluminet com 35%	6,70 ABa	6,81 Aa
Estufa com 42%	6,56 Ba	5,96 Bb
CV (%)	6,76	
Massa fresca de frutos comerciais (MFC)		
Ambiente/Cobertura	Com material refletor	Sem material refletor
Sombrite com 18%	43,34 Ba	46,61 ABa
Sombrite com 30%	43,45 Ba	47,51 ABa
Aluminet com 35%	63,15 Aa	52,71 Ab
Estufa com 42%	48,02 Ba	40,81 Bb
CV (%)	14,35	

*Letras iguais maiúscula na coluna e minúsculas na linha para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey para os ambientes de cultivo e teste *t de student* para as bancadas de cultivo e cobertura do substrato, ambos a 5% de probabilidade.

Tabela 7. Interação entre Ambiente de Cultivo e Cobertura do Substrato para a Segunda e terceira contagem de Frutos (FRUTOS 2; FRUTOS 3) e diâmetro do colo (DC2) e massa fresca de frutos comerciais (MFC) de Pimentão. Cassilândia – MS, 2019.

CONCLUSÃO

O telado agrícola com tela termorefletora de 35% de sombreamento favorece maior crescimento e produção de frutos de pimentão, assim como a cobertura do substrato pode beneficiar a condução da cultura, enquanto as bancadas com material refletor não influenciaram na produção de frutos.

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO CA; SILVA NC; KARASAWA M; PIRES MMML; BATISTA PF. Desempenho de híbridos de pimentão cultivados sob diferentes sombreamentos. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 3122-3125, 2008.
- ARAGÃO, V. F.; FERNANDES, P. D.; GOMES FILHO, R. R.; SANTOS NETO, A. M.; CARVALHO, C. M.; FEITOSA, H. O. Efeito de diferentes lâminas de irrigação e níveis de nitrogênio na fase vegetativa do pimentão em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 5, n. 4, p. 361-375, 2011.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. Experimentação agrícola. 3. ed. JaboticabalSP: Funep, 2006. 237 p.
- BORGES, F. R. M.; LAGE, M. P.; LIMA, J. G. A. L.; GUIMARÃES, J. W. A.; PINHEIRO NETO, L. G.; VIANA, T. V. A. Crescimento do pimentão híbrido amarelo cultivado de forma orgânica sob diferentes ambientes. **Cadernos de agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 1-5, 2011.
- Brasil. Ministério da Agricultura. **Legislação aplicada à agricultura: Classificação de produtos vegetais**. Artigo 3º. Classificação do pimentão.
- BUTTOW, M. V.; BARBIERI, R. L.; NEITZKE, R. S.; HEIDEN, G.; CARVALHO, F. I. F. Diversidade genética entre acessos de pimentas e pimentões da Embrapa Clima Temperado. **Ciência Rural**, v. 40, n. 6, p. 1264-1269, 2010.
- FERREIRA, D. F. SISVAR - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.
- FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E.; SILVA, S. S.; ABUD, E. A.; REZENDE, M. I. F. L.; KUSDRA, J. F. Combinações entre cultivares, ambientes, preparo e cobertura do solo em características agronômicas de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 3, p. 383-388, 2009.
- GUISELINI, G.; SENTELHAS, P. C.; PANDORFI, H.; HOLCMAN, E. Manejo da cobertura de ambientes protegidos: radiação solar e seus efeitos na produção da gérbera. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 14, n. 6, p. 645-652, 2010.
- MONTEIRO NETO, J. L. L.; ARAÚJO, W. F.; VILARINHO, L. B. O.; SILVA, E. S.; ARAÚJO, W. B. L.; SAKAZAKI, R. T. Produção de mudas de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em diferentes ambientes e substratos. **Revista brasileira de ciências agrárias**, v. 11, n. 4, p. 289-297, 2016.
- MONTEIRO NETO; j. I. I.; ARAUJO, W. F.; VILARINHO, L. B. O.; SILVA, E. S.; ARAÚJO, W. B. L.; SAKAZAKI, R. T. Produção de mudas de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em diferentes ambientes e substratos. **Agrária**, Recife-PE, v. 11, n. 4, p. 289-297, 2016.

MORAIS, P. L. D.; DIAS, N. S.; ALMEIDA, M. L. B.; SARMENTO, J. D. A.; SOUSA NETO, O. N. Qualidade pós-colheita da alface hidropônica em ambiente protegido sob malhas termorefletoras e negra. **Revista Ceres**, v. 58, n. 5, p. 638-644, 2011.

MORTATE, R. K.; COSTA, E.; VIEIRA, G. H. C.; COSTA, G. G. S.; BORGES, R. S.; BARBOSA, W. F. S.; SOUSA, H. F. Levels of Shading and Reflective Material in Benches for *Schizolobium amazonicum* Seedlings. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 5, p. 485-495, 2019.

RESENDE, F. V.; SOUZA, L. S.; OLIVEIRA, P. S. R.; GUALBERTO, R. Uso de cobertura morta vegetal no controle da umidade e temperatura do solo, na incidência de plantas invasoras e na produção da cenoura em cultivo de verão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 100-105, 2005.

RODRIGUES, D. S.; NOMURA, E. S.; GARCIA, V. A. Coberturas de solo afetando a produção de alface em sistema orgânico. **Revista Ceres**, v. 56, n. 3, p. 332-335, 2009.

SAIDELLES, F. L. F.; CALDEIRA, M. V. W.; SCHIRMER, W. N.; SPERANDIO, H. V. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, suplemento 1, p. 1173-1186, 2009.

SALLES, J. S.; LIMA, A. H. F.; COSTA, E. Mudas de jambolão sob níveis de sombreamento, bancadas refletoras e profundidade de semeadura. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 5, p. 110-118, 2017.

SANTOS, T. V.; LOPES, T. C.; SILVA, A. G.; PAULA, R. C. M.; COSTA, E.; BINOTTI, F. F. S. Produção de mudas de maracujá amarelo com diferentes materiais refletores sobre bancada. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 4, p. 26-32, 2017.

SILVA, J.; FELIX, A. C. A.; OLIVEIRA, J. R.; GUEDES, I. M. R.; GUIMARÃES, J. A. **Avaliação da fertilidade do solo para a produção integrada de pimentão**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2016. 37 p. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 150).

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TSUKAMOTO FILHO, A. A.; CARVALHO, J. L. O.; COSTA, R. B.; DALMOLIN, A. C.; BRONDANI, G. E. Regime de Regas e Cobertura de Substrato Afetam o Crescimento Inicial de Mudas de *Myracrodruon urundeuva*. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 4, p. 521 – 529, 2013.

CAPÍTULO 13

PRODUTIVIDADE DE SOJA EM SISTEMA DE SUCESSÃO MILHO E FORRAGEIRAS

Data da submissão: 09/08/2023

Data de aceite: 02/10/2023

Everton Martins Arruda

Universidade do Estado de Mato Grosso
Nova Xavantina – Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/8301570938012649>

Risely Ferraz Almeida

Instituto Federal do Tocantins
Formoso do Araguaia - Tocantins
<http://lattes.cnpq.br/0456231124012333>

Marcos Paulo dos Santos

Instituto Federal de Mato Grosso do Sul
Nova Andradina – Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/4322347592884852>

Dhiego César Oliveira Riva Neto

Universidade Estadual Paulista, UNESP
Ilha Solteira – SP
<http://lattes.cnpq.br/2254379142465965>

Édson Lazarini

Universidade Estadual Paulista, UNESP
Ilha Solteira – SP
<http://lattes.cnpq.br/1069202908129771>

José Augusto Liberato de Souza

Universidade Estadual Paulista, UNESP
Dracena – SP
<http://lattes.cnpq.br/0835607016698559>

RESUMO: A utilização de plantas de cobertura em safras sucessivas pode promover melhorias na qualidade dos solos tropicais, podendo proporcionar um melhor desempenho produtivo das culturas principais ao longo dos anos. Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a produtividade de grãos de soja em cultivo sucessivo de milho e plantas de cobertura. A pesquisa foi realizada Juara-MT, campus da UNEMAT, em blocos casualizados, sendo composta por cinco tratamentos: *Brachiaria ruzizienses* + Milho; *Brachiaria ruzizienses* + Milho + Crotalária; *Brachiaria ruzizienses* + Milho + Feijão caupi; *Brachiaria ruzizienses* + Milho + Estilosantes; *Brachiaria ruzizienses* + Milho + Feijão Guandu e Milho solteiro, com quatro repetições. Foram avaliados na cultura do milho em consórcio com as plantas de cobertura: altura de plantas, número de folhas, diâmetro do colmo e a produtividade. Foram avaliados na cultura da soja em sucessão: altura de plantas, número de grãos por vagem, número de vagens por plantas, massa de 100 grãos e a produtividade. O consórcio de Milho + *Brachiaria ruzizienses* + feijão Caupi apresenta o maior potencial para incrementos de produtividade de biomassa de milho. O consórcio de milho + *Brachiaria*

ruzizienses + estilosantes e o consórcio milho + Brachiaria ruzizienses + feijão caupi apresentam como melhores opções para o cultivo sucessivo, pois demonstram maiores produtividades de grãos de soja.

PALAVRAS-CHAVE: Cerrado; iLP; Brachiaria; Sistemas Consorciados.

SOYBEAN PRODUCTIVITY IN CORN AND FORAGE SUCCESSION SYSTEM

ABSTRACT: The uses of cover crops in previous crops promote improvements in the quality of tropical soils and provide a better performance of crops in intercropped agro-ecosystems. The objective was to evaluate soybean yield in different types of cover crops. The research was carried out in Juara, Mato Grosso, UNEMAT campus, in randomized blocks with four replications. The cover crops were cultivated in intercropped treatments: Guandu beans (*Cajanus cajan*); stylish cv. campo grande, brachiaria Ruzizienses, corn (*Zea Mays*) and Caupi beans (*Vigna unguiculata*). Plant parameters were evaluated in corn intercropping with cover crops: plant height, number of leaves, stem diameter and productivity. Corn + Brachiaria ruzizienses + cowpea consortium has the greatest potential for increments in corn biomass productivity. The intercropping of maize + Brachiaria ruzizienses + Estilosantes and the consortium maize + Brachiaria ruzizienses + cowpea are the best options for successive cultivation, as they demonstrate higher yields of soybeans.

KEYWORDS: Cerrado; iLP; *Brachiaria*; Consortium Systems.

1 | INTRODUÇÃO

A cultura da soja, como principal cultura agrícola do país, assume um papel importante no crescimento da economia e agricultura de diversos estados brasileiros. Sendo considerada importante fronteira agrícola nesse cenário, a região Norte de Mato Grosso tem registrado um aumento anual na área cultivada com grãos.

Apresentando uma produção de grãos de soja estimada em 1.233,7 mil toneladas e produtividade de 3.541 kg ha⁻¹ na safra 2020/2021 (CONAB, 2021). A importância da cultura da soja é que esta pode ser usada como uma fonte alternativa de proteína em dietas à base de plantas e como base para produtos processados, como o leite de soja (KARAM et al., 2013). Enquanto isso, o farelo de soja é usado como ração para o gado. Além do segmento agrícola e alimentício, o óleo de soja também é a principal matéria-prima utilizada na produção de biodiesel no Brasil (FANCELLI; DOURADO NETO, 2019).

No Brasil, temos como cultivo sucessivo para áreas de produção de soja, o milho cultivado em segunda safra (milho safrinha). Nas últimas décadas, houve um crescimento acentuado desta segunda safra de milho, cultivada entre fevereiro e março. Atualmente, este corresponde a 69% da área cultivada e a 68% do total de milho produzido no Brasil (FANCELLI; DOURADO NETO, 2019). Nesse contexto, estudos têm sido realizados para identificar melhores estratégias e sistemas de produção para o ambiente produtivo, bem como potencial de perdas e medidas mais eficientes para o manejo de pragas, doenças e plantas daninhas (YOUSSEF NETO et al., 2018).

A utilização de diversas espécies de plantas de cobertura de solo de primavera/verão e outono/inverno, tanto de Fabaceae e não Fabaceae, como: estilosantes, feijão caupi, *Brachiaria ruziziensis* e feijão guandu, que proporcionam uma grande diversidade e quantidade de resíduos da parte aérea e raízes das plantas que retornam ao solo, podem promover a ciclagem de nutrientes, melhorando os aspectos físicos e potencialização da produtividade dos cultivos sucessivos de soja (REDIN et al., 2016).

A inserção de plantas de cobertura no sistema de produção agrícola e/ou pecuária protege o solo contra os impactos das gotas da chuva, o que reduz os riscos de erosões, impede a perda de nutrientes, reduz a amplitude térmica, contribui para manutenção e até mesmo melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, além de reduzir significativamente a intensidade de infestação de plantas daninhas (MATEUS, 2004).

O mix de plantas de cobertura a ser utilizado pode ser composto por *Brachiaria ruziziensis*, crotalária, feijão caupi e estilosantes em consórcio com a cultura de interesse econômico. A opção pelo uso dessas plantas de cobertura é orientada pelas pesquisas, pela facilidade de encontrar no mercado, pelos benefícios que trazem às propriedades biológicas, físicas e químicas do solo, baixa exigência nutricional e rusticidade (YOUSSEF NETO, 2018).

O consórcio de milho com *Brachiaria ruziziensis* visa à produção de palhada para cobertura do solo em plantio direto e evoluiu em lavouras de agricultores por causa dos resultados de pesquisa sobre sua viabilidade econômica e também pela identificação do consumo hídrico do consórcio. Com a introdução de novas tecnologias na agricultura, existe uma tendência de que os agricultores se tornem responsáveis pela criação de boi precoce a pasto, com menor custo e estabilidade na produção, o que possibilita a criação de híbridos de braquiária para atender às diversas necessidades, e pelo fato de a braquiária ocorrer em regiões tropicais, com solos ainda disponíveis para produção de alimentos.

Desta forma, este trabalho teve por objetivo avaliar o consórcio de milho e espécies forrageiras na reposta da produtividade de grãos de soja em cultivo sucessivo.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no município de Juara, no estado de Mato Grosso (Latitude 11° 15' 18" S, Longitude 57° 31' 11" W), nas safras 2019/2020 a 2020/2021. A região de Juara é formada por um bioma de transição Cerrado/Amazônia, onde se caracteriza altas temperaturas e pluviosidade, em valores médios de 28 C° e 1961 mm, respectivamente, e altitude de 269 m.

De acordo com as informações da análise de solo, a área experimental apresentou como características químicas: pH (H_2O) = 5,50, P (Mehlich) = 2,03 mg dm⁻³; K= 0,09 mg dm⁻³; Ca = 1,54 cmol_c dm⁻³, Mg = 0,40 cmol_c dm⁻³; H+AL = 3,0 cmol_c dm⁻³; Matéria Orgânica = 11,74 g dm⁻³; Capacidade de troca de cátions = 5,03 cmol_c dm⁻³ e saturação por base =

40,36%. A análise granulometria apresentou valores de 31, 09 e 60 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente.

A análise de solo foi realizada na profundidade de 0-20 cm. A área estava com vegetação natural, pois não havia cultivos ou se quer algum manejo de solo na determinada área. A pesquisa foi implantada em delineamento de blocos casualizados (DBC). Sendo composto por cinco tratamentos: T1: *Brachiaria ruzizienses* + Milho; T2: *Brachiaria ruzizienses* + Milho + Crotalária; T3: *Brachiaria ruzizienses* + Milho + Feijão caipi; T4: *Brachiaria ruzizienses* + Milho + Estilosantes; T5: *Brachiaria ruzizienses* + Milho + Feijão Guandu; T6: Milho solteiro, com quatro repetições.

A implantação do experimento ocorreu a partir da escolha da área, em seguida preparo convencional com duas gradagens realizadas no mês de agosto de 2019, para melhorar os aspectos físicos do solo. Logo após o preparo inicial, com uma fita métrica de 30 m foi realizado a medição da área e delimitação do tamanho respectivo das parcelas. Sendo a área do experimento delimitada por 24 m de comprimento e 15,75 m de largura, totalizando uma área total de 378 m². O tamanho de cada parcela foi de 3,5 x 4,0 com 0,45 m de espaçamento entre cada tratamento, para os devidos tratos culturais na cultura da soja.

Logo em seguida foi realizada calagem com o intuito de elevar a saturação por bases e o valor de pH do solo para uma faixa em que as plantas possuam bom desenvolvimento (5,5 a 6,5), que segundo os dados da análise de solo e os cálculos de recomendação de calagem, chega a um resultado de 123 kg de Calcário Filler em área total do experimento.

O período em que se encontrava a região (verão chuvoso) foi propício para realização da calagem, pois possuiu maiores níveis pluviométricos e a assim acelerar o processo de reação do calcário. Após o processo de correção da acidez com calcário, realizou as devidas adubações com formulados NPK, sendo recomendados 120 kg ha⁻¹ de fertilizantes fosfatado e 140 kg ha⁻¹ de fertilizante potássico.

Foram realizadas semeaduras a lanço nas devidas parcelas com as seguintes plantas de cobertura: *Brachiaria ruzizienses*, feijão caipi, crotalária, feijão guandu, estilosantes, além da cultura do milho nas parcelas que entrariam o tratamento, com o intercalar de forrageiras de acordo com a casualização, sendo semeadas e cobertas com solo em 3 cm de profundidade.

Os parâmetros de avaliação consistiram em avaliar a altura de plantas de milho (m), realizado por meio de uma régua graduada, número de folhas, realizado por meio de contagem e o diâmetro de colmo (mm), realizado por meio de um paquímetro digital.

A produtividade de milho foi realizada pela aferição da massa seca dentro das parcelas. O método utilizado foi demarcar 1 metro linear e quantificar em gramas de massa seca produzida no experimento por meio da secagem em estufa, comparando o peso verde antes de colocá-las em estufa a 65° por 72 horas e com isso quantificou essa produção de massa seca em mega gramas por hectares (toneladas/hectare).

Por fim, no termo do ciclo da principal cultura da soja cultivada em sucessão foram analisados os resultados de altura de plantas, número de grão por vagens, número de vagens por planta, massa de 100 grãos e produtividade de grãos de soja. Sendo que os valores de produtividade foram convertidos para hectare.

As medições dos caracteres determinantes de desenvolvimento e produtividade como a altura das plantas, foi determinada a partir de cinco plantas em momentos antes da colheita, com régua graduada em centímetros, tomando-se a distância rente ao nível do solo e o ápice da planta.

O número de vagens por planta e número de grãos por vagem foi avaliado antes da colheita, sendo amostradas cinco plantas por parcela e em seguida a contagem do número de vagens por planta e número de grãos por vagem, com os valores representando a média de 5 plantas amostradas.

A produtividade de grãos foi contabilizada pela massa total dos grãos das plantas em umidade de 13%, após secagem em estufa, para esta avaliação também foram coletadas 5 plantas ao acaso nas parcelas.

Os resultados obtidos foram estatisticamente calculados pela análise de variância (Teste de F) e quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p<0,05$ ou 0,01), utilizando o programa estatístico SISVAR (Sistema de Análises Estatísticas, versão 5,6) (FERREIRA, 2011).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura de plantas de milho no consórcio com *Brachiaria ruziziensis* foram maiores quando comparado com o consórcio com Crotalária. Estes resultados no tratamento de milho consorciado com *Brachiaria ruziziensis* apresentaram-se 19% superiores (Tabela 01).

Em relação à cultura do milho, não houve diferença significativa entre os tratamentos, para altura de plantas (Tabela 01). Este comportamento também foi observado por Carvalho et al. (2004), que, avaliando o desempenho do milho em sucessão a adubos verdes, concluíram que a altura de plantas de milho não foi influenciada pelos adubos verdes. Por outro lado, Pavinato et al. (1994), ao estudarem o efeito de adubos verdes e da adubação nitrogenada em cobertura, na cultura do milho, concluíram que a adubação verde influenciou positivamente na altura de planta, mesmo na ausência de adubação nitrogenada.

O diâmetro de colmo em plantas de milho foi mais expressivo no tratamento de milho solteiro. A produtividade de plantas de milho em consórcio com *ruziziensis*, feijão caupi foi significativamente superior, pois o consórcio de feijão caupi possibilita a fixação biológica de nitrogênio (FBN). No entanto, o tratamento Milho + Ruzi + Estilo apresentou produtividade intermediária ($6,07 \text{ Mg ha}^{-1}$), quando comparada aos demais tratamentos

(Tabela 01).

Resultados semelhantes foram obtidos por Aita et al. (2001) e Carvalho et al. (2004), os quais encontraram valores de 4.417 kg ha⁻¹ e 4.632 kg ha⁻¹, respectivamente. Camargo e Piza (2007), avaliando a produção de biomassa de plantas de cobertura e seus efeitos na cultura do milho, em sistema de semeadura direta, observaram que o Milho + Ruzi + Estilo produziu maior quantidade de palhada, porém, sem reflexos sobre a produtividade.

Cultivo Consorciado ¹	Altura de plantas (m)	Número de folhas	Diâmetro de colmo (mm)	Produtividade (Mg ha ⁻¹)
Milho	2,10 ab	15,5	22,12 a	5,90 c
Mi+Bra	2,22 a	17,0	14,85 c	6,50 b
Mi+Bra+Esti	1,89 ab	17,0	17,97 abc	6,07 c
Mi+Bra+Crot	1,82 b	16,2	17,57 bc	5,92 c
Mi+Bra+Gua	1,89 ab	16,0	18,75 ab	5,90 c
Mi+Bra+Caupi	1,90 ab	15,7	19,25 ab	6,85 a
F	8,99**	1,06 ^{n.s.}	7,48**	51,72**
CV (%)	8,75	10,28	1,92	2,36

¹Milho: milho solteiro; Mi+Bra: milho + *Brachiaria ruziziensis*; Mi+Bra+Esti: milho + *Brachiaria ruziziensis* + estilosantes; Mi+Bra+Crot: milho + *Brachiaria ruziziensis* + Crotalaria; Mi+Bra+Gua: milho + *Brachiaria ruziziensis* + Feijão Guandu; Mi+Bra+Caupi: Milho + *Brachiaria ruziziensis* + Feijão Caupi.

** Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Tabela 01: Desempenho e produtividade de massa seca de milho cultivado em consórcio com plantas de cobertura.

Esta baixa produção pode ser atribuída à quantidade de chuvas ocorridas durante o período de cultivo. Conforme Pitol (2008), o crambe apresenta exigência máxima entre 150 mm e 200 mm, até o pleno florescimento, ou seja, esta cultura tem seu desenvolvimento prejudicado em condições de boa precipitação pluviométrica, pois possui alta tolerância ao estresse hídrico.

As espécies forrageiras apresentam importante função na descompactação biológica do solo, um fator crucial, pois gera sustentabilidade dos sistemas de produção, favorecendo o crescimento radicular dos cultivos em sucessão, aumentando a capacidade de infiltração e o armazenamento de água disponível às plantas. Com isso, a capacidade do milho cultivado em consórcio com plantas de cobertura em suportar períodos de deficiência hídrica sem grandes perdas de produtividade é aumentada.

O cultivo do milho solteiro traz uma altura de plantas de 2,10 m, número de folhas de 15,5 e diâmetro de colmo de 22,12 mm. O aumento no diâmetro de colmo pode ter ocorrido por conta da baixa competição entregando uma produtividade média de 5,90 Mg ha⁻¹.

Na mesma proporção acontece com o Milho + Ruzi + Estilo com uma altura de 1,89

m, número de folhas de 17,0, diâmetro de colmo de 17,97 mm, além de uma produtividade média de 6,07 Mg ha⁻¹. Já o Milho + Ruzi + Guandu apresenta uma altura de plantas de 1,89 m, número de folhas de 16,0, diâmetro de colmo de 18,75 mm e produtividade de média de 5,90 Mg ha⁻¹.

De acordo com Silva et al. (2006), para um mesmo material genético e para as mesmas condições climáticas, a altura da planta é um parâmetro que determina o desenvolvimento da cultura e que tem correlação positiva com a produtividade, ou seja, plantas maiores tendem a ser mais produtivas, provavelmente porque sofrem menos estresse e acumulam maiores quantidades de reservas no colmo.

Conte e Prezotto (2008), ao avaliarem o desempenho do milho em sistema de adubação verde, também observaram que a altura de plantas foi influenciada pelo uso da adubação verde. Mayub et al. (2002) atribuem o aumento na altura das plantas ao fornecimento de N via adubação verde.

Aita et al. (2001) observaram que, quando a aveia preta antecede a cultura do milho, há redução na produtividade, em relação ao cultivo do milho após pousio, fato atribuído à diminuição na disponibilidade de N no solo pela imobilização microbiana.

Ohland et al. (2005), ao estudarem a influência de culturas de cobertura do solo, também concluíram que o diâmetro de espigas é influenciado pela utilização destas plantas. No presente trabalho, isto não ocorreu, provavelmente devido ao alto teor de matéria orgânica do solo onde foi conduzido o experimento. De acordo com Ohland et al. (2005), o comprimento e o diâmetro de espiga são características que determinam o potencial de produtividade da cultura do milho.

Para a altura de inserção da espiga, diâmetro do colmo, diâmetro da espiga e comprimento da espiga, também não foi observada diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 02). Carvalho et al. (2004) observaram que a altura de inserção da espiga não é influenciada pelo uso de adubos verdes. Por outro lado, Conte e Prezotto (2008) concluíram que o diâmetro do colmo é influenciado pela adubação verde. Pavinato et al. (1994) constataram que a adubação verde influenciou de forma significativa o diâmetro e o comprimento de espigas.

Cultivo Sucessivo ¹	Altura de plantas (cm)	Nº de grãos por vagem	Nº de vagens por planta	Massa de 100 grãos (gramas)	Produtividade de grãos (sc/ha)
Milho	79,70 b	2,15	62,52 c	12,25 b	59,86 c
Mi+Bra	78,02 bc	2,22	73,80 ab	13,25 b	77,87 b
Mi+Bra+Esti	89,30 a	2,37	71,85 abc	16,25 a	100,78 a
Mi+Bra+Crot	80,07 b	2,22	67,45 bc	14,25 ab	76,95 b
Mi+Bra+Gua	65,12 c	2,20	68,06 bc	14,25 ab	78,20 b
Mi+Bra+Caupi	80,20 abc	2,20	77,92 a	14,25 ab	97,12 a
F	53,12**	2,52 n.s.	7,13**	5,20**	76,98**
CV (%)	10,98	1,19	15,64	3,07	0,82

¹Milho: milho solteiro; Mi+Bra: milho + *Brachiaria ruziziensis*; Mi+Bra+Esti: milho + *Brachiaria ruziziensis* + estilosantes; Mi+Bra+Crot: milho + *Brachiaria ruziziensis* + Crotalaria; Mi+Bra+Gua: milho + *Brachiaria ruziziensis* + Feijão Guandu; Mi+Bra+Caupi: Milho + *Brachiaria ruziziensis* + Feijão Caupi.

** Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Tabela 2: Desempenho e produtividade de grãos de soja sob cultivo sucessivo de milho e plantas de cobertura.

Para o tratamento de Milho + Ruzi + Estilo e Milho a altura de plantas de soja de 89,30 cm, número de grãos por vagem de 2,37, número de vagens por planta de 71,85, massa de 100 grãos de 16,25 gramas e na produtividade de 100,78 sc/ha. No consórcio de Milho + Ruzizienses + Feijão Guandu, a altura de plantas de 65,12 cm, número de grãos por vagem de 2,20, número de vagens por planta de 68,06 e produção estimada em 78,20 sc/ha. No consórcio de Milho + Ruzi + Caupi se destacou em comparação com as outras, com altura de plantas de 80,20 cm, número de grãos em vagens de 2,20, número de vagens por planta de 77,92, massa em 100 grãos de 14,25 gramas e na produtividade em 97,12 sc/ha, se sobressaindo em dados de produção de massa e produtividade.

Esses resultados corroboram os observados por Aita et al. (2001), que, avaliando o uso de gramínea, leguminosa, evidenciaram a possibilidade de redução da quantidade de N mineral, na cultura do milho, mantendo, ainda, uma boa produtividade. Gonçalves et al. (2000) e Ferreira et al. (2011) concluíram que a adubação verde é uma boa alternativa para complementar o suprimento de N e, em algumas situações, possibilita aumento de produtividade, em relação à aplicação somente com N mineral. De acordo com Monegat (1991), dependendo da espécie, a quantidade de N fornecida ao sistema pode ser suficiente. O tratamento Milho + Ruzi + Estilo contribuem, desta forma, para a redução no uso de fertilizantes nitrogenados industriais e, consequentemente, no custo de produção da lavoura.

Silva et al. (2009), ao avaliarem o aproveitamento de N pelo milho, em razão da adubação verde com crotalária e milheto, concluíram que o aproveitamento do N da leguminosa (Milho + Ruzi + Guandu) pelo milho foi maior que o da gramínea (milheto).

Os restos culturais representam importante reserva de nutrientes na superfície do solo, pois podem promover disponibilização lenta e gradual, conforme a interação entre fatores climáticos, principalmente precipitação pluvial e temperatura, atividade biológica do solo e características inerentes à planta de cobertura (Oliveira et al., 2002), mas, quando o N é liberado tardiamente, a produtividade da cultura em sucessão torna-se prejudicada (Pavinato et al. 1994).

Já o consórcio com o Milho + Ruzi + Crota foi mais competitivo porque teve um bom stand da forrageira, e ela tem características fisiológicas mais rudimentares, como por exemplo, a altura de plantas que foi de 80,07 cm, número de grãos por vagem de 2,22, número de vagens por planta de 67,45, massa de 100 grãos de 14,25 gramas e na produtividade de 76,95 sc/ha. Onde teve milho em plantio direto, não houve competição com braquiárias, por isso o bom desempenho.

Spagnollo et al. (2001), em análise econômica sobre o uso de leguminosas, na cultura do milho, concluíram que o cultivo de leguminosas para a cobertura do solo demonstrou ser alternativa viável para aumentar, significativamente, a receita líquida da cultura do milho. Não foi observada diferença na produtividade de grãos, quando o milho foi cultivado após a aveia solteira e pousio sem aplicação de N em cobertura.

O milho cultivado sobre as palhadas de Milho + Ruzi + Caupi e o tratamento de Milho + Ruzi + Caupi em cobertura apresentaram maiores rendimento de grãos. O uso de adubos verdes é uma alternativa viável para a obtenção de alto rendimento de grãos de soja, podendo até mesmo dispensar a fertilização nitrogenada em cobertura.

Apesar de não ser observada diferença significativa entre os tratamentos com milho cultivado sobre Milho + Ruzi + Estilo e no tratamento Milho + Ruzi + Caupi, observou-se que estes tratamentos resultaram em rendimentos superiores a 97,12 sc/ha, sendo os mais produtivos.

4 | CONCLUSÃO

O consórcio de Milho + *Brachiaria ruzizienses* + feijão Caupi apresenta o maior potencial para incrementos de produtividade de biomassa de milho.

O consórcio de milho + *Brachiaria ruzizienses* + estilosantes e o consórcio milho + *Brachiaria ruzizienses* + feijão caupi apresentam como melhores opções para o cultivo sucessivo, pois demonstram maiores produtividades de grãos de soja.

REFERÊNCIAS

AITA, C.; BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; GONÇALVES, C. N.; DA ROS, C. O. C. Plantas de cobertura de solo como fontes de nitrogênio ao milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 25, p. 157-1165, 2001.

CAMARGO, R.; PIZA, R. J. Produção de biomassa de plantas de cobertura e efeitos na cultura do milho sob sistema plantio direto no município de Passos, MG. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, p. 76-80, 2007.

CARVALHO, M. A. C. D.; SORATTO, R. P.; ATHAYDE, M. L. F.; ARF, O.; SÁ, M. E. D. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 39, p. 47-53. 2004.

CONTE, A. M. C.; PREZOTTO, A. Desempenho agronômico do milho em sistema de adubação verde. **Agrarian**, Dourados, v. 1, n. 2, p. 35-44. 2008

CONAB. A produtividade da soja: análise e perspectivas. v. 10, 2021.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 360 p. 2019.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1.039 -1.042, 2011.

GONÇALVES, C. N.; CERETTA, C. A.; BASSO, C. J. Sucessões de culturas com plantas de cobertura e milho em plantio direto e sua influência sobre o nitrogênio do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 1, p. 153-159, 2000.

MATEUS, P. C. Fisiologia da produção de milho. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, Circular Técnica, n. 76. 10 p. 2004.

MAYUB, A.; TANVEER, A.; ALI, S.; NADEEM, M. A. Effect on different nitrogen levels and seeds rates on growth yield and quality of sorghum (*Sorghum bicolor*) fodder. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 72, n. 11, p. 648-650, 2002.

MONEGAT, M. M. Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e milheto na supressão de plantas daninhas em condições de campo: II - Efeitos da cobertura morta. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 1-10. 1991.

KARAM, D.; SILVA, J. A. A.; MAGALHÃES, P. C.; OLIVEIRA, M. F.; MOURÃO, S. C. Manejo das forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* consorciadas com o milho em sistemas de integração lavoura-pecuária. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, Circular Técnica, n. 130, 7 p. 2013.

OHLAND, R. A. A.; SOUZA, L. C. F.; HERNANI, L. C.; MARCHETTI, M. E.; GONÇALVES, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 538-544, 2005.

OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J.; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 1079-1087, 2002.

PITOL, C. Cultura do crambe. In: FUNDAÇÃO MS. Tecnologia e produção: milho safrinha e culturas de inverno - Maracajá: p. 85-88, 2008.

REDIN, M.; GIACOMINI, S. J. FERREIRA, P. A. A; ECKHARDT, D. P. Plantas de cobertura de solo e agricultura sustentável: espécies, matéria seca e ciclagem de carbono e nitrogênio. In: **Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil**. Porto Alegre, UFRGS, 186 p. 2016.

SILVA, D. A.; VITORINO, A. C. T.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; ROSCOE, R. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na cultura do milho, em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 1, p.75-88, 2006.

SILVA, E. C; MURAOKA, T.; VILLANUEVA, F. C. A.; ESPINAL, F. S. C. Aproveitamento de nitrogênio pelo milho, em razão da adubação verde, nitrogenada e fosfatada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 2, p. 118-127, 2009.

PAVINATO, A.; AITA, C.; CERETTA, C. A.; BEVILÁQUA, G. P. Resíduos culturais de espécies de inverno e rendimento de grãos de milho no sistema de cultivo mínimo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 9, p. 1427-1432, 1994.

SPAGNOLLO, E.; BAYER, C.; WILDNER, L. P.; ERNANI, P. R.; ALBUQUERQUE, J. A.; NADAL, R. Análise econômica do uso de leguminosas estivais intercalares à cultura do milho, na ausência de adubação nitrogenada, no oeste de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 709-715, 2001.

YOUSSEF NETO, H.; JORGE, R. F.; ALMEIDA, C. X.; BORGES, E. N.; PASSOS, R. R. Atributos Químicos Do Solo E Produtividade De Milho Cultivado Com Aplicação De Corretivos E Sistemas De Manejo Do Solo. **Enciclopédia Biosfera**, v. 14, n. 25, p. 191-199, 2018.

CAPÍTULO 14

PRODUTIVIDADE DE SOJA EM SISTEMA DE SUCESSÃO SORGO BOLIVIANO E FORRAGEIRAS

Data da submissão: 16/08/2023

Data de aceite: 02/10/2023

Everton Martins Arruda

Universidade do Estado de Mato Grosso
Nova Xavantina – Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/8301570938012649>

Kennedy Gonçalves da Rocha

Universidade do Estado de Mato Grosso
Juara – Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/7750564134599313>

Risely Ferraz Almeida

Instituto Federal do Tocantins
Formoso do Araguaia - Tocantins
<http://lattes.cnpq.br/0456231124012333>

Marcos Paulo dos Santos

Instituto Federal de Mato Grosso do Sul
Nova Andradina – Mato Grosso do Sul
<http://lattes.cnpq.br/4322347592884852>

Dhiego César Oliveira Riva Neto

Universidade Estadual Paulista, UNESP,
Ilha Solteira – SP
<http://lattes.cnpq.br/2254379142465965>

Édson Lazarini

Universidade Estadual Paulista, UNESP
Ilha Solteira – SP
<http://lattes.cnpq.br/1069202908129771>

José Augusto Liberato de Souza

Universidade Estadual Paulista, UNESP
Dracena – SP
<http://lattes.cnpq.br/0835607016698559>

RESUMO: O consórcio de plantas de cobertura com o sorgo boliviano forrageiro pode ser de interessante para uma agricultura sustentável e rentável, pois além de propiciar aumento de produção forrageira para alimentação animal, também poderá incrementar a produtividade de grãos de soja cultivada em sucessão. Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência do consórcio de sorgo boliviano e forrageiras na produtividade de grãos de soja cultivada em sucessão. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, sendo composto por 6 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram os sistemas de cultivo visando a safra seguinte de soja: T1: Testemunha (pousio); T2: Sorgo Boliviano solteiro; T3: Sorgo Boliviano + *Brachiaria ruziziensis*; T4: Sorgo Boliviano + *Brachiaria ruziziensis* + Feijão Guandu; T5: Sorgo Boliviano + *Brachiaria ruziziensis* + Crotalária; T6: *Brachiaria ruziziensis*. Foram avaliadas nas plantas de cobertura a massa verde e seca, foram avaliados no sorgo boliviano forrageiro a altura de plantas, o diâmetro de colmo e a produtividade de biomassa, foram avaliados na soja cultivada em sucessão a altura de plantas, o número de grãos por vagem, o número de vagens por planta, a massa de

100 grãos e a produtividade de grãos. O uso de *Brachiaria ruziziensis* mostra-se interessante como opção de consórcio na entressafra com sorgo e pode possibilitar aumentos de produtividade de grãos da soja em cultivo sucessivo. O fato das forrageiras não reduzirem a produtividade do sorgo, este sistema pode ser recomendado para renovação agrícola por meio de técnicas que utilizam o solo durante todo o ano, gerando resultados econômicos, agronômicos e benefícios.

PALAVRAS-CHAVE: Cerrado; iLP; *Brachiaria*; Sistemas Consorciados.

SOYBEAN PRODUCTIVITY IN A BOLIVIAN SORGHUM AND FORAGE SUCCESSION SYSTEM

ABSTRACT: The consortium of cover crops with Bolivian forage sorghum can be interesting for sustainable and profitable agriculture with the forage production for animal feed. In addition, the forage can contribute to increase the productivity of soybeans grown in succession. The objective of this research was to evaluate the influence of the intercropping of Bolivian sorghum and forage on soybean yield. The experimental design was in randomized blocks with 6 treatments and 4 replications. The treatments were the cultivation systems aiming at the following soybean crop: T1: Control (fallow); T2: Single Bolivian sorghum; T3: Bolivian Sorghum + *Brachiaria ruziziensis*; T4: Bolivian Sorghum + *Brachiaria ruziziensis* + Pigeon pea; T5: Bolivian Sorghum + *Brachiaria ruziziensis* + *Crotalaria*; T6: *Brachiaria ruziziensis*. Green and dry mass, 100 grains, plant height, stem diameter and biomass productivity were evaluated in Bolivian forage sorghum. The use of *Brachiaria ruziziensis* is a great option for intercropping with sorghum in the off-season providing soybean productivity in successive cultivation. The fact that forage does not reduce sorghum productivity, this system can be recommended for agricultural renewal, generating economic, agronomic results and benefits.

KEYWORDS: Cerrado; iLP; *Brachiaria*; Consortium Systems.

1 | INTRODUÇÃO

A cultura da soja desenvolveu-se muito bem no Brasil, a partir de 1970 na região sul do país e, a partir dos anos 1990 no Centro-Oeste. A área plantada de soja na safra 2020/21 apresentou crescimento de 4,3% em comparação à safra no ano anterior (safra 2019/2020), atingindo 38,5 milhões de hectares. Apesar dos problemas com o clima, especialmente na colheita que afetou a qualidade de alguns lotes, a produtividade alcançada registrou incremento de 4,5% em relação à safra passada, e estes fatos de natureza climática não foram suficientes para afetar a consolidação das estatísticas, que apontaram uma produção recorde de 136 milhões de toneladas, representando incremento de 8,9% (CONAB, 2021).

Entretanto, a área plantada com sorgo no Brasil também tem aumentado desde 1970. As principais áreas de produção são os estados de Rio Grande do Sul e São Paulo. Embora o rendimento médio nacional seja de 2,5 toneladas/ha, todavia, os resultados dos testes nacionais indicam que esse rendimento pode ser duplicado (CALEGARI et al., 2006).

O uso dos grãos de sorgo na alimentação animal em proporção de 8% da ração,

criará uma demanda de 1 milhão de toneladas de sorgo que deverá ser cultivado em uma área de 400.000 hectares (EMBRAPA, 2019). O sorgo é uma cultura indicada para silagem, como alternativa principalmente em situações mais desafiadoras para o milho quanto ao clima, pacote tecnológico, época de semeadura mais tardia e situações de risco (REDIN et al., 2016).

No sistema de plantio direto, com a mínima mobilização do solo, onde é feito rotações de culturas e a utilização de plantas para cobertura, tais como: sorgo, feijão guandu, crotalária, vão promover maiores índices de produção de biomassa e no mesmo tempo recuperar aquele solo onde estão cultivadas comerciais, além de condicionar conservação, ciclagem de nutrientes, torna viável para altas produtividades agrícolas.

Recentemente, surgiu no mercado o Sorgo Boliviano Forrageiro Agri-002E, que é uma planta da família das *Poaceae* de porte grande, e que atinge até seis metros de altura, e no mercado brasileiro vem se utilizando para produção de silagem e cobertura vegetal, em função da sua alta produção de biomassa. A cada dia vem aumentando a procura por sorgo pelos produtores, onde é uma alternativa técnica e economicamente viável, pois é tolerante a estresses hídricos, ataque de pragas, e se for relacionar custos e benefícios, apresenta melhor rendimento comparado ao milho (COMPRERURAL, 2018).

Para proporcionar boa rentabilidade, a espécie de planta de cobertura deve apresentar fácil estabelecimento, rápido crescimento e boa tolerância a estresses hídricos, pois por ser tratar de uma planta de cobertura de entre safras, seu plantio é no período de fim de chuvas, sendo este o início de prolongadas estiagens (RAYOL; FERREIRA, 2012).

Em função de apresentar inúmeras qualidades e ser economicamente rentável, a cobertura de solo pode melhorar e muito a produção posterior, minimizar o ataque de pragas, plantas daninhas, nematoides, doenças para cultura em sucessão. Além disso, as plantas de cobertura ajudam na ciclagem de nutrientes em camadas mais profundas, pois apresentam sistemas radiculares profundos, aumentando a capacidade de retenção de água, nutrientes, e alta produção de biomassa auxiliando a conservação do solo (FERREIRA, 2019).

O consórcio de plantas de porte elevado como o sorgo boliviano forrageiro e plantas de cobertura pode ser de grande interesse para uma agricultura sustentável e rentável, pois além de propiciar aumento de produção forrageira para alimentação animal, também poderá incrementar a produtividade de grãos de soja cultivada em sucessão.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do consórcio de sorgo boliviano e forrageiras na produtividade de grãos de soja cultivada em sucessão.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Município de Juara, Mato Grosso (Latitude 11° 15' 18" S, Longitude 57° 31' 11" W), no ano de 2020 e 2021. A região está localizada em

transição de bioma Cerrado/Amazônia, apresenta uma temperatura média de 28° C, e uma altitude de 269 m, além de apresentar precipitação média anual de 1961 mm.

O solo da área experimental apresentou as seguintes características químicas: pH (H_2O) = 5,50; P (Mehlich) = 2,03 mg dm⁻³; K = 0,09 mg dm⁻³; Ca = 1,54 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,40 cmol_c dm⁻³; H+Al = 3,0 cmol_c dm⁻³; Matéria Orgânica = 11,74 g dm⁻³; Capacidade de troca de cátions = 5,03 cmol_c dm⁻³ e saturação por base = 40%. A análise granulométrica apresentou valores de argila = 31,71%; Silte = 8,33% e Areia = 59,96%. O solo utilizado para pesquisa foi coletado na profundidade de 0-20 cm e estava em pousio, possuía apenas plantas espontâneas.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), sendo composto por 6 tratamentos e 4 repetições, totalizando 24 parcelas: T1: Testemunha; T2: Sorgo Boliviano; T3: Sorgo Boliviano + *Brachiaria ruziziensis*; T4: Sorgo Boliviano + *Brachiaria ruziziensis* + Feijão Guandu; T5: Sorgo Boliviano + *Brachiaria ruziziensis* + Crotalária; T6: *Brachiaria ruziziensis*.

Por meio de uma fita métrica foi delimitada a área experimental demarcada com 24 m de comprimento e 15,75 m de largura, compreendendo uma área total de 378 m². As parcelas foram dispostas onde cada tratamento apresentou 3,5 m x 5,0 m de comprimento, totalizando 17,5 m², com 0,45 m de espaçamento entre cada parcela, isto para realizar os devidos tratos culturais e manejo das culturas sem que ocorra pisoteio ou compactação do solo.

Após a delimitação da área experimental foi realizado o preparo convencional com duas gradagens no mês de agosto de 2019 para descompactação, limpeza e destorroamento, melhorando os aspectos físicos do solo. Na área onde foi realizado o experimento, houve necessidade de fazer a calagem segundo as recomendações técnicas da análise de solo realizado na área, principalmente elevar a saturação por bases (V%) e neutralizar alumínio, propondo o pH em uma faixa ideal de 5,5 a 6,5 para o melhor desenvolvimento das plantas (SOUZA; LOBATO, 2004).

Em pesquisa buscando qual seria o melhor calcário foi encolhido o *Filler* onde tem PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total) de 95 a 100% e com preço acessível, pois onde se encontra na região, com altos níveis pluviométricos neste período, assim que feito a sua utilização será dissolvido acelerando o processo de reatividade. Com base no tamanho total da área, análise de solo e cálculos de recomendações de calagem, chegamos a um resultado total de 123 kg de calcário na área total do experimento.

O plantio das culturas ocorreu no dia 13 de janeiro de 2020 de forma manual, não havendo a necessidade de irrigação. Os espaçamentos e densidade de plantio das culturas foram: crotalária com 50 cm entre linhas e 6 g por metro; feijão guandu com 50 cm entre linhas e 20 sementes por metro; *Brachiaria ruziziensis* com 50 cm entre linhas e 10 g por metro. O sorgo foi semeado em 7 sementes por metro dentro destas entre linhas, tanto no sistema consorciado como no sistema puro, compreendendo um espaçamento de 50 cm

entre as fileiras de plantas.

A semeadura do sorgo boliviano forrageiro ocorreu de forma consorciada as plantas de cobertura e de forma intercalada nas entre linhas, como mencionado anteriormente, sendo uma linha de plantas de cobertura e outra linha de sorgo boliviano forrageiro, proporcionando basicamente um mix de variedades de coberturas. Os parâmetros avaliativos consistiram em avaliar a produtividade de biomassa destas plantas de cobertura e a biomassa produzida de sorgo boliviano forrageiro.

Para as plantas de sorgo boliviano forrageiro foram avaliadas 7 plantas por metro linear, onde foi medido a altura de planta, diâmetro de colmo, massa verde e massa seca. Todas as amostras foram coletadas no mesmo dia, onde foram colocadas em saco de papel kraft, identificadas e colocadas em um local arejado, sem luz solar ou umidade.

Para as plantas de cobertura o método utilizado foi demarcação por 1 m² e quantificar a biomassa produzida no experimento, por meio da secagem em estufa, comparando o peso de massa verde antes de colocá-las em estufa a 65° por 72 horas e com isso quantificou essa produção de massa seca, sendo transformado para toneladas por hectares (Mg ha⁻¹).

Por fim, no segundo semestre do ano de 2021, ao término do ciclo da principal cultura, foram analisados a altura de plantas de soja, o número de grão por vagens, o número de vagens por planta, a massa de 100 grãos e produtividade de grãos de soja. Sendo que os valores de rendimento foram convertidos para hectares e produtividade em sacas (60 kg).

As medições dos caracteres determinantes de desempenho foram realizadas da seguinte forma: a altura de planta foi avaliada antes da colheita, sendo determinada a partir de cinco plantas, com régua graduada em centímetros, tomando-se a distância entre o nível do solo e o ápice da planta, o número de vagens por planta: antes da colheita, foram amostradas cinco plantas por parcela e em seguida a contagem do número de vagens por planta, com os valores representando a média de vagens por planta. Destas foram contabilizadas o número médio de grãos por vagem e por médio de uma balança digital foi quantificado o peso médio de 100 grãos.

Os resultados obtidos foram estatisticamente calculados pela análise de variância (Teste de F) e quando os resultados foram significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p<0,05$ ou 0,01), utilizando o programa estatístico SISVAR (Sistema de Análises Estatísticas, versão 5,6) (FERREIRA, 2011).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de cobertura apresentaram maiores valores de massa verde em sistemas consorciados, em destaque aos tratamentos que incluíram *Brachiaria ruziziensis*, isto ocorreu provavelmente devido a alta capacidade de perfilhamento e rusticidade desta gramínea (Tabela 1).

Nas avaliações de quantidade de massa verde e seca das plantas espontâneas, nos tratamentos em que o sorgo foi cultivado solteiro, houve pouca quantidade de biomassa, devido a alta capacidade de crescimento do sorgo boliviano forrageiro, desta forma diminuindo a incidência de luz solar nas entre linhas levando a valores médios de massa verde e seca de 0,49 Mg e 0,31 Mg, respectivamente (tabela 1).

O cultivo consorciado de Sorgo + *Brachiaria ruziziensis* obtiveram altos rendimentos de biomassa vegetal de *Brachiaria ruziziensis*, onde produziram grandes quantidade de massa verde (8,98 Mg) em relação aos tratamentos de sorgo + plantas espontâneas e também em relação ao pousio.

Os tratamentos de Sorgo + *Brachiaria ruziziensis* + F. Guandu e Sorgo + *Brachiaria ruziziensis* + Crotalária, tiveram ótimos rendimentos em quantidade de massa verde, sendo 6,18 e 7,83 Mg, respectivamente. Os valores relacionados a massa seca não apresentaram diferença significativa em ambos tratamentos (Tabela 1).

Entretanto, os menores valores de massa verde foram verificados nos tratamentos com uso de sorgo solteiro e no uso de pousio (Tabela 1).

O tratamento que apresentou melhores resultados referentes a massa seca em plantas de cobertura foi o pousio, com 0,97 Mg, onde tal resultado pode ter sido favorecido por não haver competição entre as demais plantas de cobertura que foram utilizadas. No tratamento com sorgo solteiro em que foi coletado as plantas espontâneas, teve o menor resultado de 0,31 Mg, tal resultado por ter influência na área foliar do sorgo, que apresenta grande quantidade de folha e assim deixando a área sem entrada de luz solar, deixando um ambiente favorável para as plantas espontâneas se desenvolver. Os demais tratamentos não se diferenciaram entre si (Tabela 1).

Plantas de Cobertura	Massa verde (Mg ha ⁻¹)	Massa seca (Mg ha ⁻¹)
Plantas espontâneas + Sorgo	0,49 c	0,31 b
<i>Brachiaria ruziziensis</i> + Sorgo)	8,98 a	0,80 ab
<i>Brachiaria ruziziensis</i> + F. Guandu + Sorgo	6,18 ab	0,83 ab
<i>Brachiaria ruziziensis</i> + Crotalária + Sorgo	7,83 a	0,80 ab
<i>Brachiaria ruziziensis</i> (cultivo puro)	3,88 b	0,84 ab
Pousio (cultivo puro)	1,17 c	0,97 a
F	67,14 **	3,95 *
CV (%)	23,2	24,4

** Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Tabela 1: Produtividade de massa verde e seca (Mg ha⁻¹) das plantas de cobertura em consórcio com sorgo boliviano forrageiro ou cultivo puro.

Foram observados que os tratamentos que são consorciados, como Sorgo +

Brachiaria obtiveram ótimos resultados, gerando uma quantidade de massa verde de 8,98 Mg. Mas também, os demais tratamentos que foram consórcios de Sorgo e Brachiaria em semeadura múltipla, como Feijão Guandu e Crotalária foram positivos para estes resultados (Tabela 01).

É importante ressaltar que a produção de palhada das forrageiras pode proporcionar ganhos na fertilidade do solo e na produtividade da soja (ANDRADE et al., 2017). Além disso, sistemas como esses têm o potencial de manter a população de plantas daninhas abaixo do nível de dano econômico na soja cultivada em sucessão, uma vez que o desenvolvimento controlado de gramíneas é uma estratégia para reduzir, mas não erradicar as plantas daninhas (SODRÉ-FILHO et al., 2020).

Os cultivos consorciados possibilitam que os sistemas agrícolas possam produzir quantidades satisfatórias de biomassa, representando uma excelente alternativa para anos de cultivo atípico quando o desenvolvimento de outras culturas podem ser inviabilizados. O sorgo possui uma eficiente capacidade de absorção de água devido às suas raízes profundas e subsuperficiais, além de poder ajustar seu ciclo fenológico em função das condições ambientais (SILVA et al., 2011).

Os valores de altura de plantas de sorgo foram maiores no tratamento desta planta cultivada solteira, apresentando valores médios de 3,47 m. Os demais tratamentos foram inferiores, não se diferindo entre si (Tabela 2). O diâmetro de colmo de plantas de sorgo foi maior no tratamento desta planta cultivada solteira, apresentando valores médios de 1,18 mm. Os demais tratamentos foram inferiores, não se diferindo entre si (Tabela 2). Quando se comparado aos tratamentos na produtividade de massa seca, observou que não teve diferença significativa entre si.

Cultivo Consorciado ¹	Altura de plantas (m)	Diâmetro de colmo (mm)	Produtividade (Mg ha ⁻¹)
Sorgo solteiro	3,47 a	1,18 a	5,90 a
Sorgo + Brac	1,99 b	0,38 b	6,50 a
Sorgo + Brac + Crot	2,04 b	0,53 b	6,07 a
Sorgo + Brac + Guan	1,40 b	0,26 b	5,92 a
F	30,18 **	55,87**	51,72 n.s.
CV (%)	11,31	32,9	12,28

** Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

¹Brac: Brachiaria; Guan: Feijão Guandu; Crot: Crotálaria;

Tabela 2: Desempenho e produtividade de massa seca do sorgo boliviano forrageiro cultivado em consórcio com plantas de cobertura.

Para o sorgo boliviano existem poucos trabalhos científicos que descrevem suas características agronômicas e produtivas, especialmente onde o mesmo vem ganhando espaço, na região Centro-Oeste.

Cunha e Lima (2010) demonstraram que quanto maior a altura da planta, maior o seu rendimento na produção de massa seca. A maior produção de massa seca com o aumento da altura da planta pode estar associada à sensibilidade da planta de sorgo em relação ao fotoperíodo, proporcionando maior estiramento de entre-nos. Porém, com o maior desenvolvimento dos colmos, existe a possibilidade de aumentar a concentração das frações fibrosas, causando diminuição da qualidade da forragem.

A altura das plantas de sorgo é influenciada pela variação genética, adquirida ao longo da formação das diversas cultivares existentes. Na avaliação do Sorgo Solteiro e o Sorgo + Brachiaria + Crotalária, podemos caracterizá-las como plantas de porte alto, por atingirem altura superior a 2,0 m. A altura da planta tem correlação direta com produtividade (KARIA et al., 2006).

De acordo com a Tabela 2, houve maior desempenho em específico do Sorgo no tratamento solteiro devido a não competição entre espaço, luz e nutrientes disponíveis ao solo com as demais plantas de cobertura.

Na avaliação da produtividade de massa seca, todos os tratamentos houveram êxito e apresentaram quantidades significativas para cobertura, sendo ela solteira ou consorciada com outras cultivares.

Os sistemas de produtividade de massa seca do sorgo boliviano forrageiro cultivado em consórcio com plantas de cobertura contribuíram para aumentar a produtividade de grãos de soja, seja em consórcio ou em cultivo sucessivo (Tabela 3).

Cultivo Sucessivo ¹	Altura de plantas (cm)	Nº de grãos por vagem	Nº de vagens por planta	Massa de 100 grãos (gramas)	Produtividade de grãos (sc/ha)
Sorgo	41,9	13,5	73,4 a	13,5	79,5 a
Sorgo + Brachiaria	42,6	13,7	79,9 a	13,7	82,2 a
Sorgo + Brac + Guan	45,7	13,2	76,4 a	13,2	78,9 a
Sorgo + Brac + Crot	42,7	14,0	76,3 a	14,0	74,9 ab
Brachiaria	41,5	13,5	83,1 a	13,5	83,0 a
Pousio	48,2	12,5	58,0 b	12,5	52,1 b
F	0,85 n.s.	1,9 n.s.	6,43 **	1,34 n.s.	5,16**
CV (%)	22	18	2,30	2,28	6,88

** Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

¹Brac: Brachiaria; Guan: Feijão Guandu; Crot: Crotalária;

Tabela 3: Desempenho e produtividade de grãos de soja sob cultivo sucessivo de sorgo e plantas de cobertura.

Observou-se que todos tratamentos obtiveram ótimos resultados para o desempenho da cultura da soja, em especial o tratamento onde a *Brachiaria ruziziensis* solteira foi usada, obtendo melhores valores de altura de plantas de soja (48,2 cm), número de vagens por

plantas (83,1) e produtividade de grãos de soja (83 sc/ha).

Quando consorciado, o Sorgo + Brachiaria, os valores de número médio de vagens por plantas obtiveram bons desempenhos (79,9), resultando assim em uma produtividade com pouca diferença do tratamento com Brachiaria solteira (82,2 sc/ha), conforme Tabela 3.

No tratamento em que o solo fica exposto, ou seja, apenas em pousio foram verificados menores rendimentos em produtividade de grãos de soja, conforme a Tabela 3. Os sistemas consorciados de Sorgo + Brachiaria também proporcionaram maiores rendimentos de grãos de soja em comparação ao tratamento do sorgo solteiro.

4 | CONCLUSÃO

O uso de *Brachiaria ruziziensis* mostra-se interessante como opção de consórcio na entressafra com sorgo e pode possibilitar aumentos de produtividade de grãos da soja em cultivo sucessivo.

O fato das forrageiras não reduzirem a produtividade do sorgo, este sistema pode ser recomendado para renovação agrícola por meio de técnicas que utilizam o solo durante todo o ano, gerando resultados econômicos, agronômicos e benefícios. E esses estudos contribuem para o acúmulo de conhecimentos sobre sistemas consorciados para a região estudada, especialmente para a seleção de espécies adequadas para sistemas integrados lavoura-pastagem.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, C. A. O.; BORGHI, E.; BORTOLON, L.; BORTOLON, E. S. O.; DE CARMARGO, F. P.; AVANZI, J. C.; SIMON, J.; DA SILVA, R. R.; FIDELIS, R. R. Straw production and agronomic performance of soybean intercropped with forage species in no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 10, p. 861-868, 2017.

CALEGARI, A.; ALCANTRA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. Características das principais espécies de adubos verdes. In: COSTA, M. B. B.; **Adubação verde no Sul do Brasil**. Rio de Janeiro, AS-PTA, p. 206-319, 2006.

COMPRERURAL: Portal de Conteúdo Rural. **Sorgo gigante boliviano chega a 4 metros**. 2018. Disponível em: <https://www.comprerural.com/sorgo-gigante-boliviano-chega-4-metros-de-altura/>. Acesso em 04/04/2022.

CONAB - Companhia Nacional De Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira grãos**, Safra 2020/2021, 7º Levantamento, 2021.

CUNHA, E. E.; LIMA, J. M. P. Caracterização de genótipos e estimativa de parâmetros genéticos de características produtivas de sorgo forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 4, p. 701-706. 2010.

EMBRAPA. Manual de editoração da Embrapa. 4. ed. rev., atual. e ampl. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2019.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1.039 -1.042, 2011.

FERREIRA, A. C. B. **Cultivo de plantas de cobertura para os sistemas de produção no Cerrado**. 2019. Disponível em: <https://digital.agrishow.com.br/colunistas/cultivo-de-plantas-de-cobertura-para-os-sistemas-de-producao-no-cerrado>. Acesso em 08/06/2021.

KARIA, C. T.; DUARTE, J. B.; ARAÚJO, A. C. G. **Desenvolvimento de cultivares do Gênero *Urochloa* (trin.) Griseb. no Brasil**, Planaltina-DF: EMBRAPA CERRADOS, 2006.

RAYOL, B. P.; FERREIRA, F. O. Uso de feijão Guanduú (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) para adubação verde e manejo agroecológico de plantas espontâneas em reflorestamento no estado do Pará. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 1, p. 104-110, 2012.

REDIN, L. S. Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de sorgo no sudoeste goiano. **Dissertação: Mestrado em Agronomia**. Universidade de Rio Verde, Rio Verde, 46 p. 2016.

SILVA, T.C. et al. Agronomic divergence of sorghum hybrids for silage yield in the semiarid region of Paraiba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 9, p. 1886-1893. 2011.

SODRÉ-FILHO, J.; MARCHÃO, R. L.; CARMONA, R.; CARVALHO, A. M. Intercropping sorghum and grasses during off-season in Brazilian Cerrado, **Scientia Agrícola**, v. 79, n. 5, 2020.

SOUZA, D.; M.; G.; LOBATO, E. Cerrado correção do solo e adubação. 2º Edição. Embrapa. Brasília, DF. 2004.

ARIADNA FARIA VIEIRA - Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Mestra em Produção Vegetal pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Atualmente é docente do curso de Engenharia Agronômica da Universidade Estadual do Piauí (UESPI). Possui experiência em Genética e Melhoramento de plantas e atua no desenvolvimento de pesquisas na área de melhoramento e fitotecnia.

LEONARDO FRANÇA DA SILVA - Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal De Minas. Mestre em Agronomia pela Mestre em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista -UNESP. Atualmente, é pesquisador de Doutorado em Engenharia Agrícola (Construções Rurais e Ambiência) pela Universidade Federal de Viçosa e membro colaborador do Núcleo de Pesquisa em Ambiência e Engenharia de Sistemas Agroindustriais - AMBIAGRO- UFV. Além de ser aluno de pós graduação lato sensu em Engenharia de Segurança do Trabalho, Engenharia de Produção. Possui experiência nas áreas de Engenharia agrícola, com ênfase em Engenharia de Construções Rurais, Desenvolvimento rural, Sustentabilidade em sistemas de produção (Agrícola / Animal), Segurança do trabalho e Ergonomia.

VICTOR CRESPO DE OLIVEIRA - Engenheiro Agrícola pela Universidade Federal de Lavras. Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa. É atualmente pesquisador de doutorado em Engenharia Agrícola na Universidade Estadual Paulista (UNESP). Possui experiência internacional no desenvolvimento de projetos científicos e atua diretamente no desenvolvimento de pesquisas na área de Construções Rurais e Ambiência.

A

- Abelhas 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 93, 94
Atividades Assistidas por Animais (AAA) 6, 7

B

- Biodiversidade 84, 94, 125, 126
Brachiaria 145, 146, 147, 148, 149, 150, 152, 153, 154, 156, 157, 159, 160, 161, 162, 163, 164

C

- Cajuzinho do cerrado 49, 50
Capsicum annuum L. 127, 128, 129, 143
Casca de arroz 128, 129, 141, 144
Cerrado 21, 48, 49, 50, 51, 52, 67, 94, 146, 147, 157, 159, 165
Cerveja especial 24
Cipó de São João 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93
Comportamento forrageiro 84, 86
Crescimento 24, 25, 26, 27, 30, 58, 62, 64, 81, 97, 103, 104, 117, 123, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 135, 136, 137, 141, 143, 144, 146, 150, 157, 158, 161
Custos 31, 102, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 158

D

- Decisão gerencial 102

E

- Ectoparasitos 96, 99
Etiologia 7

F

- Fermentação alcoólica 24, 32, 34
Filtros ambientais 70
Floresta Ombrófila Mista Aluvial 70, 81
Frutos comerciais 128, 132, 135, 136, 137, 141, 142

G

- Gradiente hídrico 70

H

Helianthus annuus 15, 16

I

iLP 146, 157

Innovación 36, 37, 38, 44, 45, 46, 102

Inovação 24, 102, 103, 104, 108, 109, 110, 112, 113

L

Larva migrans cutânea 1, 2

Larva migrans visceral 1, 2

Leveduras selvagens 23, 24, 26, 29, 32, 34

M

Macronutrientes 115, 125, 129

Madeira 99, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 112, 113, 117

Malasseziose 96, 97

Marcadores moleculares 49, 50, 51, 67

Melhoramento vegetal 15

Micronutrientes 115

Microrganismos eficientes 114, 115, 126

Microssatélites 48, 49, 50, 51, 52, 66, 67, 68

N

Nível freático 70

P

Parâmetros fisiológicos 7, 8, 9, 13

Piscicultura 36, 40, 41, 42, 45

Produção 1, 6, 15, 16, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 46, 50, 68, 84, 93, 95, 102, 103, 104, 105, 107, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 119, 125, 126, 127, 128, 129, 131, 132, 133, 134, 136, 137, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 147, 148, 150, 152, 154, 156, 157, 158, 160, 162, 163, 165, 166

R

Rendimento 15, 17, 18, 19, 20, 22, 153, 155, 157, 158, 160, 163

S

Sarna 96, 97

Saúde única 1, 3

ÍNDICE REMISSIVO

Seleção 8, 24, 26, 29, 30, 31, 33, 103, 118, 164
Sistemas consorciados 146, 157, 160, 164
Sistemas de produción 36, 37, 38, 41, 43, 44, 46
Solo 2, 4, 17, 40, 70, 82, 106, 115, 116, 117, 119, 120, 121, 124, 125, 126, 129, 141, 143, 144, 147, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 155, 157, 158, 159, 160, 162, 163, 164, 165

T

Tela termorefletora 127, 128, 136, 140, 143

Z

Zoonose 1, 2, 5

CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Debates emblemáticos e situação perene 3

- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉️ contato@atenaeditora.com.br
- 👤 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
- ⬇️ www.facebook.com/atenaeditora.com.br

CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Debates emblemáticos e situação perene 3

- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉️ contato@atenaeditora.com.br
- 👤 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
- ⬇️ www.facebook.com/atenaeditora.com.br