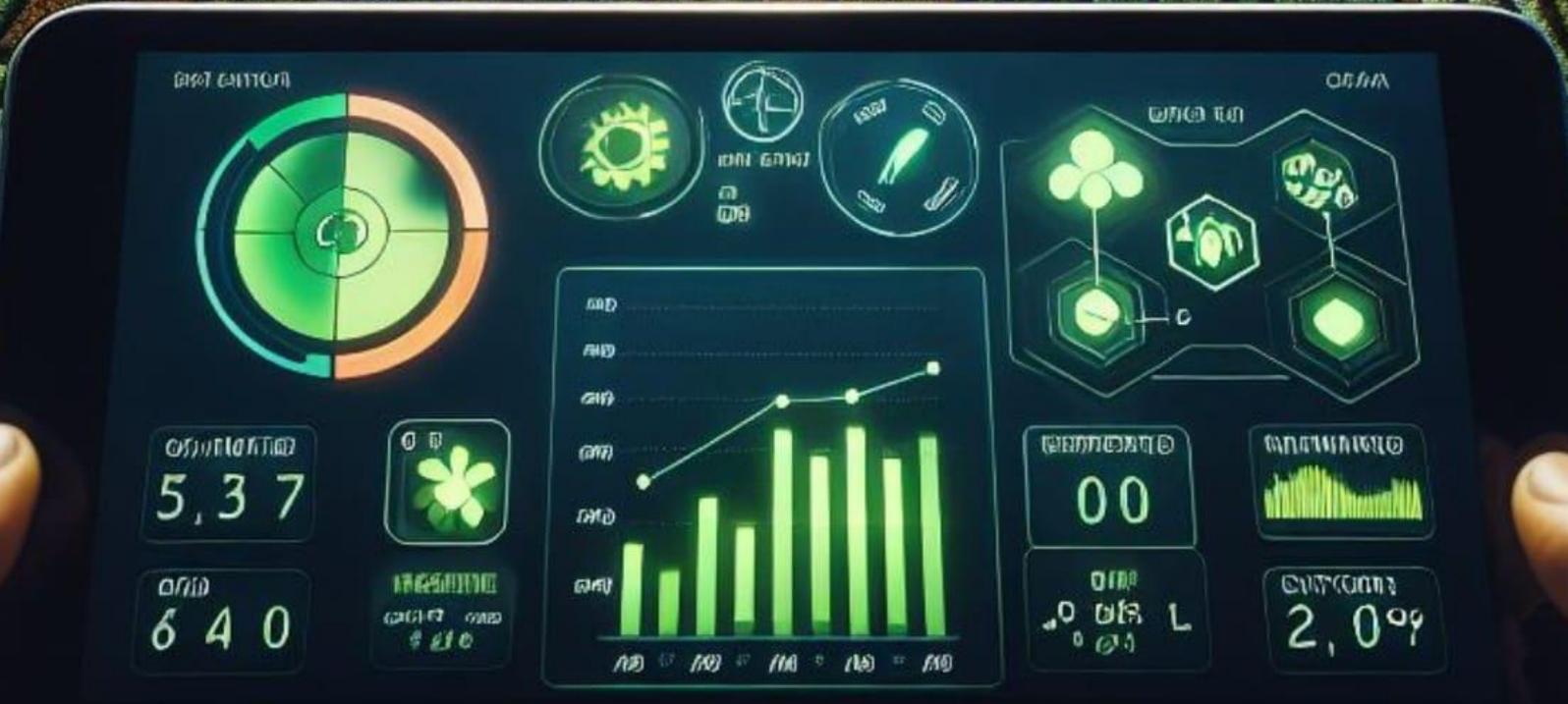




PESQUISAS AGRONÔMICAS: ASPECTOS GERAIS E AVANÇOS TECNOLÓGICOS

VOLUME I

Adriele Nascimento Santana
Denise dos Santos Vila Verde
Francisco Matheus Barros das Chagas
Daniel Carlos Machado
Deysiele Oliveira Alves
Organizadores



Adrielle Nascimento Santana
Denise dos Santos Vila Verde
Francisco Matheus Barros das Chagas
Daniel Carlos Machado
Deysiele Oliveira Alves
Organizadores

Pesquisas Agronômicas: aspectos gerais e avanços tecnológicos

 **Wissen**
editora
Teresina-PI, 2024

©2024 by Wissen Editora
Copyright © Wissen Editora
Copyright do texto © 2024 Os autores
Copyright da edição © Wissen Editora
Todos os direitos reservados

Direitos para esta edição cedidos pelos autores à Wissen Editora.



Todo o conteúdo desta obra, inclusive correção ortográfica e gramatical, é de responsabilidade do(s) autor(es). A obra de acesso aberto (Open Access) está protegida por Lei, sob Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial-Sem Derivações 4.0 Internacional, sendo permitido seu *download* e compartilhamento, desde que atribuído o crédito aos autores, sem alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Editores Chefe: Dra. Adriana de Sousa Lima
Me. Junielson Soares da Silva
Ma. Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
Ma. Denise dos Santos Vila Verde

Projeto Gráfico e Diagramação: Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

Imagem da Capa: Canva

Edição de Arte: Denise dos Santos Vila Verde

Revisão: Os autores
Os Organizadores

Informações sobre a Editora

Wissen Editora

Homepage: www.editorawissen.com.br

Teresina – Piauí, Brasil

E-mails: contato@wisseneditora.com.br

wisseneditora@gmail.com

Siga nossas redes sociais:



@wisseneditora

EQUIPE EDITORIAL

Editores-chefes

Me. Junielson Soares da Silva
Dra. Adriana de Sousa Lima
Ma. Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
Ma. Denise dos Santos Vila Verde

Equipe de arte e editoração

Emilli Juliane de Azevedo Neves
Isaquiel de Moura Ribeiro

CONSELHO EDITORIAL

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Dr. Felipe Górski - Secretaria de Educação do Paraná (SEED/PR)
Dra. Patrícia Pato dos Santos - Universidade Anhanguera (Uniderp)
Dr. Jose Carlos Guimaraes Junior - Governo do Distrito Federal (DF)

Ciências Biológicas e da Saúde

Dra. Francijara Araújo da Silva - Centro Universitário do Norte (Uninorte)
Dra. Rita di Cássia de Oliveira Angelo - Universidade de Pernambuco (UPE)
Dra. Ana Isabelle de Gois Queiroz - Centro Universitário Ateneu (UniAteneu)

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Dr. Allan Douglas Bento da Costa - Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)
Dra. Vania Ribeiro Ferreira - Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
Dr. Agmar José de Jesus Silva – Secretaria de Educação do Amazonas (Seduc/AM)

Linguística, Letras e Artes

Dra. Conceição Maria Alves de A. Guisardi - Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Dr. Isael de Jesus Sena - Culture, Education, Formation, Travail (CIRCEFT)
Dra. Mareli Eliane Graupe - Universidade do Planalto Catarinense (Uniplac)
Dr. Rodrigo Avila Colla - Rede Municipal de Ensino de Esteio, RS
Dr. Erika Giacometti Rocha Berribili - Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Dr. Douglas Manoel Antonio De Abreu P. Dos Santos - Universidade de São Paulo (USP)
Dra. Aline Luiza de Carvalho - Fundação Hospitalar do Estado de Minas Gerais (FHEMIG)
Dr. José Luiz Esteves - Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC/PR)
Dr. Claudemir Ramos - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP)
Dr. Daniela Conegatti Batista – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Dr. Wilson de Lima Brito Filho - Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Dr. Cleonice Pereira do Nascimento Bittencourt- Universidade de Brasília (UnB)
Dr. Jonata Ferreira de Moura - Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Dra. Renata dos Santos - Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

Conselho Técnico Científico

- Me. Anderson de Souza Gallo - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)
Ma. Antônia Alikeane de Sá - Universidade Federal do Piauí (UFPI)
Ma. Talita Benedcta Santos Künast - Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Ma. Irene Suelen de Araújo Gomes – Secretaria de Educação do Ceará (Seduc /CE)
Ma. Tamires Oliveira Gomes - Universidade Federal de São Paulo (Unifesp)
Ma. Aline Rocha Rodrigues - União Das Instituições De Serviços, Ensino E Pesquisa LTDA (UNISEPE)
Me. Mauricio Pavone Rodrigues - Universidade Cidade de São Paulo (Unicid)
Ma. Regina Katiuska Bezerra da Silva - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Esp. Rubens Barbosa Rezende – Faculdade UniFB
Me. Luciano Cabral Rios – Secretaria de Educação do Piauí (Seduc/PI)
Me. Jhenys Maiker Santos - Universidade Federal do Piauí (UFPI0)
Me. Francisco de Paula S. de Araujo Junior - Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
Ma. Anna Karla Barros da Trindade - Instituto Federal do Piauí (IFPI)
Ma. Elaine Fernanda dos Santos - Universidade Federal de Sergipe (UFS)
Ma. Lilian Regina Araújo dos Santos - Universidade do Grande Rio (Unigranrio)
Ma. Luziane Said Cometti Lélis - Universidade Federal do Pará (UFPA)
Ma. Márcia Antônia Dias Catunda - Devry Brasil
Ma. Marcia Rebeca de Oliveira - Instituto Federal da Bahia (IFBA)
Ma. Mariana Moraes Azevedo - Universidade Federal de Sergipe (UFS)
Ma. Marlova Giuliani Garcia - Instituto Federal Farroupilha (IFFar)
Ma. Rosana Maria dos Santos - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Ma. Rosana Wichineski de Lara de Souza - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Ma. Simone Ferreira Angelo - Escola Família Agrícola de Belo Monte - MG
Ma. Suzel Lima da Silva - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
Ma. Tatiana Seixas Machado Carpenter - Escola Parque
Me. Cássio Joaquim Gomes - Instituto Federal de Nova Andradina / Escola E. Manuel Romão
Me. Daniel Ordane da Costa Vale - Secretaria Municipal de Educação de Contagem
Me. Diego dos Santos Verri - Secretária da Educação do Rio Grande do Sul
Me. Fernando Gagno Júnior - SEMED - Guarapari/ES
Me. Grégory Alves Dionor - Universidade do Estado da Bahia (UNEB)/ Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Me. Lucas Pereira Gandra - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); UNOPAR, Polo Coxim/MS
Me. Lucas Peres Guimarães – Secretaria Municipal de Educação de Barra Mansa - RJ
Me. Luiz Otavio Rodrigues Mendes - Universidade Estadual de Maringá (UEM)
Me. Mateus de Souza Duarte - Universidade Federal de Sergipe (UFS)
Me. Milton Carvalho de Sousa Junior - Instituto Federal do Amazonas (IFAM)
Me. Sebastião Rodrigues Moura - Instituto Federal de Educação do Pará (IFPA)
Me. Wanderson Diogo A. da Silva - Universidade Regional do Cariri (URCA)

Ma. Heloisa Fernanda Francisco Batista - Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Ma. Telma Regina Stroparo - Universidade Estadual do Centro Oeste (Unicentro)

Me. Sérgio Saraiva Nazareno dos Anjos - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
(Embrapa)

Pesquisas Agronômicas: aspectos gerais e avanços tecnológicos



<http://www.doi.org/10.52832/wed.116>

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

Pesquisas agronômicas [livro eletrônico]: aspectos gerais e avanços tecnológicos / organizadores Adriele Nascimento Santana... [et al.]. -- Teresina, PI: Wissen Editora, 2024.

PDF

Vários colaboradores.

ISBN 978-65-85923-21-7

DOI: 10.52832/wed.116

1. Agronomia 2. Agricultura 3. Agricultura e tecnologias relacionadas I. Santana, Adriele Nascimento.

24-216949

CDD-637.181

Índices para catálogo sistemático:

1. Agricultura: Tecnologia agrícola 637.181

Tábata Alves da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9253

Informações sobre da Wissen Editora

Homepage: www.editorawissen.com.br

Teresina - Piauí, Brasil

E-mails: contato@wisseneditora.com.br

wisseneditora@gmail.com

Como citar ABNT: SANTANA, A. N. *et al.* **Pesquisas Agronômicas: aspectos gerais e avanços tecnológicos**. v. 1, Teresina-PI: Wissen Editora, 2024. 316 p.

 **Wissen**
editora
Teresina-PI, 2024

SOBRE OS ORGANIZADORES

Adriele Nascimento Santana



Graduada em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (2022), apresenta expertise na avaliação de genótipos de banana em campo, com foco em diversas características agronômicas. Possui experiência significativa na multiplicação *in vitro* de genótipos selecionados, realização de cruzamentos entre genótipos escolhidos e diploides melhorados, e avaliação minuciosa de frutos quanto ao despencamento natural. Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, na linha de pesquisa em Melhoramento e Biotecnologia Vegetal.

Denise dos Santos Vila Verde



Graduada em Engenharia Florestal pela UFRB, com experiência como bolsista Fapesb em ciência do solo (2014 - 2015). Bolsista Fapesb/CNPq no Laboratório de Cultura de Tecidos da Embrapa Mandioca e Fruticultura, focando em micropropagação de citros, mandioca, inhame e mamão (2015 - 2018). Mestre em Ciências Agrárias pela UFRB, pesquisando conservação *in vitro* de germoplasma de inhame na Embrapa (2020), como bolsista Capes. Atualmente, doutoranda em Produção Vegetal na UESC, como bolsista Capes, desenvolvendo minha tese com indução de haploides e poliploides em citros, além de contribuir com outros trabalhos da cultura e de mandioca, mamão e inhame. Além disso, atuo como professora conteudista/autora desde 2023 na Delinea EDTECH, desenvolvendo materiais didáticos para disciplinas como Hidrologia, Irrigação e Drenagem, Fruticultura, Extensão Rural, e também em oficinas voltadas para a indústria sucroalcooleira e regulamentos de operação de prensa. Também desempenho um papel ativo na organização de eventos, especialmente como membro da Comissão Científica da Bio10 Digital Cursos, contribuindo para a coordenação e qualidade dos conteúdos apresentados.

Francisco Matheus Barros das Chagas



Possui graduação em Engenharia Mecatrônica pela Fundação de Fomento à Tecnologia e à Ciência (2010). Mestre em gestão de tecnologias industriais pela Pós-Graduação GETEC - CIMATEC (2019); MBA em Gestão de projetos pela FGV (2015). Certificado internacionalmente como gestor de projetos (PMP) pelo Project Management Institute (PMI) (desde 2015). Especialização em produção de gado de corte (Rehagro - em andamento). Tem experiência em gestão de projetos industriais, pesquisa e agropecuários.

Daniel Carlos Machado   

Possui graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Fundação Educacional de Fernandópolis (2014) e mestrado em Agronomia - Sustentabilidade na Agricultura pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (2022). Doutorando em Agronomia (Ciência do Solo) pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP, campus de Jaboticabal - SP. Membro do grupo GENAFERT (Grupo de Estudos em Nutrição de Plantas, Adubação e Fertilidade do Solo). Representante Discente Suplente da Pós-graduação FCAV/UNESP Campus Jaboticabal.

Deysiele Oliveira Alves   

Doutoranda em Ciência do Solo Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus Jaboticabal (2023), Mestre em Geografia - Universidade Federal do Maranhão - UFMA (2022). Graduada em Geografia (Licenciatura e Bacharelado) Universidade Estadual do Maranhão - UEMA (2018), Técnica em Meio Ambiente pela Universidade Federal do Maranhão - UFMA. Experiência profissional: Núcleo de Geoprocessamento - NUGEO-UEMA em pesquisas relacionadas à Socioeconômica (coleta, seleção e espacialização de dados socioeconômicos) e Pedologia (colaboração em coleta, seleção e descrição morfológica dos solos). Participa como pesquisadora do Grupo de Estudos e Pesquisa em Edafologia e Pedologia - GEPEPE – UFMA.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	22
CAPÍTULO 1.....	26
DIAGNÓSTICO RÁPIDO DA ESTRUTURA DO SOLO EM ÁREA DEGRADADA NA VOLTA GRANDE DO XINGU, VITÓRIA DO XINGU, PARÁ.....	26
Kerciane Pedro da Silva   	26
Jaime Barros dos Santos Junior   	26
Cleber da Silva Ribeiro   	26
Gustavo Gomes Lima   	26
Emil José Hernández Ruz   	26
Fábio Miranda Leão   	26
DOI: 10.52832/wed. 116.676 	26
CAPÍTULO 2.....	34
LEVANTAMENTO PEDOLÓGICO, CLASSIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS PARA FINS DE ARBORIZAÇÃO URBANA EM PORTO ALEGRE, RS	34
Bruna Casanova Silva   	34
Anderson da Silva Massolino   	34
DOI: 10.52832/wed. 116.677 	34
CAPÍTULO 3.....	42
ATRIBUTOS QUÍMICOS E GRANULOMETRIA DO SOLO EM DIFERENTES ÁREAS DE MATA NATIVA NO CERRADO PIAUIENSE.....	42
Ana Paula Martins de Sousa   	42
Jacqueline Sousa Paes Landim   	42
Jhoyce Ferreira Borges   	42
Jenilton Gomes da Cunha   	42
Anny Mykaelly de Sousa   	42
Maria Eduarda de Sousa Sá   	42
Daniele Galvão Alencar   	42
Aimeé Jordânia de Aquino Rocha   	42
Liliane Ferreira Borges   	42
Julian Junio de Jesus Lacerda   	42
DOI: 10.52832/wed. 116.678 	42
CAPÍTULO 4.....	51

CARACTERÍSTICAS ELETROQUÍMICAS DE SOLOS SOB CLIMA TROPICAL SAZONAL E SEMIÁRIDO NO ESTADO DO PIAUÍ	51
Gonçalves Albino Dauala   	51
Amanda Ferreira da Silva   	51
Vânia Maria Gomes da Costa Lima   	51
Ana Alice Salmito Nolêto de Campos Ferreira   	51
Julian Junio de Jesus Lacerda   	51
DOI: 10.52832/wed. wed.116.679 	51
CAPÍTULO 5.....	60
SOLOS COM DIFERENTES TEORES DE ARGILA E MATERIA ORGÂNICA	60
João Alves Carvalho   	60
Allana Pereira Moura da Silva   	60
Maria Eduarda Souza de Sá   	60
Ana Paula Martins de Sousa   	60
Vânia Maria Gomes da Costa Lima   	60
Amanda Ferreira da Silva   	60
Paula Nascimento Alves   	60
Maria Helena Ferreira Duarte   	60
Julian Junio de Jesus Lacerda   	60
Murilo de Sousa Almeida   	60
DOI: 10.52832/wed. wed.116.680 	60
CAPÍTULO 6.....	68
IMPACTOS AGRO-ECONÔMICOS NA CRIAÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DE FRANGO HALAL PARA EXPORTAÇÃO E A QUALIFICAÇÃO NA CADEIA PRODUTIVA BRASILEIRA	68
Guilherme Ibrahim Viafore Guerra   	68
DOI: 10.52832/wed. 116.681 	68
IMPACTO DA INDICAÇÃO GEOGRÁFICA NA SUSTENTABILIDADE E QUALIDADE DA PRODUÇÃO DA CACHAÇA DE ABAÍRA.....	75
Eliomar Luz Santos   	75
Maria Salete de Souza Nery   	75
DOI: 10.52832/wed.116.717 	75
CAPÍTULO 8.....	84

COOPTARUMA: FORTALECENDO O EMPREENDEDORISMO DIANTE DAS ADVERSIDADES AMAZÔNICAS	84
Rosângela dos Reis Guimarães   	84
Lindomar de Jesus da Souza Silva   	84
Ana Luiza do Nascimento Pereira   	84
DOI: 10.52832/wed. 116.718 	84
CAPÍTULO 9	91
CONTRIBUIÇÃO DA PESQUISA AGROPECUÁRIA PARA A SUSTENTABILIDADE AMAZÔNICA: A CULTIVAR DE GUARANAZEIRO BRS MAUÉS	91
Lindomar de Jesus de Sousa Silva   	91
Alessandro Carvalho dos Santos   	91
Gilmar Antonio Meneghetti   	91
José Olenilson Costa Pinheiro   	91
Caroline Bogó Rota   	91
Tania Nazarena de Oliveira Miranda   	91
DOI: 10.52832/wed. 116.719 	91
CAPÍTULO 10	99
IDENTIFICAÇÃO DA QUANTIDADE NECESSÁRIA DE NPK DENSIFICANDO O NÚMERO DE AMOSTRAS POR INTERPOLAÇÃO EM SOLOS DE SÃO JOSÉ DAS MISSÕES-RS	99
Grazieli Greth Sperling   	99
Bianca Pereira Gaede   	99
Sandro Luciano Barreto Fensterseifer   	99
DOI: 10.52832/wed. 116.720 	99
CAPÍTULO 11	108
INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE CRIAÇÃO NO DESEMPENHO PRODUTIVO, CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS E QUALITATIVAS DA CARÇAÇA E CARNE DO PORCO TIPO LANDIM	108
Uane Gil Uane   	108
Custódia Macuamule   	108
Geraldo Dias   	108
Bento Gil Uane   	108
Fernando Antônio Uassanariha   	108
Tomás Avelino Mongoe Cândida   	108

DOI: 10.52832/wed. 116.721 108

CAPÍTULO 12 118

RESISTÊNCIA PARA A *Mahanarva spectabilis* (Distant, 1909) (Hemiptera: Cercopidae) EM CLONES ADVINDOS DE POPULAÇÕES MELHORADAS DE *Brachiaria ruziziensis* 118

Luís Augusto Calsavara    118

Alexander Machado Auad    118

Fausto Souza Sobrinho    118

Tiago Teixeira de Resende    118

Michelle Oliveira Campagnani    118

Bruno Antônio Verissimo    118

DOI: 10.52832/wed. 116.722  118

CAPÍTULO 13 124

IDENTIFICAÇÃO DE PLANTAS DE *Brachiaria ruziziensis* RESISTENTES À *Mahanarva spectabilis* (Hemiptera: Cercopidae) 124

Luís Augusto Calsavara    124

Alexander Machado Auad    124

Fausto Souza Sobrinho    124

Tiago Teixeira de Resende    124

Michelle Oliveira Campagnani    124

Bruno Antônio Verissimo    124

DOI: 10.52832/wed. 116.723  124

CAPÍTULO 14 131

AVALIAÇÃO QUANTO A RESISTÊNCIA A *Mahanarva spectabilis* (Hemiptera: Cercopidae) DE GENÓTIPOS DE *Pennisetum purpureum* COM POTENCIAL PARA PRODUÇÃO DE BIOENERGIA 131

Luís Augusto Calsavara    131

Alexander Machado Auad    131

Juarez Campolina Machado    131

Tiago Teixeira de Resende    131

Michelle Oliveira Campagnani    131

Bruno Antônio Verissimo    131

DOI: 10.52832/wed. 116.724  131

CAPÍTULO 15 137

DESENVOLVIMENTO DE MARCADORES MICROSSATÉLITES PARA <i>Anastrepha fraterculus</i> COMO ESTRATÉGIA PARA USO NO MELHORAMENTO GENÉTICO	137
Hendrya Julianny Pereira Coelho   	137
Vitoria Pietra Pinto De Almeida   	137
Daralyns Borges Macedo   	137
Regianne Maciel dos Santos Correa   	137
Carlos Willian   	137
Rommel Thiago Jucá Ramos   	137
Rafael Aldrighi Tavares   	137
Carla Giovane Avila Moreira   	137
Heden Luiz Marques Moreira   	137
Marilia Danyelle Nunes Rodrigues   	137
DOI: 10.52832/wed.116.725 	137
CAPÍTULO 16	144
ANÁLISE DE TRILHA NA SELEÇÃO DE VARIÁVEIS PARA GENÓTIPOS DE MILHO EM REGIÃO SEMIÁRIDA	144
Jacilene Francisca Souza Santos   	144
Nartênia Susane Costa Aragão   	144
Barbara Nascimento Santos   	144
Gabriel Oliveira Martins   	144
Mário Sérgio Rodrigues Barreto   	144
João Vitor de Santana Aragão   	144
Mikaely Rosendo dos Santos   	144
Marcos Eric Barbosa Brito   	144
José Jairo Florentino Cordeiro Junior   	144
Gustavo Hugo Ferreira de Oliveira   	144
DOI: 10.52832/wed.116.726 	144
CAPÍTULO 17	152
MODELOS DE REGRESSÃO <i>RANDOM FOREST</i> E <i>LEAST ANGLE REGRESSION</i> NA PREDIÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE GRÃO DE MILHO POR MEIO IMAGEM	152
Mario Sergio Rodrigues Barreto   	152
João Vitor Santana Aragão   	152

Mikaely Rozendo Santos   	152
José Henrique Andrade Feitosa   	152
Jacilene Francisca Souza Santos   	152
Nartênia Susane Costa Aragão   	152
Barbara Nascimento Santos   	152
Gabriel Oliveira Martins   	152
José Jairo Florentino Cordeiro Junior   	152
Gustavo Hugo Ferreira de Oliveira   	152
DOI: 10.52832/wed.116.727 	152
CAPÍTULO 18	161
AGENTES BACTERIANOS NO BIOCONTROLE DA PODRIDÃO CINZENTA EM MORANGUEIROS	161
Alessandra Russi   	161
DOI: 10.52832/wed. 116.728 	161
CAPÍTULO 19	170
USO DE ÁCIDO HÚMICO NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA ALFACE LISA “REGINA DE VERÃO”	170
Fernando Sérgio da Fonseca Machado   	170
Michelle Oliveira Campagnani   	170
Luís Augusto Calsavara Costa   	170
Laércio de Paula Boratto   	170
DOI: 10.52832/wed. 116.729 	170
CAPÍTULO 20	179
RAÍZES DA SUSTENTABILIDADE: UM OLHAR SOBRE A AGROECOLOGIA APLICADA NO AMBIENTE EDUCACIONAL	179
Vitória Ferreira de Lucena   	179
Beatriz da Silva Dias   	179
Bruna Ramos Araujo   	179
Ellen Gomes de Sales   	179
Thais Fortunato Pereira da Silva   	179
Edevaldo da Silva   	179
DOI: 10.52832/wed. 116.730 	179
CAPÍTULO 21	188

AGRICULTURA FAMILIAR E SUSTENTABILIDADE: IMPACTO DA INTEGRAÇÃO DE PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS – REVISÃO DE LITERATURA.....	188
José Hermes Severo dos Santos   	188
Vanyelle Raquel Pereira de Araujo   	188
Luzia Ferreira da Silva   	188
Adrielle Alves de Oliveira   	188
Marcelo da Rocha Souza   	188
Edilma Pereira Gonçalves   	188
Jeandson Silva Viana   	188
DOI: 10.52832/wed.116.731 	188
CAPÍTULO 22.....	197
O DESAFIO DOS AGRICULTORES FAMILIARES NA PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL NO AMAZONAS: UM ESTUDO DOS ASSENTADOS DO PA PACIÁ, MUNICÍPIO DE LÁBREA, AM	197
Lindomar de Jesus de Sousa Silva   	197
Alessandro Carvalho dos Santos   	197
Gilmar Antonio Meneghetti   	197
José Olenilson Costa Pinheiro   	197
Caroline Bogo Rota   	197
Tania Nazarena de Oliveira Miranda   	197
DOI: 10.52832/wed.116.732 	197
CAPÍTULO 23.....	207
ALTAS DILUIÇÕES DINAMIZADAS NO DESENVOLVIMENTO DA <i>Beauveria bassiana</i>.....	207
Egabrieli Garbin   	207
Thais Dal Bello   	207
Mariana Fiedler   	207
Pedro Boff   	207
Mari Inês Carissimi Boff   	207
DOI: 10.52832/wed.116.733 	207
CAPÍTULO 24.....	213
INOCULAÇÃO ENDOFÍTICA DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS EM <i>Urochloa ruziziensis</i> [(HOCHST. EX A. RICH.) R. D. WEBSTER PARA O CONTROLE BIOLÓGICO DE <i>Sipha flava</i> (HEMIPTERA: APHIDIDAE).....	213

Michelle Oliveira Campagnani   	213
Alexander Machado Auaad   	213
Tiago Teixeira de Resende   	213
Luís Augusto Calsavara   	213
Bruno Antônio Verissimo   	213
DOI: 10.52832/wed.116.734 	213
CAPÍTULO 25	219
LEVANTAMENTO DE COCCINELÍDEOS ASSOCIADOS A CULTIVO DE SORGO NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO	219
Lucas Matheus Monteiro dos Santos   	219
Cláudia Helena Cysneiros Matos   	219
Maria Janiele Alexandre Carvalho   	219
Carlos Romero Ferreira de Oliveira   	219
Marta Laura de Souza Alexandre   	219
Pamela Estefane de Souza Santos   	219
Nadyelly Rayres Moraes Muniz   	219
DOI: 10.52832/wed.116.735 	219
CAPÍTULO 26	228
CURVA DE EMBEBIÇÃO E TESTE DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Vigna unguiculata</i> BRS ARACÊ SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES SALINAS	228
Juliane Pereira Portugal   	228
Juliana Araújo da Silva   	228
Maria Eduarda Almeida Matos   	228
Antônio Batista Cavalcanti Bisneto   	228
Talita Oliveira dos Santos   	228
Ingrid Barros Meira   	228
Ronieri Sousa Lima   	228
Maiara Costa Silva   	228
Gisele Brito Rodrigues   	228
Quelmo Silva de Novaes   	228
DOI: 10.52832/wed.116.736 	228
CAPÍTULO 27	237

ESTRESSE SALINO NA GERMINAÇÃO E CURVA DE EMBEBIÇÃO DE SEMENTES DE FEIJÃO CAUPI cv. BRS GUARIBA (<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp.)	237
.....	237
Ingrid Barros Meira   	237
Maiara Costa Silva   	237
Ronieri Souza Lima   	237
Talita Oliveira dos Santos   	237
Juliane Pereira Portugal   	237
Juliana Araújo da Silva   	237
Maria Eduarda Almeida Matos   	237
Antônio Batista Cavalcanti Bisneto   	237
Gisele Brito Rodrigues   	237
Quelmo Silva de Novaes   	237
DOI: 10.52832/wed.116.737 	237
CAPÍTULO 28	246
PARÂMETROS ESTABELECIDOS NA GESTÃO DE QUALIDADE DA ARBORIZAÇÃO URBANA DE PORTO ALEGRE – RS	246
Anderson da Silva Massolino   	246
Bruna Casanova Silva   	246
DOI: 10.52832/wed.116.738 	246
CAPÍTULO 29	254
AVALIAÇÃO DO VIGOR E QUALIDADE DE PLANTAS DE MANDIOCA PRODUZIDAS A PARTIR DE RAMAS ATACADAS E NÃO ATACADAS PELA MOSCA-DO-BROTO (<i>Neosilba perezii</i>)	254
Érica Frazão Pereira De Lorenzi   	254
Betina Emerick Pereira   	254
Henrique Belmonte Petry   	254
Eduardo da Costa Nunes   	254
DOI: 10.52832/wed.116.739 	254
CAPÍTULO 30	261
AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE REBROTA DO CAPIM-ELEFANTE (<i>Pennisetum purpureum</i>, schum) CV. BRS CAPIAÇU NAS CONDIÇÕES EDAFLOCLIMÁTICA DO MUNICÍPIO DE SÃO RAIMUNDO DAS MANGABEIRAS – MA	261
Álvaro Ryan da Silva Soares   	261

Francisco Barros Neto   	261
Rodrigo de Souza Pinheiro   	261
Luziel Rodrigues Arruda Junior   	261
Luís Eduardo da Silva   	261
Roberto Barros Aguiar   	261
Kevin Chaves de Lima Reis   	261
Denis Pereira Ribeiro   	261
Ana Carolina de Assis Dantas   	261
Richardson Soares de Souza Melo   	261
DOI: 10.52832/wed.116.740 	261
CAPÍTULO 31	269
AVALIAÇÃO PRODUTIVA DO PIQUIAZEIRO (<i>Caryocar villosum</i>)	269
Fernanda Miranda da Silva   	269
Robson Pinto Cardoso   	269
Iris Armanda da Silva Aragão   	269
Sara Cristine Farias de Oliveira   	269
DOI: 10.52832/wed.116.741 	269
CAPÍTULO 32	276
PERCEPÇÃO DOS ENGENHEIROS AGRÔNOMOS EM RELAÇÃO A SUA FORMAÇÃO E ATUAÇÃO PROFISSIONAL	276
Andréa Machado Groff   	276
Rony Peterson da Rocha   	276
DOI: 10.52832/wed.116.742 	276
CAPÍTULO 33	286
PERCEPÇÕES E ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO DOS AGRICULTORES ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA PERSPECTIVA CIENTÍFICA GLOBAL	286
Laura Possani   	286
DOI: 10.52832/wed.116.743 	286
CAPÍTULO 34	297
LEVANTAMENTO DA ENTOMOFAUNA EM PASTAGENS DE BRACHIARIA DECUMBENS EM UM SISTEMA AGROPASTORIL EM ITAPETINGA, BAHIA, BRASIL	297
Gabriela dos Santos Alves   	297

Maiza da Silva dos Anjos   	297
Jacqueline Claudino da Silva   	297
Reginaldo Muniz da Silva   	297
Tarcisio Francisco de Camargo   	297
Juliane Pereira Portugal   	297
DOI: 10.52832/wed.116.744 	297
CAPÍTULO 35	305
FORMULAÇÃO CONTENDO NEMATOIDES ENTOMOPATOGÊNICOS (NEPs) ASSOCIADOS A ÓLEO ESSENCIAL DE ALECRIM PARA CONTROLE DO CARRAPATO DOS BOVINOS	305
Diego Rodrigues Melo   	305
Alessandra Ésther de Mendonça   	305
Lauren Hubert Jaeger   	305
Letícia dos Santos Moreira   	305
Ralph Maturano Pinheiro   	305
Melissa Carvalho Machado do Couto Chambarelli   	305
Ana Caroline Ferreira de Souza   	305
Caio Márcio de Oliveira Monteiro   	305
Márcia Cristina de Azevedo Prata   	305
DOI: 10.52832/wed.1116.745 	305

APRESENTAÇÃO

A agronomia é a ciência que estuda o clima, plantas, solos e suas interações. Abrange diversas áreas do conhecimento como: engenharia, biologia, botânica, economia, química, genética, zootecnia, administração etc.), que são aplicadas na agricultura e na pecuária. Nesta obra intitulada “*Pesquisas Agronômicas: aspectos gerais e avanços tecnológicos*” apresentamos diversos estudos na área da Agronomia que podem estar relacionadas à Ciência do Solo, Impactos Ambientais de Inovações Tecnológicas, Agroecologia, Melhoramento Genético, produção rural, dentre outros temas importantes da área.

No Capítulo 1 – avaliou-se a qualidade estrutural do solo através do Diagnóstico Rápido da Estrutura do solo (DRES) em uma área degradada por atividade pecuária na região da Volta Grande do Xingu, Vitória do Xingu, Pará.

No Capítulo 2 – visou-se classificar e descrever os solos predominantes em Porto Alegre – RS, das regiões que obtiveram queda de árvores após sinistros ocorridos nos anos de 2023/2024.

No Capítulo 3 – avaliou-se os atributos químicos e físicos dos solos sob vegetação nativa em diferentes regiões do cerrado piauiense. Foram coletadas seis amostras de solo com o auxílio de um trado holandês em áreas de mata nativa de três municípios do Piauí (Alvorada do Gurguéia, Gilbués e Sebastião Leal), em duas camadas, (0-20 e 20-40 cm).

No Capítulo 4 – objetivou-se caracterizar os atributos eletroquímicos de duas amostras de solos do estado do Piauí. Coletou-se duas amostras de solos nas regiões de Bom Jesus e Curimatá, nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm.

No Capítulo 5 – objetivou-se determinar o PESN, o potencial elétrico superficial e como estes são influenciados por alguns atributos de três solos com diferentes teores de argila e matéria orgânica.

No Capítulo 6 – analisou-se os processos de certificação Halal desde a criação dos animais nas granjas, a industrialização até chegar ao consumidor final principalmente na Ásia e Oriente Médio. A análise destes itens é de extrema necessidade não só econômica, mas também de qualidade e respeito à diversidade cultural global.

No Capítulo 7 – avaliou-se as maneiras pelas quais as normativas de IG melhoram a qualidade dos produtos, atendendo às crescentes demandas por práticas mais sustentáveis e produtos diferenciados, de procedência garantida e produzidos dentro das normas sanitárias.

No Capítulo 8 – identificou-se os problemas e as oportunidades da propriedade rural e comunidades, facilita chegar a possíveis soluções para contornar os problemas identificados.

No Capítulo 9 – avaliou-se o impacto da cultivar BRS Maués por meio do Sistema de Avaliação de Impactos Ambientais de Inovações Tecnológicas Agropecuárias (*Ambitec-Agro*).

No Capítulo 10 – identificou-se através de mapas de representações cartográficas a necessidade de aplicação de NPK nos solos do tipo latossolo e a quantidade ideal para uma área de 1.806,84 hectares no município de São José das Missões, localizada na região norte do Rio Grande do Sul.

No Capítulo 11 – avaliou-se a influência dos sistemas de criação em confinamento sobre piso de cimento e ao ar livre em cercados, no desempenho do porco Landim. Utilizaram-se dezoito suínos machos, num DIC constituído por dois tratamentos.

No Capítulo 12 – objetivou-se dar continuidade a seleção de plantas tetraploidizadas artificialmente de *B. ruziziensis* quanto à resistência à *Mahanarva spectabilis*.

No Capítulo 13 – avaliou-se a resistência a *Mahanarva spectabilis* em *B. ruziziensis*, conduzidas pelo programa de melhoramento da Embrapa Gado de leite.

No Capítulo 14 – objetivou-se avaliar a resistência às ninfas da cigarrinha das pastagens, *Mahanarva spectabilis*, em genótipos de capim-elefante, provenientes do Programa de Melhoramento de Capim-elefante da Embrapa, com aptidão para produção de bioenergia.

No Capítulo 15 – objetivou-se identificar e desenvolver marcadores microssatélites do tipo SSR para *A. fraterculus*.

No Capítulo 16 – objetivou-se selecionar variáveis para genótipos de milho utilizando correlação e análise de trilha.

No Capítulo 17 – objetivou-se avaliar o desempenho dos modelos de regressão na predição da produtividade de grãos de milho e selecionar a época ideal para o voo.

No Capítulo 18 – objetivou-se examinar estudos desenvolvidos nos últimos dez anos, com foco no uso de diferentes agentes bacterianos destinados ao controle da podridão cinzenta em morangueiros, bem como avaliar seus principais mecanismos de ação, formas de aplicação e estratégias para melhorar sua eficácia.

No Capítulo 19 – avaliou-se diferentes doses e métodos de aplicação do ácido húmico em alface, incluindo aplicação foliar e fertirrigação, com diferentes frequências de aplicação.

No Capítulo 20 – objetivou-se reunir e discutir estudos reportados, na literatura científica, sobre como a Agroecologia tem sido desenvolvida nas escolas do estado da Paraíba.

No Capítulo 21 – propõe-se a integração de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) nos SAFs como uma estratégia promissora para enfrentar esses desafios. Este estudo visa investigar o uso das PANCs em SAFs e seus impactos no desenvolvimento rural.

O Capítulo 22 – aborda a produção sustentável em assentamentos no Amazonas apresenta grandes desafios. O estado tem a maior porcentagem em áreas naturais do Brasil, e concomitantemente há municípios com o maior índice de desmatamento no país. O presente texto foi produzido a partir da pesquisa entre os assentados do PA Pacιά, em Lábrea, AM.

No Capítulo 23 – avaliou-se a velocidade de crescimento micelial da *Beauveria bassiana* tratada com altas diluições dinamizadas.

No Capítulo 24 – objetivou-se avaliar a capacidade de infecção dos fungos entomopatogênicos *Fusarium* sp.: UFMGCB 11443 e *Metarhizium* sp.: UFMGCB 11444 aplicados via tratamentos de sementes de *U. ruziziensis* para controlar *S. flava*.

No Capítulo 25 – realizou-se o levantamento de coccinelídeos associados ao cultivo de sorgo variedade SF15 a fim de promover estudos futuros sobre o possível potencial de controle biológico sobre *M. sacchari/sorghii*. Foram realizadas coletas semanais (6 coletas), com uso de sugador entomológico e armadilhas do tipo *Moericke*.

No Capítulo 26 – investigou-se os impactos da salinidade nas sementes da variedade BRS Aracê. Conduzido no Laboratório de Sementes da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, o experimento expôs as sementes a diferentes concentrações de cloreto de sódio (NaCl), variando em condutividades de 0,0 (T1); 4,0 (T2); 8,0 (T3) e 12,0 (T4) dS.m⁻¹.

No Capítulo 27 – investigou-se os efeitos de diferentes níveis de salinidade sobre a curva de germinação e embebição de sementes de feijão caupi cultivar BRS Guariba (*Vigna unguiculata* L. Walp.).

No Capítulo 28 – analisou-se se a logística adotada pela Secretaria de Serviços Urbanos foi eficaz e eficiente com todo os equipamentos e materiais humanos que teve a disposição.

O Capítulo 29 – considerou-se a importância das manivas para formação de novas lavouras, o presente estudo objetivou entender a influência do ataque da mosca no material propagativo.

No Capítulo 30 – avaliou-se diferentes períodos de corte da cultivar BRS Capiacu em primeira rebrota no município de São Raimundo das Mangabeiras- MA. A pesquisa foi realizada no Instituto Federal do Maranhão - IFMA campus de São Raimundo das Mangabeiras.

No Capítulo 31 – avaliou-se e classificou o produto com maior produtividade e potencial econômico da espécie.

No Capítulo 32 – avaliou-se a percepção de Engenheiros Agrônomos quanto a sua formação e atuação profissional.

No Capítulo 33 – realizou-se uma revisão sistemática da literatura científica internacional para compreender como os agricultores percebem as mudanças climáticas e quais medidas de adaptação têm adotado.

No Capítulo 34 – investigou-se a diversidade da vida insetívora associada a uma espécie de forrageira (*Brachiaria decumbens*) em uma área de pastagem localizada no município de Itapetinga-BA.

No Capítulo 35 – avaliou-se a compatibilidade, sobrevivência e eficácia *in vitro* do NEP HP88 em formulação protetora associado a óleo essencial (OE) de alecrim sobre carrapato bovino.

A obra reflete, portanto, sobre temáticas relacionados aos avanços científicos e tecnológicos na área da Agronomia, com intuito de promover a divulgação de pesquisas relacionadas à Ciência do Solo, Impactos Ambientais de Inovações Tecnológicas, Agroecologia, Melhoramento Genético, produção rural, dentre outros temas importantes da área. Assim, desejamos que façam bom proveito dos estudos compartilhados aqui!

Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

CAPÍTULO 1

DIAGNÓSTICO RÁPIDO DA ESTRUTURA DO SOLO EM ÁREA DEGRADADA NA VOLTA GRANDE DO XINGU, VITÓRIA DO XINGU, PARÁ

Kerciane Pedro da Silva   

Universidade Federal do Pará – UFPA, Pará, Brasil

Jaime Barros dos Santos Junior   

Universidade Federal do Pará – UFPA, Pará, Brasil

Cleber da Silva Ribeiro   

Universidade Federal do Pará – UFPA, Pará, Brasil

Gustavo Gomes Lima   

Universidade Federal do Pará – UFPA, Pará, Brasil

Emil José Hernández Ruz   

Universidade Federal do Pará – UFPA, Pará, Brasil

Fábio Miranda Leão   

Universidade Federal do Pará – UFPA, Pará, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.676 



Resumo: O primeiro passo para a restauração de ecossistemas degradados é avaliar as condições edáficas, uma vez que, o solo desempenha um papel crucial nos serviços ecossistêmicos. O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade estrutural do solo através do Diagnóstico Rápido da Estrutura do solo (DRES) em uma área degradada por atividade pecuária na região da Volta Grande do Xingu, Vitória do Xingu, Pará. O DRES foi realizado em área degradada em diferentes faixas de altitude e uma área de floresta (controle). Na área degradada nas faixas 1, 2 e 3, o IQES variou de 4,2 a 4,6, já o IQES da área de floresta foi de 5,4, apresentando maior qualidade da estrutura do solo, diferindo estatisticamente das demais áreas, evidenciando que a área da antiga pastagem, mesmo após 19 anos de abandono, apresenta sinais de degradação. Os IQES das áreas de antiga pastagem confirmam que a área está degradada. O Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo (DRES) demonstrou ser uma possível ferramenta para se determinar se o solo de uma área está degradado. O Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo (DRES) demonstrou ser uma possível ferramenta para se determinar se o solo de uma área está degradado.

Palavras-chave: Manejo do solo. Qualidade do Solo. Restauração Florestal.

1 INTRODUÇÃO

O primeiro passo para a restauração de ecossistemas degradados é avaliar as condições edáficas, uma vez que, o solo desempenha um papel crucial nos serviços ecossistêmicos, especialmente na manutenção do ciclo hidrológico e no sequestro de carbono, sendo um componente vital dos ecossistemas terrestres. Entretanto, cerca de 33% dos solos do mundo estão degradados, o que faz com que seja vital compreender e mitigar os danos decorrentes de sua degradação (FAO/ONU, 2015; Cotrim *et al.*, 2020).

O diagnóstico de uma área degradada inclui a análise de diversos aspectos, como a qualidade do solo, a biodiversidade presente, os processos ecológicos em funcionamento, os impactos antrópicos passados e presentes, entre outros. Com base nessas informações, é possível elaborar um plano de restauração que inclua medidas adequadas para promover a recuperação dos ecossistemas de forma eficaz e sustentável. Além disso, o diagnóstico inicial permite também estabelecer indicadores e monitorar o progresso da restauração ao longo do tempo, garantindo que as ações adotadas estejam alcançando os resultados desejados e permitindo ajustes no plano de restauração, se necessário (Bracalioni; Gandolfi; Rodrigues 2015; Martins, 2013).

Métodos de avaliação do solo de maneira visual são considerados métodos fáceis de execução, rápidos e de baixo custo (Santos *et al.*, 2020). Dentre estes métodos, destaca-se o Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo (DRES), metodologia proposta por Ralisch *et al.* (2017). A finalidade do DRES é tornar mais simples a realização da avaliação do solo, podendo ser utilizado também para verificar o progresso na recuperação de áreas degradadas (Ribeiro, Padovan e Feiden, 2019). O DRES, de acordo com Valani *et al.* (2020), é capaz diferenciar a qualidade do solo em diferentes áreas e manejos.

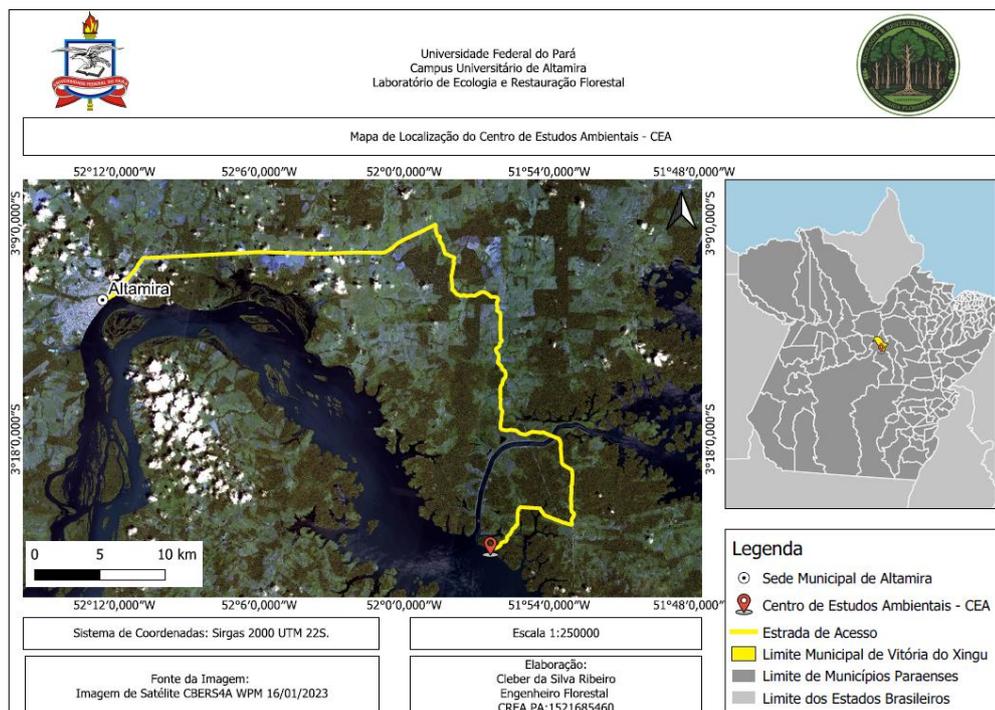
Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade estrutural do solo através do DRES em uma área degradada por atividade pecuária na região da Volta Grande do Xingu, Vitória do Xingu, Pará, dentro do bioma amazônico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Centro de Estudos Ambientais (CEA) da Norte Energia S.A., localizado em Vitória do Xingu, no estado do Pará, na região da Volta Grande do Xingu. A área em questão, com coordenadas $3^{\circ}22'25''\text{S}$ $51^{\circ}56'23''\text{W}$, foi previamente desmatada por antigos proprietários e dedicada à pecuária entre 1995 e 2005, como evidenciado por imagens de satélite Landsat 5 TM cena 225062. Posteriormente, a Norte Energia adquiriu a área devido ao projeto hidrelétrico de Belo Monte. Desde então, a terra permanece em pousio, caracterizada por uma cobertura de gramíneas com pouca regeneração natural.

A vegetação local é classificada, segundo os critérios do IBGE (2012), como Floresta Ombrófila Densa (Salomão *et al.*, 2007). O relevo local apresenta declividade variando entre 8 e 20%, sendo classificado, de acordo com Santos *et al.* (2013), como relevo ondulado. O solo foi classificado, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação em Solo (Santos *et al.*, 2018), como Plintossolo Argilúvico Distrófico abrupto.

Figura 1 - Mapa de Localização do Centro de Estudos Ambientais – CEA.



Fonte: Silva, 2023.

Foram abertas cinco mini trincheiras (Figura 2) com tamanho de 40 cm de comprimento, 30 cm de largura e 30 cm de profundidade para o Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo (DRES), conforme metodologia de Ralisch *et al.* (2017), em três faixas de altitude (Tabela 1), tendo cada faixa cinco repetições com 5 m de distância uma da outra.

Tabela 1 – Faixa de Altitude da área degradada estudada com coletas do DRES.

Área	Faixa de Altitude (m)
Faixa 1	120 – 130
Faixa 2	130 – 140
Faixa 3	140 – 150

Fonte: Autores, 2024.

Também foram abertas três mini trincheiras em área de floresta que serviram como testemunha. Destaca-se a importância da escolha dos pontos de coleta em sistemas de referência a fim de selecionar áreas prioritárias e orientar esforços para restauração de ecossistemas florestais degradados.

Figura 2 - Realização do Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo (DRES): A) Abertura da mini trincheira; B) Acomodando o bloco de solo cuidadosamente da bandeja C) avaliação das estruturas na bandeja.



Fonte: Autores, 2024.

Em cada ponto de amostragem, calculou-se o índice de qualidade estrutural do solo da amostra (IQEA) e, através de suas médias, foi calculado o índice de qualidade estrutural do solo da gleba (IQES), conforme fórmulas abaixo, de acordo com Ralisch *et al.* (2017):

$$IQEA = (E_{c1} \times Qe_{c1}) + (E_{c2} \times Qe_{c2}) + (E_{c3} \times Qe_{c3}) / E_{total}$$

Onde:

IQEA = índice de qualidade estrutural do solo da amostra;

E_c = espessura de cada camada, em cm (o número de camadas pode variar de 1 a 3);

Qe_c = nota de qualidade estrutural atribuída à cada camada;

E_{total} = espessura/profundidade total da amostra (25 cm).

$$IQES = (IQEA_1 + IQEA_2 + \dots + IQEA_n) / n$$

Onde:

IQES= índice de qualidade estrutural do solo na gleba avaliada;

n = número total de amostras;

IQEA = nota de qualidade estrutural atribuída às amostras, de 1 até a n.

Para análise estatística, através dos dados obtidos de IQEA e IQES, realizamos uma análise de variância (ANOVA), posteriormente efetuamos um teste de médias de Tukey, a 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa R 4.3.2.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área degradada por pecuária nas faixas 1, 2 e 3, o IQES variou de 4,2 a 4,6, porém não apresentou diferença estatística significativa. Já o IQES da área de floresta foi de 5,4, apresentando maior qualidade da estrutura do solo, diferindo estatisticamente das demais áreas, evidenciando que a área da antiga pastagem, mesmo após 19 anos de abandono, apresenta sinais de degradação.

Entretanto, solos com IQES entre 4,0 a 4,9 são classificados como qualidade estrutural boa (Ralisch *et al.*, 2017), e a observação em campo demonstrou que os solos das três faixas de antiga pastagem apresentam evidências de recuperação, porém, fraca atividade biológica e alguns impedimentos para as raízes ultrapassarem os agregados. Vale ressaltar que a DRES foi desenvolvida para avaliar a estrutura do solo em sistemas agrícolas, entretanto, no caso de áreas degradadas a comparação dos resultados com os de uma área de referência (floresta) é fundamental.

Já o solo coletado na floresta exibiu fortes sinais de preservação, evidenciados pela alta presença de atividade biológica, abundância de raízes bem distribuídas e que ultrapassam os agregados com facilidade, além da presença de matéria orgânica. Ralisch *et al.* (2017) classificam solos com IQES entre as faixas de 5,0 a 6,0 como muito boa. Marion *et al.* (2022) sugerem que, áreas com menos impacto humano, mantêm a integridade do solo e o equilíbrio do ambiente, promovendo o aumento das atividades biológicas e aumentando a capacidade de resistência à degradação ambiental.

Tabela 2 – Qualidade Estrutural do Solos do Centro de Estudos Ambientais, na Volta Grande do Xingu.

Área	IQEA					IQES
Faixa 1	4,3	4,7	4,6	4,5	5,0	4,6 b
Faixa 2	4,6	4,6	4,6	4,8	5,0	4,5 b
Faixa 3	3,9	4,0	4,2	4,5	4,5	4,2 b
Floresta	5,2	5,2	5,6	-	-	5,4 a

Nota: Índice de Qualidade Estrutural do Solo da Amostra (IQEA); Índice de Qualidade Estrutural do Solo da Gleba (IQES). Médias seguidas pela mesma letra não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Autores, 2024.

Zebalos *et al.* (2018) obtiveram IQES variando de 3,4 à 4,9 em áreas de pastagens ativas no município de Buritis, Rondônia. Já em Silva *et al.* (2018), em estudo realizado no município de Rio Crespo, Rondônia, com histórico de três décadas de pecuária extensiva, os IQES variaram de 2,8 à 4,1 e na área de floresta o IQES foi de 5,7, próximo ao que se encontrou nos solos deste estudo. Ribeiro, Padovan e Feiden (2019), em sistemas agroflorestais com tempo de implantação de 4 a 40 anos, tiveram um IQES variando de 5,0 a 5,9.

Considerando que a área estudada foi utilizada para pastagem e mesmo após 19 anos de abandono, apresenta IQES muito semelhante ao de outras áreas de pastagem ativa, pode-se afirmar que a área apresenta o solo degradado.

4 CONCLUSÃO

Os IQES das áreas de antiga pastagem são similares ao de áreas com pastagens ativas, apesar de apresentar evidências de recuperação, ainda é inferior quando comparado ao IQES da floresta, sendo isso um indicativo que a área está degradada.

O Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo (DRES) demonstrou ser uma possível ferramenta para se determinar se o solo de uma área está degradado.

Sugere-se que sejam determinados outros parâmetros de solo (físicos, químicos e biológicos) além de estudos de banco de sementes, avaliação da regeneração, entre outros, para comparação com os resultados obtidos através do DRES e assim verificar sua real aplicação para o diagnóstico de áreas degradadas.

Agradecimentos e financiamento

A Norte Energia pelo financiamento do projeto PD-07427- 0622/2022, através do Programa de PDI ANEEL.

REFERÊNCIAS

BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Restauração Florestal**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

COTRIM, C. F. C.; SÁ, A. S. F.; ALVES, D. P. S.; GONÇALVES, E. V.; TEIXEIRA, F. B.; SILVA, J. A. P.; BRANCO, M. H. S.; ALMEIDA, L. M.; CARAMORI, S. S. Qualidade do solo: relevância e uso de indicadores para o monitoramento. **Revista Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 46-65, 2022.

DUARTE, T. E. P.; ANGEOLETTO, F. H. S.; SANTOS, J. W. M. C.; LEANDRO, D. S.; BOHRER, J. F. C.; VACCHIANO, M. C.; LEITE, L. B. O papel da cobertura vegetal nos ambientes urbanos e sua influência na qualidade de vida nas cidades. **Desenvolvimento em questão**, v. 15, n. 40, p. 175-203. 2017.

FAO/ONU. **Status of the World's Soil Resources**. Rome, Italy, 2014; Disponível em: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/c6814873-efc3-41db-b7d3-2081a10ede50>. Acesso em: 10 ago. 2023.

HOLL, K. D. **Primer of ecological restoration**. Washington: Island Press, 2020. 243 p.
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 272 p.

MARION, L. F.; SCHNEIDER, R.; CHERUBIN, M. R.; COLARES, G. S.; WIESEL, P. G.; COSTA, A. B.; LOBO, E. A. Development of a soil quality index to evaluate agricultural cropping systems in southern Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 218, p. 1-11. 2022.

MARTINS, V. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. Viçosa: UFV, 2012.
R Development Core Team. **R: Uma linguagem e ambiente para computação estatística**; Fundação R para computação estatística: Viena, Austria, 2024. Disponível: <http://www.R-project.org>. Acesso em: 15 Abr. 2024.

RALISCH, R.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; TOMAZI, M.; HERNANI, L. C.; MELO, A. S.; SANTI, A.; MARTINS, A. L. S.; BONA, F. D. **Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo – DRES**. Londrina: Embrapa Soja. 2017. (Embrapa Soja. Documentos 390).

RIBEIRO, K. A.; PADOVAN, M. P.; FEIDEN, A. Avaliação da estrutura de solos sob sistemas agroflorestais biodiversos na região oeste do paraná. **Revista Geopantanal**, n. 26, p. 49-65, 2019.

SALOMÃO, R. P.; VIEIRA, I. C. G.; SURMITSU, C.; ROSA, N. A.; AMARAL, D. D.; MENEZES, M. P. M. As florestas de Belo Monte na grande curva do rio Xingu, Amazônia Oriental. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, v. 2, n. 3, p. 57-153, 2007.

SANTOS, E. L.; ALMEIDA, L. F. A.; PENHA, G. G.; ALMEIRA, E. M. G. N. B.; ALMEIDA, E. M.; SILVA, R. C. Mapeamento do manejo do solo e da água em uma propriedade na Região Oeste do Paraná. **Revista Cultivando o Saber**, v. 13, n. 1, p. 30-44, 2020.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; FILHO, J. C. A.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – 5. ed., rev. e ampl.** – Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, R. D. *et al.* **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6 ed. rev. amp. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 100p.

SILVA, M. H. M.; FRANTZ, R. M. G.; SANTOS, E. F. O.; FORTES JÚNIOR, A. V.; ARTNER, K. A. R.; SOARES, E. R.; NOGUEIRA, A. E. Qualidade estrutural do solo em função do manejo em sistema integrado de produção agropecuária. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 1, p. 99-114. 2018.

SOUZA, A. G. V.; FARIA, L. O.; JESUS, T. F. Degradação dos solos de agricultura intensiva, diagnóstico e métodos de recuperação. **Revista Agrotecnologia**, v. 11, n. 1, p. 23-29. 2020.

VALANI, G. P.; VEZZANI, F. M.; CAVALIERI-POLIZELI, K. M. V. Soil quality: Evaluation of on-farm assessments in relation to analytical index. **Soil and Tillage Research**, v. 198, p. 1-13. 2020.

ZEBALOS, C. H. S.; LEITE, E. G.; MONTEIRO, V. G.; LIMA, A. P. D.; FOGAÇA, L. G. L.; SOARES, E. R.; NOGUEIRA, A. E. Qualidade da estrutura do solo em áreas de pastagens no município de buritis, Rondônia. **Revista Científica FAEMA**, v. 9, n. 1, p. 245, 2018.

CAPÍTULO 2

LEVANTAMENTO PEDOLÓGICO, CLASSIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS PARA FINS DE ARBORIZAÇÃO URBANA EM PORTO ALEGRE, RS

Bruna Casanova Silva   

Universidade Luterana do Brasil – Ulbra, Brasil

Anderson da Silva Massolino   

Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSSELVI, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.677 



Resumo: A arborização urbana desempenha benefícios estéticos e funcionais desde o conforto térmico e bem-estar psicológico dos seres humanos até a prestação de serviços ambientais indispensáveis à regulação dos ecossistemas. É um dos elementos mais afetados pela urbanização é o solo, sendo este o alicerce para desenvolvimento e estabilização das árvores no ambiente urbano. O estudo visou classificar e descrever os solos predominantes em Porto Alegre – RS, das regiões que obtiveram queda de árvores após sinistros ocorridos nos anos de 2023/2024. Para realização do estudo foi feito um levantamento bibliográfico sobre os solos típicos de Porto Alegre e suas características que venham a contribuir com a queda das árvores e, foi utilizado um banco de dados disponibilizado pela Prefeitura demonstrando os respectivos logradouros e quantidade de árvores tombadas por região. Após análise dos dados, constatou-se os seguintes solos nas regiões afetadas pelos temporais: argissolos vermelho-amarelo, cambissolos háplicos, planossolos hidromórficos, gleissolos háplicos, plintossolos argilúvicos e neossolos flúvicos. Estes solos estudados em questão são pouco profundos e de baixa permeabilidade e requerem maiores cuidados com práticas conservacionistas e criteriosos na escolha de espécies para plantio em área urbana.

Palavras-chave: Árvores. Pedologia. Solos.

1 INTRODUÇÃO

A arborização das cidades brasileiras tem sido realizada sem atentar-se aos principais cuidados relacionados à nutrição e práticas corretas de manejo e implantação das árvores introduzidas no meio e tem ocasionado vários problemas como mau desenvolvimento das raízes e da parte aérea da planta, maior incidência de indivíduos susceptíveis a pragas e doenças além do risco de queda dessas árvores (Pereira, 2017).

Um dos elementos da paisagem mais afetados pela urbanização é o solo. Este apresenta propriedades intrínsecas que vão determinar sua aptidão e limitações de uso, as quais são normalmente desconsideradas durante as atividades antrópicas. É bastante comum nos centros urbanos a conversão de terras com significativa importância ecológica em áreas construídas, assim como os ambientes frágeis que oferecem riscos devido a sua instabilidade, como encostas de morros, banhados e margens de cursos d'água, sendo que estes ambientes desempenham um papel importante no equilíbrio natural devendo ser preservados das ações antrópicas (Pedron, 2005).

A intensificação das atividades antrópicas em áreas urbanizadas provoca a degradação dos solos. Neste contexto, existe uma carência significativa de informações sobre os solos urbanos, sendo necessário um melhor planejamento de uso destes recursos. O mapeamento e classificação dos solos, descrição de suas características e propriedades morfológicas, físicas, químicas, mineralógicas além do seu potencial de uso, juntamente com o avanço urbano e as áreas de risco podem ser muito úteis ao planejamento do uso racional destes espaços (Pedron, 2005).

Na capital do estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, nos últimos dois anos houve fortes temporais com ventos de mais de 130 Km/h, que atingiram a cidade com aproximadamente três mil árvores de médio a grande porte, que acabaram caindo na cidade e deixando inúmeras ruas

com bloqueio parcial ou total e moradias sem energia elétrica. Esta situação está diretamente relacionada à carência de planejamento da arborização urbana, sendo necessário um plano de manejo e implantação arbórea para a cidade, que atualmente consta com espécies arbóreas centenárias e inadequadas para arborização viária, e esta incompatibilidade é decorrente da compactação e impermeabilidade dos solos urbanos que infelizmente a poucos estudos sobre o tema.

O presente trabalho teve por objetivo realizar a descrição morfológica dos solos urbanos após queda das árvores transcorridas nos temporais de 2023/2024 em Porto Alegre, RS.

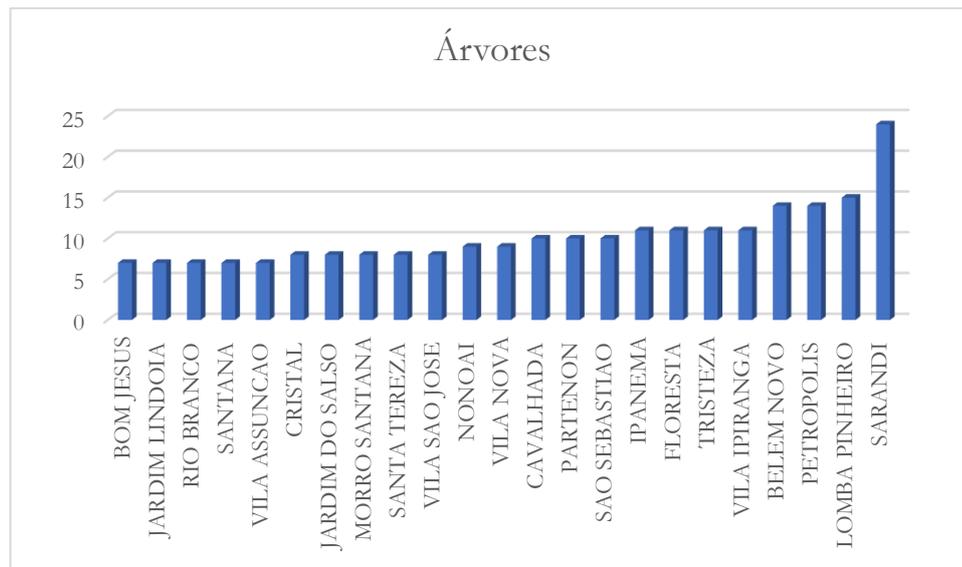
2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido através de um levantamento de banco de dados na Prefeitura Municipal de Porto Alegre após temporais ocorridos nos dias quinze de junho de 2023 e dezesseis de junho de 2023 e dezesseis de janeiro de 2024 através da construção de planilhas eletrônicas no Microsoft Excel constando número do protocolo gerado, endereço, bairro, região e número de protocolos por indivíduos arbóreos tombados, disponíveis no portal da prefeitura denominado 156, registrando todos as solicitações realizadas pelos cidadãos por meio de telefone, internet ou aplicativo para demandas de podas, supressões e recolhimentos de árvores ou galhos caídos. Contabilizou-se em torno de três árvores caídas por protocolo, totalizando 3000 árvores caídas no temporal de 2023 e 2600 árvores caídas no temporal de 2024.

Para auxiliar na análise dos dados realizou-se um levantamento bibliográfico através de artigos científicos, livros, documentários específicos da vegetação característica e os tipos de solos predominantes em cada região de Porto Alegre, classificando-os conforme a tipologia e as propriedades físicas destes solos que contribuem na queda das árvores.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os dados contabilizados após o sinistro do temporal de 2023, constatou-se que a zona sul de Porto Alegre teve maior índice de queda de árvores nos bairros Sarandi (0,24%), Lomba do Pinheiro (0,15%), Belém Novo (0,14%) e Petrópolis (0,14%) Figura 1.

Figura 1 – Quantitativo de Protocolos gerados das árvores caídas no temporal de 2023.

Fonte: Autores, 2024.

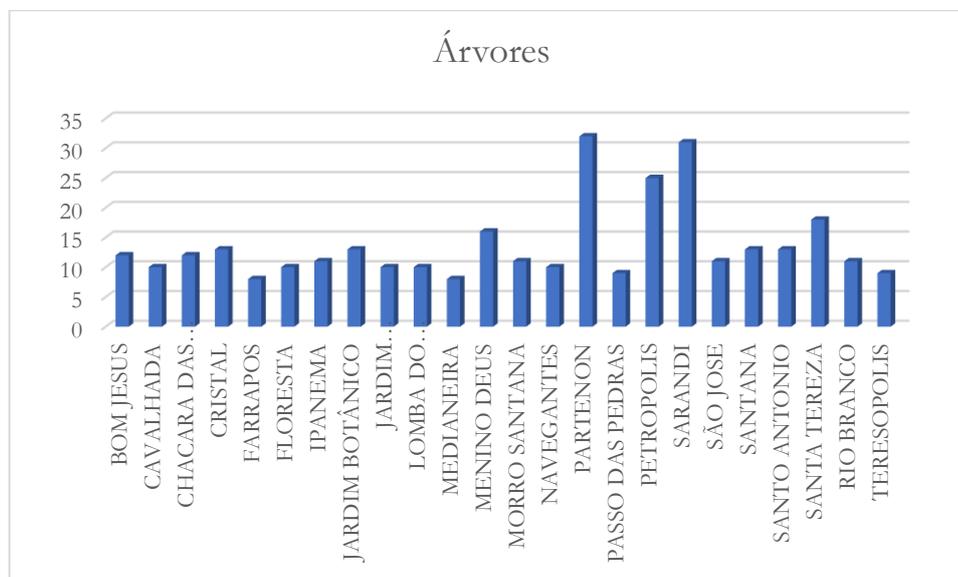
Tal condição está atrelada às condições de solo das regiões, como Argissolos vermelho amarelo com manchas de Cambissolos háplico caracterizados morfologicamente como solos pouco desenvolvidos em formação com horizonte B textural, que ainda apresentam material rochoso pela presença de materiais primários e teores nocivos de alumínio, sendo para esta classificação necessário correção de acidez, além de adubação com macronutrientes e micronutrientes para obter maior estabilização das espécies arbóreas, principalmente no meio urbano que apresenta maiores limitações de solo em função dos conflitos com elementos urbanos e pavimentação os quais tendem a reduzir a área permeável do solo para desenvolvimento das árvores, sendo este o fator marcante de queda das árvores no temporal nos bairros Lomba do Pinheiro e Petrópolis que constituem esta tipologia de solo.

Já os bairros Sarandi e Belém Novo são classificados com associação de Planossolos hidromórficos, Gleissolos háplicos e Plintossolos argilúvicos; Associação de Planossolos hidromórficos, Gleissolos háplicos e Neossolos flúvicos; Associação de Gleissolos e Neossolos flúvicos e associação de Gleissolos háplicos e Planossolos hidromórficos e estão associados a afloramentos rochosos com permeabilidade muito baixa o que pode resultar em deslizamentos de solo ao longo dos canais de drenagem e, conseqüentemente a queda dos vegetais.

Com relação ao temporal transcorrido em dezesseis de janeiro de 2024, os bairros que obtiveram maiores índices de queda de árvores foram Partenon (0,32%), Sarandi (0,31 %) e Petrópolis (0,25%) predominando Argissolos vermelho associados com argissolos vermelho amarelo e argissolos vermelho amarelo com cambissolos háplicos no Partenon e, Planossolos

hidromórficos, Gleissolos háplicos e Plintossolos argilúvicos no Sarandi e Petrópolis e manchas de gleissolos e neossolos flúvicos no Petrópolis Figura 2.

Figura 2 – Quantitativo de Protocolos gerados das árvores caídas no temporal de 2024.



Fonte: Autores, 2024.

No início do ano, mais precisamente durante os meses de janeiro, fevereiro e março, já temos transcorrido toda a primavera e auge do verão. Todos os vegetais vivos e, portanto, em crescimento vegetativo, circulação de seiva, rebrotas de novas terminações de galhos, folhas jovens e tecidos jovens de crescimento posterior ao inverno e início da primavera atingem atualmente o pico de vigor vegetativo e a totalidade das espécies vegetais encontram-se neste ápice de crescimento anual.

A copa dos vegetais é mais densa que um ano atrás, crescendo de ano a ano, ramos maiores e revigorados. E agora, neste período, não temos mais galhos secos aguardando a primavera e retomada da fisiologia de crescimento estacional. Os vegetais que deveriam brotar, já brotaram, sendo determinados pela luminosidade maior neste período, as temperaturas são mais elevadas nesta estação do verão, sendo o período que determina intenso vigor de crescimento. Ainda neste período, observou-se que vegetais sem cobertura verde neste momento estão desvitalizados ou mortos. No final do outono, inverno e início da primavera certamente veremos copas secas e vigor não intenso, onde enquadram-se como vegetais em senescência, latência ou sem crescimento, pelo frio, pela baixa radiação solar e, aguardam o rebrote de todo o ano.

A idade dos vegetais neste verão de 2024 em Porto Alegre, é certamente a mais elevada na média já verificada na região. Portanto, apresentam vegetais adultos e tempo de vida suficiente para

atingir o crescimento e desenvolvimento natural e maduro. As espécies de grande porte apresentam seus exemplares já crescidos e antigos, peso e dimensões consideráveis, muitas já com fuste e galhos não totalmente fortalecidos para suportar seu próprio peso devido a idade avançada.

O meio urbano pode ser considerado um limitador do solo disponível para adequados enraizamentos principalmente das espécies de grande porte. O pavimento de vias, as tubulações de água e esgoto, a compactação do solo construído e alterado pelas estruturas civis urbanas acaba limitando enraizamentos amplos e estáveis, a barreira do meio fio de granito, o alicerce do muro e do pavimento não permitem a naturalidade e expansão das raízes, sendo que vegetais de grande porte necessitam de raízes capazes de estabilizar o peso, o eixo gravitacional do tronco e copa. Neste contexto, constatou-se que os vegetais de Porto Alegre mais pesados e de idade avançada apresentam peso considerável e dimensões de raízes insuficientes para estabilização. Durante a vida do vegetal, ocorre avaria por obra, por colisão, drenagem e erosão subterrânea de solo próximo da raiz.

Cabe-se ressaltar que a causa da queda das árvores em ambos os temporais não está atrelada exclusivamente pela senescência dos vegetais, pois também houve queda de indivíduos jovens, sendo assim o fator solo tem influência direta no tombamento das árvores pois solo instável por encharcamento ou insistência parcial por erosão da enxurrada causa mobilidade do mesmo e, conseqüentemente temos raízes sem fixação comprometendo o crescimento celular da mesma, redução dos pelos absorventes e integridade da coifa.

Figura 3 – Argissolo vermelho amarelo háplicos e Plintossolos argilúvicos.



Fonte: Autores, 2024.

Figura 4 – Planossolos hidromórficos, Gleissolos.



Fonte: Autores, 2024.

Figura 5 – Perfil do solo encontrado no bairro Lomba do Pinheiro evidenciando solos rasos e perda da camada superficial.



Fonte: Autores, 2024.

4 CONCLUSÃO

Conforme a classificação dos tipos de solos predominantes em Porto Alegre nas regiões que obtiveram maiores índices de queda de árvores detectou-se solos rasos de pouca

permeabilidade com predominância de gradiente B textural com forte tendência a erosão causando perda da camada superficial do solo, resultando no tombamento das árvores.

Cambissolos háplicos e Argissolos vermelho-amarelo requerem maiores cuidados conservacionistas com o preparo e adubação com NPK e correção de acidez e, em decorrência da pouca profundidade sugere-se realizar o plantio de novas espécies com sistema radicular não agressivo mantendo a proporcionalidade do volume de solo e raízes para maior estabilidade dos vegetais.

Os solos que mais sofrem pressão urbana são os Planossolos hidromórficos que ocorrem em ambientes frágeis como as várzeas, sendo assim não são solos mais indicados para arborização de Porto Alegre requerendo maiores cuidados no plantio e mais criteriosos na escolha das espécies arbóreas para plantio.

REFERÊNCIAS

PEDRON, F. **Classificação do potencial de uso das terras no perímetro urbano de Santa Maria – RS**. Dissertação de mestrado (Mestrado de Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2005. 75 p.

PEREIRA, B. **Análise dos efeitos do entorno urbano sobre o sistema radicular de árvores viáveis de São Mateus do Sul – Paraná**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Florestal). UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. Dois Vizinhos. 2017. 103 p.

CAPÍTULO 3

ATRIBUTOS QUÍMICOS E GRANULOMETRIA DO SOLO EM DIFERENTES ÁREAS DE MATA NATIVA NO CERRADO PIAUIENSE

Ana Paula Martins de Sousa   

Universidade Federal do Piauí – UFPI/CPCE, Bom Jesus, Piauí, Brasil

Jacqueline Sousa Paes Landim   

Universidade Federal do Piauí – UFPI/CPCE, Bom Jesus, Piauí, Brasil

Jhoice Ferreira Borges   

Universidade Federal do Piauí – UFPI /CPCE, Bom Jesus, Piauí, Brasil

Jenilton Gomes da Cunha   

Universidade Federal do Piauí – UFPI/CPCE, Bom Jesus, Piauí, Brasil

Anny Mykaelly de Sousa   

Universidade Federal do Piauí – UFPI /CPCE, Bom Jesus, Piauí, Brasil

Maria Eduarda de Sousa Sá   

Universidade Federal do Piauí – UFPI /CPCE, Bom Jesus, Piauí, Brasil

Daniele Galvão Alencar   

Universidade Federal do Piauí – UFPI /CPCE, Bom Jesus, Piauí, Brasil

Aimeé Jordânia de Aquino Rocha   

Universidade Federal do Piauí – UFPI /CPCE, Bom Jesus, Piauí, Brasil

Liliane Ferreira Borges   

Universidade Federal do Piauí – UFPI /CPCE, Bom Jesus, Piauí, Brasil

Julian Junio de Jesus Lacerda   

Universidade Federal do Piauí – UFPI /CPCE, Bom Jesus, Piauí, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.678 

0107 0110011

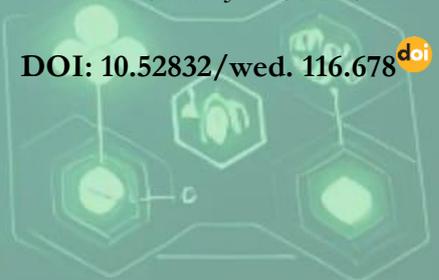


5,37



640

0107 0110011



00



00

2,09

Resumo: Características físicas e químicas do solo possui grande importância no manejo e produtividade das culturas. Esses atributos têm sido objeto de crescente investigação em diversas condições de uso e manejo do solo. Diante disto, avaliou-se os atributos químicos e físicos dos solos sob vegetação nativa em diferentes regiões do cerrado piauiense. Foram coletadas seis amostras de solo com o auxílio de um trado holandês em áreas de mata nativa de três municípios do Piauí (Alvorada do Gurguéia, Gilbués e Sebastião Leal), em duas camadas, (0-20 e 20-40 cm). As análises foram realizadas no laboratório de Análise de Solo da UFPI/CPCE. As análises foram: pH, teores de macro e micronutrientes, acidez potencial, carbono orgânico, matéria orgânica, e granulometria. Os solos demonstraram valores de pH baixos nas áreas de Alvorada do Gurguéia e Sebastião Leal nas duas camadas, caracterizando-os como solos ácidos, em contrapartida, o solo de Gilbués apresenta-se com valores de pH altos, demonstrando comportamento de alcalinidade do solo. De acordo com os resultados conclui-se que o solo de Gilbués apresenta características de solo férteis e os solos de Alvorada do Gurguéia e Sebastião Leal apresentam comportamento típico de solos naturais de cerrado, solos ácidos e de baixa fertilidade.

Palavras-chave: Conservação. Fertilidade. Físico-químico.

1 INTRODUÇÃO

As características físicas e químicas do solo têm um papel importante no manejo e produtividade das culturas. Esses atributos têm sido objeto de crescente investigação em diversas condições de uso e manejo do solo (Martins *et al.*, 2019).

A produção agrícola é influenciada, dentre outros fatores, pelos atributos do solo, que é um sistema dinâmico. O estudo e a quantificação das propriedades físicas e químicas do solo, especialmente em áreas destinadas ao cultivo, permitem a implementação de práticas de manejo adequadas para transformar solos inférteis em agricultáveis (Montanari *et al.*, 2015).

A expansão agrícola no cerrado do nordeste brasileiro introduziu solos naturalmente inférteis, ácidos e com baixa disponibilidade de cátions básicos ao sistema produtivo. Esses solos são caracterizados principalmente pela escassez de fósforo e potássio, o que dificulta a produção agrícola (Carneiro *et al.*, 2016).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os atributos químicos e físicos dos solos de vegetação nativa em diferentes regiões do cerrado piauiense.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado com solos coletados em áreas de mata nativa localizadas em três municípios do estado do Piauí, sendo eles: Alvorada do Gurguéia, Gilbués e Sebastião Leal. No município de Alvorada do Gurguéia, o solo foi coletado na Fazenda Escola Alvorada do Gurguéia (FEAG), pertencente a UFPI, o clima dessa região, de acordo com Köppen, é do tipo Aw (clima tropical, com inverno seco), com temperatura média anual de 26 °C a 27,8 °C e precipitação média anual entre 900 e 1.200 mm ano⁻¹. Também foi feita a coleta de amostras de solo em Gilbués,

município localizado no sudeste do Piauí, o clima da região é classificado, de acordo com Köppen, como sendo Aw (clima tropical com estação seca de inverno), a temperatura varia entre 25 e 36 °C e com precipitação média de 1.100 mm. No município de Sebastião Leal o solo foi coletado na Fazenda Chapada do Céu, de acordo Köppen a região possui clima tropical de savana Aw, a temperatura média anual é de 26°C e a pluviosidade média anual é de 1.006 mm.

As amostras de solo foram coletadas manualmente com auxílio de um trado holandês, em duas profundidades 0-20 e 20-40 cm, em áreas de mata nativa de três regiões do Piauí (Alvorada do Gurguéia, Gilbués e Sebastião Leal) e foram retiradas 2 amostras de cada região, totalizando 6 amostras. Após a coleta, as amostras foram identificadas e levadas ao laboratório para processamento e obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA), em seguida foram realizadas as análises laboratoriais para quantificação dos atributos químicos e físicos dos solos. As análises químicas e granulométricas do solo foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos da Universidade Federal do Piauí-UFPI, Campus Professora Cinobelina Elvas-CPCE.

No laboratório, as amostras foram colocadas para secar e passadas em uma peneira de 2 mm, e posteriormente submetidas às análises químicas e granulométricas. A composição granulométrica foi determinada pelo método da pipeta, utilizando solução de NaOH 0,1N como dispersante químico e agitação mecânica em aparato de baixa rotação por 16 h, de acordo com a Embrapa (2011). Após separação da fração areia por peneiramento em malha 0,053 mm, a fração argila foi separada por sedimentação, de acordo com a lei de Stokes, sendo a fração silte determinada por diferença em relação ao total de argila mais areia.

A determinação do pH foi feita com a utilização de um eletrodo combinado imerso em suspensão de solo:água ou solo:solução na proporção 1:2,5 (água, KCl 1 mol L⁻¹ e CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹). Em copos plásticos de 100 mL foram adicionadas 10 cm³ da TFSA de cada uma das amostras de solo e em seguida foi feita a adição de 25 mL de água ou de solução, seguida de agitação para completa homogeneização e formação da suspensão. Após 30 a 60 minutos, foi determinado o pH das suspensões (Teixeira *et al.*, 2017). De posse dos dados de pH em KCl e em H₂O.

Os macronutrientes (P, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺), micronutrientes (Fe²⁺, Zn²⁺, Cu²⁺ e Mn²⁺), e alumínio trocável (Al³⁺) foram determinados e quantificados da seguinte forma: P, K⁺ e Na⁺ foram extraídos com Mehlich-1 (HCl 0,05 mol L⁻¹ e H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹), sendo o P quantificado por espectrofotometria a 660 nm, enquanto o K⁺ e o Na⁺, analisados por fotometria de chama. Os cátions trocáveis (Al³⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺) foram determinados utilizando-se uma solução extratora pelo método do KCl 1 mol L⁻¹ e posteriormente analisados por método volumétrico (Al³⁺), e absorção atômica (Ca²⁺ e Mg²⁺). Os micronutrientes Zn, Cu, Fe e Mn foram extraídos com Mehlich 1 e determinados por espectrofotometria de absorção atômica com chama (Teixeira *et al.*, 2017).

A análise carbono orgânico (C.O.) foi realizada com base na metodologia desenvolvida por Mendonça e Matos (2005) adaptado de Yeomans e Bremner (1988). O cálculo para determinação do teor de CO foi realizado conforme as equações:

$$A = [(V_{ba} - V_{am}) \times (V_{bn} - V_{ba}) / V_{bn}] + (V_{ba} - V_{am})$$

Em que V_{ba} corresponde ao volume gasto na titulação do branco controle com aquecimento, o V_{bn} é o volume gasto na titulação do branco controle sem aquecimento e V_{am} é o volume gasto na titulação da amostra.

$$CO(\text{dag kg}^{-1}) = \frac{(A)(\text{molaridade Sulf. Ferroso})(3)(100)}{\text{Peso da amostra (mg)} * 5/3}$$

Em que o 3 é o resultado da relação entre o número de mols de Cr_2O_7^- que reagiram com Fe^{2+} (1/6), multiplicado pelo número de mols de Cr_2O_7^- que reagiram com C^0 (3/2), multiplicado pela massa atômica do C (12). E o 100 é o fator de conversão de unidade (mg mg^{-1} para dag kg^{-1}). O resultado foi obtido em porcentagem e transformado para g/kg multiplicando o resultado por 10.

Utilizando o resultado do CO encontrado, foi estimado o teor de matéria orgânica do Solo (MOS) em cada uma das amostras. Baseando-se na premissa de que a matéria orgânica possui 58% de carbono orgânico, fez-se uma multiplicação do teor de CO de cada amostra por um fator 1,724.

A acidez potencial (H+Al) das amostras de solo foi extraída com acetato de cálcio tamponado a pH 7,0 e determinada volumetricamente com solução de NaOH em presença de fenolftaleína como indicador (Campos *et al.*, 2017a). Posteriormente, com base nos resultados das análises químicas, foram determinadas a soma de bases (SB), a capacidade de troca de cátions total (T), saturação por bases (V%), e saturação por alumínio (m). A SB foi obtida pelo somatório dos teores das bases Ca, Mg, K e Na, em cmolc kg^{-1} . A T foi determinada pela soma entre o SB e a acidez potencial (H+Al). A V% foi calculada pela razão entre a SB e a T, multiplicando o resultado por 100 (Teixeira *et al.*, 2017). Já a saturação por alumínio (m) foi obtida pela proporção de alumínio solúvel em relação aos teores de bases trocáveis + Al^{3+} (Campos *et al.*, 2017b).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises para determinação dos atributos químicos e granulométricos dos solos estudados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultado da análise química e granulométrica das amostras de solo estudados, coletados das camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade nos municípios de Alvorada do Gurguéia, Gilbués e Sebastião Leal localizados no Estado do Piauí.

Alvorada do Gurguéia-PI											
Profundidade (m)	pH (H ₂ O)	H+Al	Al	Ca	Mg	K	SB	T	P		
									_____ mg dm ⁻³ _____		
3											
cmolc dm ⁻³											
0,00 - 0,20	4.78	1.48	1.0	0.29	0.02	0.04	0.35	1.83	2.5		
0,20 - 0,40	4.57	1.07	1.0	0.24	0.02	0.01	0.27	1.35	1.8		
Micronutrientes											
Profundidade (m)	Cu	Mn	Fe	Zn	V%	M	MO	C.O.	Areia Silte Argila		
									_____ g/kg _____		
mg dm ⁻³											
0,00 - 0,20	0.10	5.85	89.5	0.14	19.0	74.2	1.45	6.48	88.0	4.0	8.0
0,20 - 0,40	0.10	2.34	131.6	0.0	20.3	78.5	1.40	6.48	88.1	4.0	7.9
Gilbués-PI											
Profundidade (m)	pH (H ₂ O)	H+Al	Al	Ca	Mg	K	SB	T	P		
									_____ mg dm ⁻³ _____		
3											
cmolc dm ⁻³											
0,00 - 0,20	7.98	0.76	0.0	23.40	0.61	0.09	24.11	24.86	86.2		
0,20 - 0,40	8.71	0.64	0.0	2.46	1.15	0.06	3.66	2.22	42.9		
Micronutrientes											
Profundidade (m)	Cu	Mn	Fe	Zn	V%	M	MO	C.O.	Areia Silte Argila		
									_____ g/kg _____		
mg dm ⁻³											
0,00 - 0,20	0.15	110.9	46.9	1.41	97.0	0	121.9	6.48	84.7	6.2	9.1
0,20 - 0,40	0.05	75.4	83.4	0.13	85.2	0	14.4	2.16	93.0	2.6	4.4
Sebastião Leal-PI											
Profundidade (m)	pH (H ₂ O)	H+Al	Al	Ca	Mg	K	SB	T	P		
									_____ mg dm ⁻³ _____		
3											
cmolc dm ⁻³											
0,00 - 0,20	4.78	4.50	2.97	0.17	0.33	0.01	0.60	5.1	2.27		
0,20 - 0,40	4.51	2.69	2.34	0.06	0.17	0.08	0.25	2.94	1.62		
Micronutrientes											
Profundidade (m)	Cu	Mn	Fe	Zn	V%	M	MO	C.O.	Areia Silte Argila		
									_____ g/kg _____		
mg dm ⁻³											
0,00 - 0,20	0.15	4.66	59.0	1.71	11.17	83.84	6.04	10.80	76.49	2.6	20.91
0,20 - 0,40	0.09	1.45	52.76	0.70	8.38	90.15	5.29	6.48	75.50	2.95	21.55

P, K, Cu, Fe, Mn e Zn - Extrador Mehlich1; Ca, Mg e Al - Extrator KCl - 1 mol/L; H+Al - Extrator Acetato de Cálcio a pH 7,0; Mat. Org. (MO) – Estimado pelo CO₂; C.O. - método via úmida; SB = Soma de Bases Trocáveis; CTC (T) - Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V% = Índice de Saturação de Bases; m = Índice de Saturação de Alumínio.

Fonte: Autores, 2024.

Os resultados observados na tabela 1, demonstram valores de pH baixos nas áreas de Alvorada do Gurguéia e Sebastião Leal nas duas profundidades, caracterizando-os como solos

ácidos, em contrapartida, o solo de Gilbués apresenta-se com valores de pH altos, demonstrando comportamento de alcalinidade do solo.

Em virtude do comportamento alcalino do solo de Gilbués não foi detectado presença de alumínio (Al^{3+}). Atrelado a isso, o solo dessa região apresentou uma elevada saturação de bases 97.0% e 85.2% nas camadas 0-20 e 20-40 cm respectivamente ($V\% > 50\%$, solo fértil) e alta capacidade de trocas de cátions-CTC (T) 24.86 na profundidade 0-20 cm, esse comportamento pode ser explicado pelo fato de que os sítios de trocas de cargas encontram-se ocupados primordialmente por bases trocáveis, principalmente cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) que apresentaram concentrações altas nessa área.

Já os solos de Alvorada e Sebastião Leal apresentaram uma baixa saturação de bases ($V\%$) 19.0 e 11.17 na camada superficial das respectivas regiões, sendo desta forma considerados como solos distróficos ($V\% \geq 50\%$, solos pouco férteis), apresentando elevadas taxas de saturação por alumínio (m%), em Alvorada 74.2% e 78.5% e Sebastião Leal 83.84% e 90.15% ambas nas profundidades 0-20 e 20-40 cm respectivamente, a capacidade de trocas de cátions-CTC (T) foi baixa; em relação às concentrações de cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e potássio (K^+) nas duas regiões foram consideradas baixas. Os solos distróficos geralmente são muito pobres em Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ e apresentam teor de alumínio trocável muito elevado, chegando a apresentar saturação em alumínio (m%) superior a 50%, como os solos em questão, onde a concentração de alumínio trocável varia de 1.0 a 2.97 cmolc dm^{-3} em Alvorada e Sebastião Leal respectivamente.

De acordo com Prezotti *et al.* (2013) a disponibilidade dos micronutrientes é fortemente influenciada pelo pH do solo; em condições de $\text{pH} < 5.5$ existe uma boa disponibilidade dos micronutrientes: Zn, Cu, Fe e Mn, enquanto que em ambientes de $\text{pH} > 6.5$ existe uma baixa disponibilidade desses micronutrientes, o estudo em questão demonstra comportamento em parte contraditório a afirmativa dos autores, pois em condições de pH alcalino (solo de Gilbués) os teores de Fe e Mn foram considerados altos e Zn apresentou teor médio. Nos solos de Alvorada do Gurguéia (pH 4.78 e 4.57) e Sebastião Leal (pH 4.78 e 4.51) os teores dos micronutrientes seguiram a mesma tendência da afirmativa dos autores citados anteriormente, onde todos os micronutrientes (Mn, Fe e Zn) apresentaram altos teores devido ao baixo valor do pH do solo com exceção do Cu que apresentou baixo teor, tanto em condições do solo de pH mais baixo quanto de pH mais alto.

No que diz respeito a capacidade de troca de cátions-CTC dos solos estudados, a região de Gilbués apresentou CTC elevada na camada superficial (24.86 cmolc dm^{-3}), enquanto os solos de Alvorada e Sebastião Leal apresentaram baixa CTC.

Em relação a alta CTC da região de Gilbués, embora as argilas minerais, as substâncias húmicas e os óxidos de ferro e alumínio sejam os principais colóides responsáveis pela capacidade

de troca de cátions (CTC) dos solos sob condições tropicais, os solos dessa região caracterizaram-se por ser solos de textura arenosa, com baixo teor de MO, no entanto acredita-se que a argila presente na composição granulométrica desse solo seja argila de alta atividade. Os solos dessa região destacam-se por apresentar argilas com comportamento de expansão e contração, característica expressa pelas argilas do tipo 2:1, sendo este tipo de argila de alta atividade. É importante enfatizar que, na determinação da CTC do solo, é crucial considerar o pH em que ocorre a troca catiônica. Além das cargas negativas eletrovalentes, existem cargas covalentes que se manifestam ou não, dependendo do pH do meio. Parte das cargas negativas do solo (eletrovalente) é permanente, enquanto a outra parte (covalente) é dependente do pH. Nesse contexto, é relevante destacar o comportamento alcalino desse solo e a influência do pH na CTC deste solo.

Em Alvorada do Gurguéia e Sebastião Leal, as baixas capacidades de trocas catiônicas (CTC) indicam que esses solos apresentam pequena capacidade para reter cátions em forma trocável. A comprovação desses resultados é expressa pelo baixo valor de V% (<50%) nesses dois locais, onde há a predominância de solos distróficos (pouco férteis), os quais são muito pobres em Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ e apresentam teor de alumínio trocável muito elevado, chegando a apresentar saturação em alumínio (m%) superior a 50%.

Em relação a análise granulométrica, todos os solos estudados apresentam textura arenosa, segundo Santos *et al.* (2008) a textura do solo influencia na disponibilização de nutrientes para as plantas, especialmente P, S e Zn, visto que solos mais intemperizados e com alta concentração de argila possuem uma maior capacidade de tamponamento de P, resultando em uma menor liberação desse nutriente na solução do solo. Em contraste, solos arenosos, têm uma menor capacidade de tamponamento, facilitam a transferência de P, S e Zn para a solução, permitindo uma maior absorção desses nutrientes pelas plantas.

Quanto ao teor de matéria orgânica do solo (MOS), conforme observado na tabela 1, verifica-se que nos solos de Gilbués e Sebastião Leal há um decréscimo à medida que a profundidade aumenta. Dados similares foram encontrados no trabalho de Serpa *et al.* (2020) que observaram uma diminuição no teor de MOS de acordo com as profundidades em solos do cerrado, apresentando valores médios 3 vezes menores à medida que a análise é feita em profundidades maiores. Isto pode ser explicado pelo maior aporte e deposição de resíduos orgânicos na camada superficial do solo. Entretanto, os resultados obtidos dos solos coletados em Alvorada do Gurguéia revelam uma situação diferente, onde não foram observadas diferenças no teor de MOS entre as duas profundidades estudadas. Essa uniformidade pode estar associada a fatores locais específicos, como o clima, relevo, tipo de vegetação e principalmente características

específicas do próprio solo, indicando uma distribuição mais homogênea dos resíduos orgânicos ao longo das camadas.

Assim como observado para o teor de MO, o teor de carbono orgânico (CO) se manteve semelhante entre as duas profundidades nos solos coletados em Alvorada do Gurguéia e houve variação para os de Gilbués e Sebastião Leal, onde foi verificado uma diminuição no teor de CO da camada mais superficial (0-20 cm) para a subsuperficial (20-40 cm) (tabela 1). Isso é explicado por que o CO é o carbono que compõe a MO do solo, portanto sofre variação em função da concentração de MO do solo e da densidade do mesmo (Soares, 2019). No entanto, os valores obtidos neste estudo foram inferiores ao observado por outros autores. Queiroz *et al.* (2012) avaliaram o teor de carbono orgânico total em diferentes profundidades (de 10-20 cm e 20-40cm) e obtiveram em solos de mata nativa média de 23,77 g kg⁻¹. Esse baixo teor de CO apresentado nas amostras analisadas deste estudo, pode ser explicado devido a essas regiões registrarem altas temperaturas na maior parte do ano. A MOS é extremamente sensível à temperatura e seu teor no solo pode diminuir à medida que a temperatura aumenta (He *et al.*, 2014). Dessa forma, já que o teor de CO está intimamente ligado ao da MO, a depender do período de coleta (chuvoso ou seco), o teor CO no solo pode sofrer alterações, pois temperaturas amenas favorecem o estoque de carbono no solo (Peri *et al.*, 2024).

4 CONCLUSÃO

O estudo dos atributos físico-químicos em áreas de mata nativa nas regiões do Piauí demonstra que o solo de Gilbués apresenta características que o define como solos férteis. Enquanto os solos de Sebastião Leal e Alvorada do Gurguéia evidenciaram características típicas de solos de cerrado, apresentando uma baixa fertilidade natural, sendo necessárias práticas de manejo capazes de transformar essas áreas em área agrícola.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, D. V. B.; TEIXEIRA, P. C.; SALDANHA, M. F. C.; PÉREZ, D. V. Percentagem de saturação por alumínio. In: Teixeira, P. C.; Donagemma, G. K.; Fontana, A.; Teixeira, W. G. (Eds). Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. revisada e ampliada. Brasília-DF: **Embrapa**, p.245-246, 2017b.

CARNEIRO, J. S. S.; SANTOS, A. C. M.; FIDELIS, R. R.; SILVA NETO, S. P.; SANTOS, A. C.; SILVA, R. R. Diagnóstico e manejo da variabilidade espacial da fertilidade do solo no cerrado do Piauí. **Revista de Ciências Agroambientais**, v.14, n. 2, p. 10-21, 2016.

EMBRAPA/CNPS. Empresa de pesquisa agropecuária/Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Métodos de Análise de Solo. Rio de Janeiro. 212p. 2011.

HE, N. P.; WANG, R. M.; ZHAN, Y. H.; CHEN, Q. S. Carbon and nitrogen storage in Inner Mongolian grassland.: relationships with climate and soil texture. **Pedosphere**, v. 24, p.391–398, 2014.

MARTINS, E. A.; CARDOSO, C. D. V. Diagnóstico da adoção de tecnologias de agricultura de precisão em propriedades rurais do Rio Grande do Sul. **Revista interação**, v. 10, n. 1, p. 120-129, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5902/2357797536692>.

MENDONÇA, E. DE S., MATOS, E. DA S. **Matéria Orgânica do solo: métodos de análise**. Viçosa-MG, 2005.

MONTANARI, R.; PANACHUKI, E.; LOVERA, L. H.; CORREA, A. R.; OLIVEIRA, I. S.; QUEIROZ, H. A.; TOMAZ, P. K. Variabilidade espacial da produtividade de sorgo e de atributos do solo na região do ecótono Cerrado-Pantanal, MS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, n. 2, p. 385-396, 2015.

PERI, P.L.; GAIÁTAN, J.; MASTRANGELO, M. *ET AL*. Soil organic carbon stocks in native forest of Argentina: a useful surrogate for mitigation and conservation planning under climate variability. **Ecological Processes**, v.13, 2024.

PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI, M. A. Guia de interpretação de análise de solo e foliar– Vitória, ES: **Incaper**, p.104, 2013.

QUEIROZ, L. R.; NETO, M. M. G.; ALVARENGA, R. C.; MENDES, F. F.; SIMÃO, E. P.; WILDA, L. R. M. Estoque de carbono e densidade de solo sob cultivo com diferentes culturas agrícolas, em Sete Lagoas, MG. *In*: Congresso Nacional De Milho E Sorgo, 29., 2012, Águas de Lindóia. Diversidade e inovações na era dos transgênicos: resumos expandidos. Campinas: Instituto Agrônômico; Sete Lagoas: **Associação Brasileira de Milho e Sorgo**, p. 1705-1711, 2012.

SOARES, D. G. **Variação no estoque de carbono em sistemas agrícolas, Palmas - TO**. Monografia (Universidade Federal do Tocantins) – Curso de engenharia ambiental, 2019.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Ed.). Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: **Embrapa**, p. 573,2017.

YEOMANS, J. C., BREMNER, J. M. A Rapid and precise method for routine determination of carbon in soil. **Commun. in Soil Sci.** Plant Anal., 19:1467-1476, 1988.

CAPÍTULO 4

CARACTERÍSTICAS ELETROQUÍMICAS DE SOLOS SOB CLIMA TROPICAL SAZONAL E SEMIÁRIDO NO ESTADO DO PIAUÍ

Gonçalves Albino Daula   

Universidade Federal do Piauí – UFPI, Piauí, Brasil

Amanda Ferreira da Silva   

Universidade Federal do Piauí – UFPI, Piauí, Brasil

Vânia Maria Gomes da Costa Lima   

Universidade Federal do Piauí – UFPI, Piauí, Brasil

Ana Alice Salmito Nolêto de Campos Ferreira   

Universidade Federal do Piauí – UFPI, Piauí, Brasil

Julian Junio de Jesus Lacerda   

Universidade Federal do Piauí – UFPI, Piauí, Brasil

DOI: 10.52832/wed. wed.116.679 



Resumo: A eletroquímica do solo estuda o comportamento da fração mineral e orgânica dos solos tropicais intemperizados. Objetivou-se caracterizar os atributos eletroquímicos de duas amostras de solos do estado do Piauí. Coletou-se duas amostras de solos nas regiões de Bom Jesus e Curimatá, nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm. As amostras foram secas ao ar, peneiradas e submetidas às seguintes análises: pH em H₂O, KCl 1M e CaCl₂ 0,01M, ponto de efeito salino nulo (PESN), e calculados delta pH (Δ pH), ponto de carga zero (PCZ) e potencial elétrico superficial (ψ_0). O PESN foi determinado utilizando o programa computacional PESN para Windows versão 1,01. O método adotado foi da titulação potenciométrica em solução de NaCl nas concentrações 0,2; 0,02 e 0,004 M. Os valores de PESN variaram de 1,98 a 6,63 e PCZ de 2,94 a 4,53. Todos os solos apresentaram valores de PESN e PCZ menores que pH em H₂O resultando valores negativos de ψ_0 e Δ pH. Os valores negativos para ψ_0 e Δ pH demonstram que os valores da CTC destes solos são superiores aos da CTA em condições de pH natural. Concluiu-se que nos solos do estado do Piauí estudados, há uma predominância de cargas negativas variáveis.

Palavras-Chave: Potencial elétrico superficial. Carga superficial líquida. PESN. PCZ.

1 INTRODUÇÃO

Os solos do Cerrado têm como característica baixa fertilidade natural predomínio de argilas silicatadas e óxidos, principalmente de ferro e alumínio na fração argila (Lima *et al.*, 2022). Esses solos apresentam cargas eletroquímicas responsáveis pelos mecanismos de dispersão e flocculação dos coloides e pela capacidade de troca catiônica e aniônica, entre outros processos (Nunes *et al.*, 2021).

O estado do Piauí é caracterizado por apresentar o clima tropical quente e úmido e o clima semiárido, devido a sua transição Cerrado-Caatinga (Ratke *et al.*, 2020). Sendo o clima um dos fatores de formação dos solos, o estado apresenta características pedológicas distintas havendo predominância dos Latossolos amarelos. As cargas predominantes nesse tipo de solo são negativas, podendo variar segundo os sistemas de manejo e profundidade (Souza *et al.*, 2015). Essas cargas têm origem na fração mineral, sobretudo na fração argila, e na fração orgânica. Em relação às cargas originadas nas argilas, observa-se uma diferenciação entre cargas variáveis e cargas permanentes. Por ação do intemperismo ocorrem o decréscimo das cargas permanentes e aumento das cargas variáveis (Vinha *et al.*, 2021).

O balanço das cargas elétricas no solo pode ser negativo ($\text{pH} > \text{PCZ}$), positivo ($\text{pH} < \text{PCZ}$) ou nulo ($\text{pH} = \text{PCZ}$) (Kosmulski, 2021). Quando o balanço é nulo tem-se o Ponto de Carga Zero (PCZ), ou seja, uma igualdade entre a quantidade de cargas negativas e positivas (Kosmulski, 2021). Esse balanço de cargas eletroquímicas interfere diretamente no comportamento das partículas coloidais do solo, afetando propriedades como flocculação, dispersão, adsorção, troca catiônica e disponibilidade de nutrientes, dentre outras (Liu *et al.*, 2020).

Outro importante parâmetro para caracterização das cargas superficiais dos coloides é ponto de efeito salino nulo (PESN), pois permite determinar a carga superficial líquida das

partículas (Hu *et al.*, 2021). A determinação do PESN é de grande importância em estudos físico-químicos dos solos com cargas variáveis, visto que alguns fenômenos eletroquímicos que ocorrem na interface sólido-líquida são influenciados pela distribuição superficial de cargas elétricas, a qual varia de acordo com a diferença existente entre os valores de pH e de PESN (Liu *et al.*, 2020).

Assim, as reações eletroquímicas estão diretamente relacionadas com a variação das cargas elétricas na superfície dos coloides do solo, influenciando, o conhecimento acerca do comportamento destas cargas. Considerando o exposto e o fato que são escassas as informações a esse respeito para os solos que ocorrem na região Nordeste do Brasil, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar os atributos eletroquímicos de duas amostras de solos do estado do Piauí.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no laboratório de análises de solos da Universidade Federal do Piauí-UFPI, Campus Professora Cinobelina Elvas-CPCE, utilizando amostras de solos coletados em duas regiões do estado do Piauí: Bom Jesus, sob clima tropical sazonal e Curimatá, sob clima semiárido. As amostras foram coletadas nas profundidades superficiais (0-20 cm) e subsuperficial (20-40 cm) em área nativa, para solo de Bom Jesus, e em área da mineradora Cincal para o solo de Curimatá, em 2023.

Após a coleta, as amostras foram secas ao ar, passadas em peneiras de 2 mm de diâmetro de malha, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA) e caracterizadas física e quimicamente (Tabela 1 e 2) de acordo com Teixeira *et al.* (2017). A análise da granulometria foi realizada empregando-se o método da pipeta. O fósforo disponível (P), potássio (K), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) foram obtidos pela solução extratora Mehlich1 (HCl 0,05 mol L⁻¹ e H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹). Os cátions de Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ foram obtidos pela solução extratora de KCl (1 mol L⁻¹). Na determinação de Al³⁺ adicionou-se três gotas de azul de bromotimol (indicador) para realização da titulação com solução padronizada de NaOH (0,025 mol L⁻¹), até viragem de cor, de amarelo para verde-azulada persistente. Ca²⁺ e Mg²⁺ foram obtidos através da leitura no espectrômetro de absorção atômica com chama. Acidez potencial (H+Al) foi obtido pelo extrator Acetato de Cálcio a pH 7,0; e matéria orgânica (MO) pelo método de Walkley-Black. O carbono orgânico total do solo (COT) foi determinado via úmida com oxidação pelo dicromato de potássio (método de Walkley-Black) adaptado pelo Mendonça e Matos (2005), usando 100 mg de TFSA.

Para caracterização eletroquímica, determinou-se os valores de pH em H₂O, KCl 1M e CaCl₂ 0,01M utilizando a proporção 1:2,5 v/v de solo: líquido, seguindo metodologia descrita pelo Teixeira *et al.* (2017). Em seguida calculou-se o ponto de carga zero (PCZ) pela expressão: PCZ =

(pH KCl x 2) - pH H₂O (Keng e Uehara, 1974), e posteriormente foi calculado o delta pH (Δ pH) através da fórmula: Δ pH = pH H₂O - pH KCl (Tan, 1982).

O ponto de efeito salino nulo (PESN) foi realizada conforme metodologia de Teixeira *et al.* (2017), na qual foram separados 45 copos descartáveis de 50 mL, em cada um foi pesado 4,0 g de TFSA, estes foram ordenados em três filas de 15 copos e devidamente identificados. Em seguida adicionou-se solução de NaCl nos copos: aos da 1ª série adicionou-se 10 mL da solução a 0,2 mol L⁻¹; aos da 2ª série, 10 mL da solução a 0,02 mol L⁻¹ e aos da 3ª série, 10 mL da solução a 0,004 mol L⁻¹. Nas três séries, acrescentou-se solução de HCl e NaOH de acordo com valor tabelado, bem como água em cada um dos copos, a fim de completar o volume para 20 mL. O copo mediano (nº 8) foi denominado de zero, tendo recebido apenas solução de NaCl. Posteriormente manteve-se as soluções em equilíbrio por um período de 24 horas, agitando ocasionalmente, para que a reação de troca atingisse o equilíbrio. Após esse processo realizou-se a leitura do pH do sobrenadante de todos os copos.

O valor do de pH equivalente ao PESN para cada amostra de solo analisada foi obtido através da interseção das três curvas de titulação potenciométrica com diferentes forças iônicas de NaCl nas concentrações 0,2; 0,02 e 0,004 mol L⁻¹, utilizando-se o programa computacional PESN para Windows versão 1,01 de acordo com Alves *et al.* (2019), plotando-se na ordenada o pH da suspensão em equilíbrio e na abscissa a quantidade de H⁺ e OH⁻¹ (cmolc kg⁻¹ de solo) adicionados à suspensão na forma de HCl e NaOH.

O valor do potencial elétrico de superfície (ψ_0) expresso em mV, foi calculado utilizando-se a equação de Nernst simplificada por Rajj e Peech (1972) da seguinte forma: $\psi_0 = 59,1$ (PESN - pH), em que o PESN foi obtido tal como exposto, e valor de pH medido em água. A análise dos dados fundamentou-se na estatística descritiva, por se tratar de amostras aleatórias simples (fatores aleatórios).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Atributos físicos e químicos

Os resultados das análises físicas e químicas das amostras estão apresentados nas Tabelas 1 e 2. A fração granulométrica dominante nas amostras estudadas foi areia (Tabela 2). Em todas as amostras, maiores valores de argila foram registrados na profundidade subsuperficial (20-40 cm) enquanto, areia, matéria orgânica (M.O) carbono orgânico total (COT), CTC efetiva, CTC potencial (pH 7,0), fósforo (P), potássio (K) disponível, óxidos de fósforo (P₂O₅) e manganês (MnO) foram registrados na profundidade superficial (0-20 cm) (Tabela 1 e 2). Os valores de M.O e COT nas amostras variaram de 0,68 a 2,41% e 0,43 a 1,72%, respectivamente, estando abaixo do

desejado (5%) segundo Sousa e Lobato (2004). Os baixos valores de M.O e COT registrados são explicados pela predominância da fração areia nas amostras analisadas.

Tabela 1 - Atributos químicos de amostras dos solos estudados.

Amostra do solo	Profundidade (cm)	Ph			H+Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
		H ₂ O	KCl	CaCl ₂				
Bom Jesus	0-20	4,76	3,85	4,19	1,22	0,75	0,44	0,14
	20-40	4,91	3,95	4,14	1,07	1,00	0,37	0,04
Curimatá	0-20	6,83	5,68	6,05	0,72	0,00	3,06	5,56
	20-40	6,53	4,75	5,46	0,67	0,00	1,8	6,68

K ⁺	SB	T	T	m	V	P	K
cmolc dm ⁻³		%			mg dm ⁻³		
0,18	0,76	1,51	1,98	49,7	38,4	3,6	72,0
0,09	0,50	1,50	1,57	67,0	31,4	2,9	35,0
0,19	8,81	8,81	9,53	0,0	92,4	35,3	76,0
0,11	8,59	8,59	9,26	0,0	92,8	4,0	41,0

Atributos: pH obtido em relação solo: líquido igual a 1:2,5. H+Al = acidez potencial. Al³⁺ = acidez trocável. Ca²⁺ = Cálcio. Mg²⁺ = Magnésio. K = Potássio. SB = Soma de bases. t e T = capacidade de troca de cátions efetiva e potencial (pH 7,0), respectivamente. V = saturação por bases; m = saturação por alumínio. SB = Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺. t = SB + Al³⁺. T = SB + (H + Al). m = 100 Al³⁺/t. V = 100 SB/T.

Fonte: Autores, 2024.

Tabela 2 – Micronutrientes, matéria orgânica, carbono orgânico total das amostras dos solos estudados.

Amostra do solo	Profundidade (cm)	Cu	Mn	Fe	Zn	M.O	COT
		mg dm ⁻³					
Bom Jesus	0-20	0,20	7,21	84,6	0,46	11,17	6,48
	20-40	0,09	3,58	63,8	0,11	7,44	4,3
Curimatá	0-20	2,92	310,0	72,3	2,77	29,79	17,28
	20-40	3,44	145,0	99,1	2,64	14,89	8,64

Atributos: Cu = Cobre; Mn = Manganês; Fe = Ferro; Zn = Zinco; MO= Matéria orgânica; COT= Carbono Orgânico Total.

Fonte: Autores, 2024.

Os valores de pH das amostras variaram de 3,85 a 6,83, indicando que os solos são ácidos (Tabela 1). Essa acidez é explicada pelo fato de os solos estudados serem de uma região tropical, que apresenta geralmente solos ácidos e fertilidade natural baixa (Alovisi *et al.*, 2021). Outro fator da acidez está associado a presença de M.O, grau de intemperização e material de origem da formação desses solos característicos do semiárido (Matias *et al.*, 2020).

No que se refere à saturação por bases (V%), amostra de Bom Jesus, apresenta-se como distróficas (V% < 50%) em ambas profundidades, devido baixa concentração de Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺,

associada alta acidez potencial (H+Al) e presença de alumínio (Al^{3+}) na solução, deixando assim o solo álico, dado que a saturação por alumínio (m%) foi igual ou superior a 50%. Já amostra de Curimatá, apresenta-se como eutrófica ($V\% > 50\%$), devido maior concentração de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ na solução do solo associada a menor valor de H+Al e ausência de Al^{3+} e (m%) (Tabela 1).

Em relação, a CTC efetiva, CTC potencial, amostra de Curimatá, apresentou maiores valores em ambas profundidades, devido maiores valores de soma de bases (SB) resultante da maior concentração de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ associado maiores valores de pH (Tabela 1), MO e COT (Tabela 2) que aumenta CTC dos coloides do solo. Segundo Sousa e Lobato (2004) a CTC, relaciona-se com pH, teores de carbono e mineralogia do solo.

Os teores de P disponível foram muito baixo ($P \leq 6,0 \text{ mg dm}^{-3}$) e muito bom ($P > 30,0 \text{ mg dm}^{-3}$) nas amostras estudadas, ao passo que os teores de K disponível foram baixo ($16-40 \text{ mg dm}^{-3}$), médio ($41-70 \text{ mg dm}^{-3}$) e bom ($71-120 \text{ mg dm}^{-3}$), segundo Alvarez V *et al.* (1999). Os teores maiores de P e K disponíveis foram registrados na profundidade superficial (0-20cm) da amostra de Curimatá. Esses resultados são explicados pelos maiores valores de pH, M.O, COT da amostra em análise (Tabela 1 e 2).

3.2 Caracterização eletroquímica

Os atributos eletroquímicos das amostras estão apresentados na Tabela 3. Em relação pH, os solos estudados apresentam a seguinte tendência: $pH H_2O > pH CaCl_2 > pH KCl$ (Tabela 1). A variação entre o pH determinados em H_2O e KCl foi de 0,91 a 1,78 unidades, enquanto a variação entre o pH em H_2O e $CaCl_2$, foi de 0,57 a 1,07 unidades. Os menores valores de pH apresentados na solução de KCl e $CaCl_2$ em comparação a H_2O é devido ao potencial elétrico negativo na superfície dos coloides, que permite a troca de K^+ e Ca^{2+} , por íons H^+ , que diminuem o pH da solução (Alleoni *et al.*, 2009). Os valores de PESN variaram de 1,98 a 6,63 e PCZ de 2,94 a 4,53 para os solos estudados (Tabela 3). Os valores obtidos estão de acordo com a literatura que refere os óxidos de ferro e alumínio possuem PCZ e PESN mais elevados (7,5 a 8,5), enquanto os aluminossilicatos e matéria orgânica apresentam PCZ e PESN mais baixos (3,5 a 4,5) (Raij, 1973; Alleoni *et al.*, 2009).

Tabela 3 – Atributos eletroquímicos de amostras dos solos estudados.

Amostra do solo	Profundidade (cm)	ΔpH	PCZ	PESN	Ψ_0 mV
Bom Jesus	0-20	-0,91	2,94	1,98	-164,3
	20-40	-0,96	2,99	2,04	-169,6
Curimatá	0-20	-1,15	4,53	6,63	-11,82
	20-40	-1,78	2,97	5,95	-34,28

Atributos: ΔpH : delta pH = pH H_2O - pH KCl . PCZ: ponto de carga zero = (pH $KCl \times 2$) - pH H_2O . PESN: ponto

de efeito salino nulo. Ψ_0 : Potencial elétrico de superfície = 59,1 (PESN – pH H₂O).

Fonte: Autores, 2024.

Em todas as amostras de solos analisadas, os valores de PESN e PCZ encontrados foram inferiores aos do pH H₂O, resultando em valores negativos de potencial elétrico (Ψ_0) (Tabela 1 e 3). Os valores de delta pH (Δ pH) também foram negativos para todas as amostras. Os valores negativos para Ψ_0 , Δ pH e PCZ menor em pH H₂O demonstram que nos solos estudados predominam cargas negativas, ou seja, a capacidade de troca catiônica (CTC) dos solos supera à capacidade de troca aniônica (CTA) em condições de pH natural (Fernandes *et al.*, 2008). O comportamento eletroquímico dos solos estudados, por apresentarem suas cargas elétricas da superfície variando com o pH, é explicado pela predominância de cargas variáveis devido ao efeito da matéria orgânica e presença de minerais de argila silicatada (Raij, 1973).

Os valores menores (mais negativos) do Ψ_0 foram observados na amostra de Bom Jesus, devido este apresentar menores valores de PESN, que resultou em maior amplitude da diferença com pH em H₂O. Constata-se Δ pH mais negativos na amostra de Curimatá, em consequência da maior amplitude resultante da diferença entre pH KCl e pH H₂O.

A presença de M.O em solos tropicais tende a reduzir o PCZ e PESN, pois seus grupos carboxílicos se dissociam em valores de pH mais baixos que o dos óxidos de ferro (Raij e Peech, 1972). Desta forma, a M.O, foi, provavelmente, um dos principais responsáveis para que todos os valores de PESN do estudo fossem inferiores aos valores de pH H₂O.

Assim, PCZ e PESN refletem a composição mineralógica e o conteúdo de matéria orgânica de um solo. Essas informações indicam que os solos mais intemperizados apresentam maiores valores de PCZ e PESN em decorrência de sua mineralogia mais oxídrica (Alves, 2002).

Ainda na Tabela 3, também se observa que em todas as amostras os valores do PCZ e PESN são diferentes para mesma profundidade. Esses resultados estão associados a natureza dos solos analisados, localizado no Cerrado. Segundo Benites e Mendonça (1998), valores de PCZ próximos aos do PESN são observados apenas em solos altamente intemperizados, cujas cargas elétricas são quase todas dependentes do pH.

4 CONCLUSÃO

1. Todos os solos apresentaram valores de PESN e PCZ menores que pH em água, sendo, portanto, eletronegativos.
2. Em todos os solos analisados o potencial elétrico na superfície (Ψ_0) e delta pH (Δ pH) foram negativos, resultando em carga líquida negativa em ambas profundidades amostradas.

REFERÊNCIAS

ALLEONI, L. R. F.; MELO, J. W. V.; ROCHA, W. S. D. Capítulo XII- *Eletroquímica, adsorção e troca iônica do solo*. In: Melo, V. F. Alleoni, L. R. F. (ed.). **Química e Mineralogia do Solo: Conceitos Básicos e Aplicações**. Viçosa: SBCS, 2009. p. 766-825.

ALOVISI, A. A.; CASSOL, C. J.; ALOVISI, A. M. T.; SOUZA, L. C. F.; ARRUDA, E. J.; SILVA, R. S. Atributos de fertilidade dos solos sob vegetação nativa do bioma cerrado. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 7, p. 38-52, 2021.

ALVAREZ, V. V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTANUTTI, R. B.; LOPES, A. S. **Interpretação dos resultados das análises de solos**. In: Ribeiro, A. C.; Guimarães, P.T.G.; Alvarez V.V. H (Ed.). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. 1 ed. Minas Gerais, MG-Viçosa: CFSEMG- Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. 1999. 359p.

ALVES, M. E.; MACEDÔNIO, C. R.; LAVORENTI, A. **PESN para Windows**. ESALQ/USP. Financiado pela FAPESP, versão 1.01- Nov-2019.

ALVES, M. E.; MACEDÔNIO, C. R.; LAVORENTI, A. Ponto de efeito salino nulo: determinação analítico computacional a partir de dados de titulação potenciométrica. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 26, n. 2, p. 553-559, 2002.

BENITES, V. M.; MENDONÇA, E. S. Propriedades eletroquímicas de um solo eletropositivo influenciadas pela adição de diferentes fontes de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 22, n.2, p. 215-221, 1998.

FERNANDES, J. D.; CHAVES, L. H. G.; OLIVEIRA, F. H. T.; FARIAS, D. R. Ponto de efeito salino nulo e cargas elétricas de solos do estado da Paraíba. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 2, p. 147-155, 2008.

HU, F., XU, C., MA, R., TU, K., YANG, J., ZHÃO, S., YANG, M.; ZHANG, F. Biochar application driven change in soil internal forces improves aggregate stability: Based on a two-year field study. **Geoderma**, 403, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115276>

KENG, J. C. W.; UEHARA, G. Chemistry, mineralogy and taxonomy of Oxisols and Ultisols. **Proc. Soil Crop Sci. Soc.**, 33:119-126, 1974.

KOSMULSKI, M. **The pH dependent surface charging and points of zero charge**. IX. Update. *Advances in Colloid and Interface Science*, 296, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2021.102519>.

LIMA, A. P. B.; INDA, A. V.; ZINN, Y. L.; SILVA, E. R. da; NASCIMENTO, P. C. do. Soil formation and properties along a sedimentary lithosequence in the ecotonal Cerrados of Mato Grosso, Brazil. **Catena**, 219, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106599>.

LIU, J.; WANG, Z.; HU, F.; XU, C., MA, R.; ZHAO, S. Soil organic matter and silt contents determine soil particle surface electrochemical properties across a long-term natural restoration grassland. **Catena**, 190, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104526>.

MATIAS, S. S. R.; MATOS, A.; LANDIM, J.; FEITOSA, S.; ALVES, M. A.; SILVA, R. Recomendação de calagem com base na variabilidade espacial de atributos químicos do solo no Cerrado brasileiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 4, p. 896-907, 2020.

MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. (Ed.) **Matéria orgânica do solo: métodos de análises**. 1 ed. Viçosa, MG, 2005. 77p.

NUNES, M. R.; VAZ, C. M. P.; PESSOA, T. N.; DENARDIN, J. E., KARLEN, D. L., GIAROLA, N. F. B.; LIBARDI, P. L. Inherent and dynamic effects on the structural stability of Brazilian Oxisols. **Geoderma Regional**, 27, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2021.e00426>

PRAGANA, R. B.; SOUZA, V. S. D.; MOURA, R. D. S.; SOARES, J. M. Characterization of yellow Latosols (Oxisols) of Serra do Quilombo, in Piauí state Savanna Woodlands-Brazil. **Revista Caatinga**, 29, 832-840, 2016.

RAIJI, B. V. Determinação do ponto de carga zero em solos. **Bragantia**, v. 31, n. 18, p. 337-347, 1973.

RAIJ, B. V.; PEECH, M. Electrochemical properties of some Oxisols and Alfisols of the tropics. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 36, p. 587-593, 1972.

RATKER, R. F.; CAMPOS, R. A.; INDA, V. A.; BARBOSA, S. R.; SILVA, Y. J. A. B. da, NOBREGA, J. C. A.; SILVA, J. B. L. da. Agricultural potential and soil use based on the pedogenetic properties of soils from the cerrado-caatinga transition. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 4, p. 1119-1134, jul./ago. 2020. DOI: 10.5433/1679-0359.2020v41n4p1119.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

SOUZA, J. P. R.; DIAS, O. B.; NOBREGA, J. C.; SANTOS, G. V.; MEDEIROS, I. R. A.; SOUSA, R. P. R. **Predomínio de cargas elétricas em Latossolo Amarelo no Cerrado piauiense**. Congresso Brasileiro de Ciência do solo. 2015.

TAN, K. H. **Principles of soil chemistry**. New York: Marcel Dekker, 1982. 267p.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3 ed. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa - Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2017.

VINHA, A. P. C.; CARRARA, B. H.; SOUZA, E. F. S.; SANTOS, J. A. F. dos; ARANTES, S. A. C. M. Phosphorus adsorption in soils of tropical regions. **Nativa**, v. 9, n. 1, p. 30-35, 2021. <https://doi.org/10.31413/nativa.v9i1.10973>.

CAPÍTULO 5

SOLOS COM DIFERENTES TEORES DE ARGILA E MATERIA ORGÂNICA

João Alves Carvalho   

Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí – UFPI, Piauí, Brasil

Allana Pereira Moura da Silva   

Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí – UFPI, Piauí, Brasil

Maria Eduarda Souza de Sá   

Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí – UFPI, Piauí, Brasil

Ana Paula Martins de Sousa   

Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí – UFPI, Piauí, Brasil

Vânia Maria Gomes da Costa Lima   

Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí – UFPI, Piauí, Brasil

Amanda Ferreira da Silva   

Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí – UFPI, Piauí, Brasil

Paula Nascimento Alves   

Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí – UFPI, Piauí, Brasil

Maria Helena Ferreira Duarte   

Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí – UFPI, Piauí, Brasil

Julian Junio de Jesus Lacerda   

Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí – UFPI, Piauí, Brasil

Murilo de Sousa Almeida   

Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Ceará – UFC, Ceará, Brasil

DOI: 10.52832/wed.wed.116.680 



Resumo: As superfícies das partículas do solo desenvolvem cargas elétricas através de substituição isomórfica ou reações entre grupos funcionais das superfícies com íons da solução do solo. Objetivou-se determinar o PESN, o potencial elétrico superficial e como estes são influenciados por alguns atributos de três solos com diferentes teores de argila e matéria orgânica. As amostras de solo foram coletadas nos municípios de Sebastião Leal-PI, Alvorada do Gurguéia-PI e Bom Jesus-PI. As análises de caracterização química e física foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos (LAS) da UFPI campus professora Cinobelina Elvas. O PESN foi determinado através da metodologia utilizada pelo LAS da UFPI, por meio de curvas de titulação potenciométrica com HCl e KOH nas concentrações salinas de 0,2, 0,02 e 0,004 M de NaCl. Estas foram geradas com o programa PESN para Windows versão 1.0. Todos os solos, apresentaram valores de PESN inferiores aos de pH(H₂O), resultando em valores negativos para o potencial elétrico superficial (Ψ_0), demonstrando a predominância de cargas negativas. Todos os solos analisados são eletronegativos, possivelmente devido a ação da matéria orgânica e da caulinita. O ponto de efeito salino nulo variou nos diferentes solos, sendo dependente dos teores de argila e matéria orgânica.

Palavras-chave: Caulinita. Ponto de carga zero. Potencial elétrico.

1 INTRODUÇÃO

Geralmente a maioria das reações químicas do solo ocorrem na superfície das argilas e matéria orgânica e são responsáveis pelos fenômenos superficiais como adsorção e dessorção de cátions e ânions, dispersão e floculação (Ribeiro *et al.*, 2011). As cargas elétricas presentes nos coloides são divididas em permanentes e variáveis, sendo responsáveis pela atração dos íons da solução, de modo que ocorre um fluxo de cátions e ânions ao redor dos coloides, originando uma dupla camada difusa entre as interfaces da solução e dos coloides (Weber *et al.*, 2005).

O ponto de carga zero (PCZ) é definido como o valor de pH do solo em que as cargas negativas e positivas se equivalem, tornando o balanço entre as cargas nulo. Já o ponto de efeito salino nulo (PESN) corresponde ao valor de pH, onde duas ou mais curvas de titulação, provenientes de diferentes concentrações salinas se cruzam (Fernandes *et al.*, 2008). A comparação entre o pH do solo e o PESN permite definir se a carga superficial líquida das partículas é negativa ($\text{pH} > \text{PESN}$), positiva ($\text{pH} < \text{PESN}$) ou nula ($\text{pH} = \text{PESN}$) (Appel *et al.*, 2003).

Entre os principais componentes do solo responsáveis pela variação do PESN evidenciam-se a caulinita, matéria orgânica e os óxidos de ferro e alumínio. Solos com valores de PESN mais elevados apresentam em sua composição mineralógica maiores proporções de óxidos de Fe^{3+} e Al^{3+} , enquanto, solos com valores menores de PESN apresentam maiores proporções de matéria orgânica e o mineral caulinita é predominante (Silva *et al.*, 1996).

As reações eletroquímicas dos solos encontram-se diretamente associadas com a variação das cargas elétricas na superfície dos coloides, dessa forma, interferindo nos aspectos relacionados ao comportamento destas cargas (Fernandes *et al.*, 2008). Diante disso e considerando a carência de trabalhos científicos na área de caracterização eletroquímica dos solos no sul do Piauí, este

trabalho teve como objetivo geral determinar o PESN, ponto de carga zero, delta pH e o potencial elétrico superficial e como estes são influenciados por alguns atributos de três solos com diferentes teores de argila e matéria orgânica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

As amostras de solo foram coletadas em três áreas de vegetação nativa nos municípios de Sebastião Leal (solo 1), Alvorada do Gurguéia (solo 2) e Bom Jesus (solo 3) localizados na região Sudoeste e Sul do estado do Piauí, respectivamente. De acordo com a classificação de Köppen, as três áreas apresentam clima do tipo Aw que é caracterizado por altas temperaturas, sendo a média de 26,5 °C, embora sejam constatadas temperaturas próximas a 40 °C (Medeiros *et al.*, 2020).

2.2 Coleta das amostras

As amostras foram coletadas com um trado tipo sonda nas profundidades de 0,0 - 0,20 e 0,20 - 0,40 m, onde foi utilizada a proporção de 10 amostras simples para formar uma composta. Cada amostra simples foi depositada em um balde plástico, depois foi feita a mistura para obter a amostra composta mais homogênea e em seguida, separou-se aproximadamente 0,5 kg do volume total. Posteriormente, o solo seguiu para o Laboratório de Análise de Solo (LAS) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), campus Professora Cinobelina Elvas (CPCE), em Bom Jesus, para as análises.

2.3 Análises químicas

As análises de caracterização química e física dos solos foram realizadas utilizando a metodologia proposta pela Embrapa, descrita em Silva (2009).

O PESN foi determinado de acordo com Teixeira *et al.* (2017). Para isto, utilizou-se curvas de titulação potenciométricas com ácido (HCl) e base (KOH) nas forças iônicas (concentrações salinas) de 0,2, 0,02 e 0,004 M de NaCl. As curvas de titulação potenciométricas foram geradas através do programa computacional PESN para Windows versão 1.0 (Alves *et al.*, 2002). De modo que o valor de pH em que ocorreu a interseção das curvas correspondeu ao PESN.

Os valores de PCZ e ΔpH foram calculados através dos valores de pH em água e KCl, utilizando as equações (1 e 2) propostas por Benites e Mendonça (1998) e Tan (1982), respectivamente:

$$\Delta\text{pH} = \text{pH}_{(\text{KCl})} - \text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})} \text{ (Equação 1)}$$

$$PCZ = 2 \text{ pH}_{(\text{KCl})} - \text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})} \text{ (Equação 2)}$$

O potencial elétrico superficial (Ψ_0) foi determinado utilizando a equação (3) proposta por Nerst simplificada por Rajj e Peech (1972):

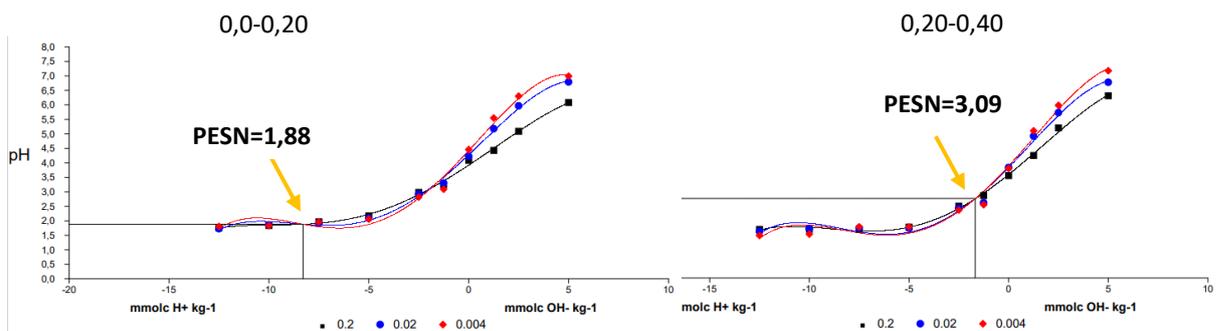
$$\Psi_0 = 59,1 (\text{PESN} - \text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}) \text{ (Equação 3)}$$

Para a determinação dos óxidos de fósforo (P), titânio (Ti), ferro (Fe) e manganês (Mn) foi utilizada a metodologia de Teixeira *et al.* (2017).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

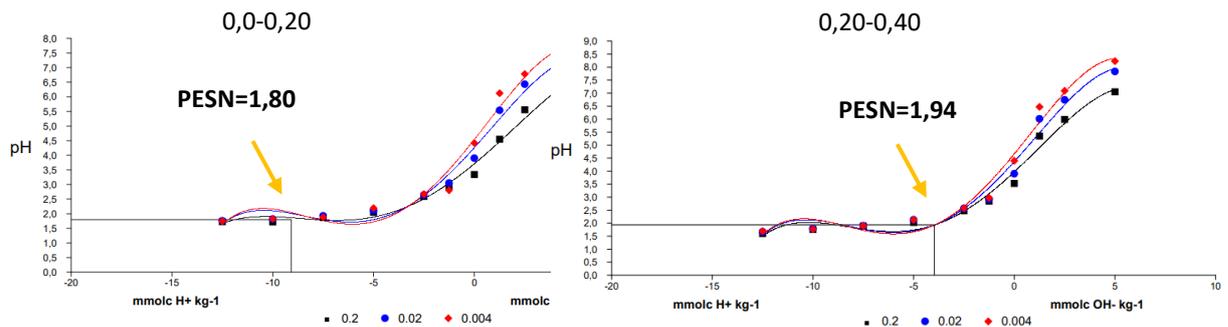
O solo 1, município de Sebastião Leal-PI, classe textural Franco Argilo-Arenoso e médio teor de matéria orgânica, apresentou valores de PESN para as camadas de 0,0 - 0,20 e 0,20 - 0,40 m iguais a 1,88 e 3,09, respectivamente (Figura 1).

Figura 1 - Curvas de titulação potenciométricas do solo 1 (Sebastião Leal-PI).



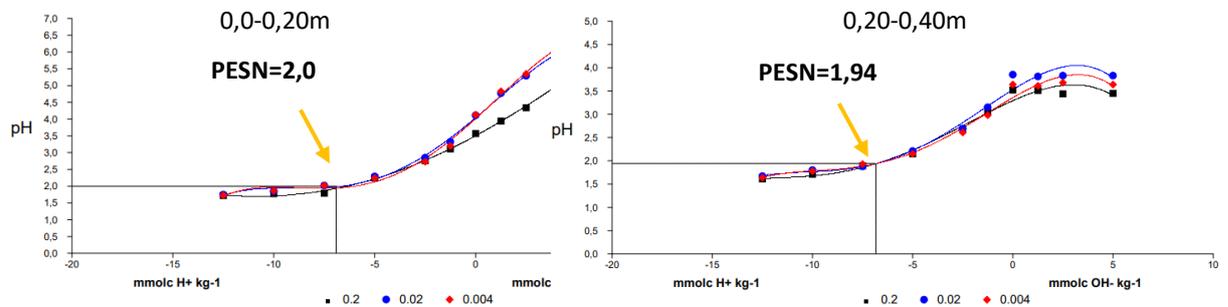
Fonte: Autores, 2023.

O solo 2, município de Alvorada do Gurguéia-PI, classe textural Areia Franca e baixo teor de matéria orgânica apresentou valores PESN para as camadas de 0,0 - 0,20 e 0,20 - 0,40 m iguais a 1,80 e 1,94, respectivamente (Figura 2).

Figura 2 - Curvas de titulação potenciométricas do solo 2 (Alvorada do Gurguéia-PI).

Fonte: Autores, 2023.

O solo 3, município de Bom Jesus-PI, classe textural Franco Argiloso e baixo teor de matéria orgânica, apresentou valores de PESN para as camadas de 0,0 - 0,20 e 0,20 - 0,40 m iguais a 2,0 e 1,94, respectivamente (Figura 3).

Figura 3 - Curvas de titulação potenciométricas do solo 3 (Bom Jesus-PI).

Fonte: Autores, 2023.

Em todos os solos estudados, foram encontrados valores de PESN inferiores aos valores de $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$, o que resultou em valores negativos para o potencial elétrico superficial (Ψ_0), demonstrando a predominância de cargas negativas nos solos em questão. Resultados semelhantes a estes foram observados por Chaves e Trajano (1992) ao determinarem o ponto de carga zero e as cargas elétricas do horizonte Ap de solos do Estado da Paraíba. Estes resultados ficam mais evidenciados pelo fato do ΔpH para os diferentes solos, apresentarem valores negativos (Tabela 1).

Tabela 1 - Atributos químicos, físicos e eletroquímicos dos solos analisados.

Atributos	Solo 1		Solo 2		Solo 3	
	0,0 - 0,20 m	0,20 - 0,40 m	0,0 - 0,20 m	0,20 - 0,40 m	0,0 - 0,20 m	0,20 - 0,40 m
Fe ₂ O ₃ (g kg ⁻¹)	41,64	40	2,21	0	42	57,92
P ₂ O ₅ (g kg ⁻¹)	0,39	0,35	0,28	0,30	0,47	0,51
TiO ₂ (g kg ⁻¹)	0,085	0,084	0,045	0,044	0,090	0,102
MnO (g kg ⁻¹)	2,19	3,16	2,38	2,71	1,54	1,42
Argila (%)	20,91	21,55	8,00	7,90	39,40	47,30
pH H ₂ O	3,98	4,08	4,78	4,57	4,57	4,05
pH KCl	3,56	3,70	3,38	3,70	3,53	3,49
¹ CTC (cmol _e dm ⁻³)	5,05	2,96	1,83	1,35	4,85	4,65
² MO (g kg ⁻¹)	20,59	10,20	19,36	16,00	16,19	9,50
³ COT (g kg ⁻¹)	10,80	6,48	8,64	4,32	6,48	6,48
⁴ ΔpH	-0,42	-0,38	-1,4	-0,87	-1,04	-0,56
⁵ PESN	1,88	3,09	1,80	1,94	2,00	1,94
⁶ PCZ	3,14	3,32	2,62	2,83	2,49	2,93
⁷ Ψ _o	-124,11	-58,51	-176,12	-155,43	-151,89	-124,70

Nota: ¹Capacidade de Troca de Cátions; ²Matéria Orgânica; ³Carbono Orgânico Total; ⁴Delta pH; ⁵Ponto de Efeito Salino Nulo; ⁶Ponto de Carga Zero; ⁷Potencial Elétrico Superficial.

Fonte: Autores, 2023.

Os solos analisados apresentaram suas cargas elétricas superficiais variando com os valores de pH. Espera-se que estes solos apresentem densidade de cargas superficiais negativas devido seus valores de PESN serem menores do que os de pH_(H₂O) (Tabela 1). Dessa forma, com o aumento do pH dos solos espera-se um aumento na densidade de cargas e, conseqüentemente, da capacidade de troca de cátions (CTC).

Todos os solos exibiram valores de pH superiores aos valores de PCZ (Tabela 1). Neste caso, a capacidade de troca catiônica (CTC) dos solos supera a capacidade de troca aniônica (CTA) em condições de pH natural (Appel *et al.*, 2003).

Os solos 1 e 2 apresentaram valores de PESN menores na camada superficial (0,0 - 0,20 m), o que é de se esperar, pois o PESN tende a aumentar em profundidade devido os teores de matéria orgânica (MO) e de carbono orgânico total (COT) nas camadas superficiais serem maiores. Nesse sentido, o COT oriundo da MO foi, possivelmente, o principal fator responsável pela diminuição do PESN.

Estes dados estão em concordância com Silva *et al.* (1996) e Fernandes *et al.* (2008), os mesmos autores citam que a matéria orgânica provoca uma diminuição do PESN, porque mantém as cargas negativas do solo devido seu baixo valor de PCZ.

Diferentemente, o solo 3 apresentou valor de PESN menor na camada subsuperficial (0,20 - 40 m), provavelmente, devido a maior concentração de argila do tipo caulinita nesta profundidade (Tabela 1). A caulinita está atribuída à fase mais relativamente estável na maioria dos solos brasileiros, é um importante produto do intemperismo dos solos de climas tropicais, sendo o argilomineral mais comum nesse tipo de solo, está relacionado aos Latossolos brasileiros como o mineral mais expressivo (Pereira *et al.*, 2020).

De acordo com Silva *et al.* (1996); Fontes e Alleoni (2006) quanto mais o ΔpH se aproxima de zero ou se torna mais positivo, ocorre um aumento do PESN, este fato foi observado para as diferentes profundidades dos solos 1 e 2. Entretanto, este fato não foi observado para o solo 3, em que quanto mais o ΔpH se aproximou de zero houve uma diminuição do valor do PESN, possivelmente, devido sua constituição mineralógica, caracterizada pela predominância do mineral caulinita.

4 CONCLUSÃO

Os solos analisados são eletronegativos, possivelmente devido a ação da matéria orgânica e do mineral caulinita. O ponto de efeito salino nulo (PESN) variou nos diferentes solos, sendo dependente dos teores de argila e matéria orgânica.

Agradecimentos

Agradecimentos à CAPES, CNPq e FAPEPI pelos auxílios financeiros recebidos na forma de bolsa de estudo de pós-graduação.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. E.; MACEDONIO, C. R.; LAVORENTI, A. Ponto de efeito salino nulo: determinação analítico-computacional a partir de dados de titulação potenciométrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 553-559, 2002.

APPEL, C.; MA, L. Q.; RHUE, R. D.; KENNELLEY, E. Point of zero charge determination in soils and minerals via traditional methods and detection of electroacoustic mobility. **Geoderma**, v. 113, p. 77-93, 2003.

BENTES, V. M.; MENDONÇA, E. S. Propriedades eletroquímicas de um solo eletropositivo influenciadas pela adição de diferentes fontes de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 22, p. 215-221, 1998.

CHAVES, L. H. G.; TRAJANO, M. D. M. Determinação do ponto de carga zero e das cargas elétricas do horizonte Ap de solos do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 16, p. 415-418, 1992.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2009.

FERNANDES, J. D.; CHAVES, L. H. G.; OLIVEIRA, F. H. T.; FARIAS, D. R. Ponto de efeito salino nulo e cargas elétricas de solos do estado da Paraíba. **Revista Caatinga**, v. 21, p. 147-155, 2008.

FONTES, M. P. F.; ALLEONI, L. R. F. Electrochemical attributes and availability of nutrients, toxic elements and heavy metals in tropical soils. **Scientia Agrícola**, v. 63, p. 589-608, 2006.

GUARESCHI, R. F.; PEREIRA, M. G.; PERIN, A. Deposição de resíduos vegetais, matéria orgânica leve, estoques de carbono e nitrogênio e fósforo remanescente sob diferentes sistemas de manejo no cerrado goiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 1-10, 2012.

MEDEIROS, R. M.; CAVALCANTI, E. P.; DUARTE, J. F. M. Classificação climática de Köppen para o estado do Piauí - Brasil. **Revista Equador (UFPI)**, v. 9, p. 82-99, 2020.

PEREIRA, T. T.; OLIVEIRA, F. S.; FREITAS, D. F.; DAMASCENO, B. D.; DIAS, A. C. A mineralogia dos solos tropicais: estado da arte e relação com o uso e manejo. **Geonomos**, v. 28, p. 1-14, 2020.

RAIJ, B. V.; PEECH, M. Electrochemical properties of some Oxisols and Alfisols of the tropics. **Soil Science Society of America Proceedings, Madison**, v. 36, p. 587-593, 1972.

RHEINHEIMER, D. D. S.; ANGHINONI, I. Distribuição do fósforo inorgânico em sistemas de manejo de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 151-160, 2001.

RIBEIRO, B. T.; LIMA, J. M.; CURI, N.; OLIVEIRA, G. C.; LIMA, P. L. T. Cargas superficiais da fração argila de solos influenciadas pela vinhaça e fósforo. **Química Nova**, v. 34, p. 5-10, 2011.

SILVA, F. C. **Manual de Análises Químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2 ed. Brasília, (DF): Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

SILVA, M. L. N.; CURI, N.; MARQUES, J. J. G. S. M. GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M. Ponto de efeito salino nulo e suas relações com propriedades mineralógicas e químicas de Latossolos brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, p. 663-671, 1996.

TAN, K. H. **Principles of soil chemistry**. New York: Marcel Dekker, 1982. 267p.

TEIXEIRA, P. C., DONAGEMMA, G. K., FONTANA, A., TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. Revista e ampliada, Brasília, Brasil. 2017. 577p.

WEBER, O. L. S.; CHITOLINA, J. C.; CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. Cargas elétricas estruturais e variáveis de solos tropicais altamente intemperizados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 867-873, 2005.

CAPÍTULO 6

IMPACTOS AGRO-ECONÔMICOS NA CRIAÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DE FRANGO HALAL PARA EXPORTAÇÃO E A QUALIFICAÇÃO NA CADEIA PRODUTIVA BRASILEIRA

Guilherme Ibrahim Viafore Guerra   
Cdial halal Academy, CDIAL HALAL

DOI: 10.52832/wed.116.681 



Resumo: A escolha pelo tema de pesquisa faz parte de experiências pessoais e profissionais, como muçulmano e auditor técnico de frigoríficos. Nos últimos anos houve um notável e promissor crescimento de exportações para o mercado *Halal*. Com as últimas crises econômicas globais, um dos únicos mercados que cresceu e sem dúvida é essencial, foi o de alimentos. Visto que nas principais regiões importadoras deste produto o clima não é favorável para a sua manutenção, o Brasil despontou como um dos maiores exportadores globais de frango *Halal*, o que acelerou a produção e qualificação interna do país. No que tange a questão veterinária, os animais a serem abatidos e posteriormente comercializados, devem passar por uma rigorosa inspeção veterinária, acompanhados pela GTA e boletim sanitário, assim como assistidos por um médico veterinário. A pesquisa analisou os processos de certificação *Halal* desde a criação dos animais nas granjas, a industrialização até chegar ao consumidor final principalmente na Ásia e Oriente Médio. A análise destes itens é de extrema necessidade não só econômica, mas também de qualidade e respeito à diversidade cultural global.

Palavras-chave: Qualidade. Carcaça. Rastreabilidade. Saúde animal

1 INTRODUÇÃO

O método *Halal*¹ é um procedimento de abate permitido pela lei islâmica, que segue regras específicas para garantir que a carne seja considerada pura e adequada para o consumo dos muçulmanos. No contexto de frigoríficos certificados, o abate *Halal* é realizado com cuidados específicos, incluindo a orientação de um especialista religioso, um sangrador e um supervisor, todos muçulmanos.

Como muçulmano e auditor técnico da autoridade de certificação *Halal*, trabalho no meio há quinze anos, iniciando como abatedor bovino, passando para supervisor de unidade e, atualmente, como auditor líder. Ao longo dos últimos anos, no cargo de auditor, estive atuando em diversas empresas como supervisor: Arantes (bovinos-MT), Nicollini (frango-RS), BRF (frango-RS), Mínuano (embutidos-RS) dentre outras. Além disso, realizei cerca de 280 auditorias para a certificação *Halal* no Brasil e outros países da América Latina, na sua maioria, cerca de 85% delas na área de alimentos.

O consumo de carne *Halal* é crescente nos últimos cinco anos e um dos fatores fundamentais para a aceitação do produto pelos consumidores muçulmanos é a qualidade da carne². Aspectos como a aparência da carne, influenciam diretamente na decisão de compra. Os aspectos visuais da carcaça envolvem uma série de avaliações que buscam garantir a qualidade da carne.

O consumidor específico do *Halal* se atenta a algumas características marcantes na carne ofertada nos mercados como: presença de mioglobina ou, até mesmo, de sangue, selo *Halal*, gordura, corte, idade do animal, entre outras.

¹ O termo *Halal* significa “lícito” ou “permitido” na língua árabe.

² Fonte: State of the Global Islamic Economy Report. Disponível em: <https://salaamgateway.com/reports>

Portanto, avaliar os aspectos visuais da carcaça, como cor, textura e marmorização, serão etapas fundamentais na metodologia da pesquisa aqui proposta.

Além disso, a certificação também é um critério importante no que diz respeito a investigar a qualidade da carne. Uma vez certificada, a produção do frigorífico deverá seguir todos os procedimentos do método *Halal*, garantindo assim, padrões específicos que permitam que seus produtos sejam exportados e consumidos pelo mercado *Halal*.

A pesquisa realizada, pode fornecer dados e análises relevantes para a indústria frigorífica, podendo trazer contribuições do ponto de vista da produção e da qualidade deste produto. Como informações úteis para produtores, frigoríficos e consumidores interessados em produtos certificados *Halal*. Visando contribuir para a melhoria contínua dos processos de abate *Halal* e para a oferta de carne de qualidade aos consumidores em âmbito nacional e internacional.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O animal vivo é recebido com cerca de 10 dias de vida enviado da incubadora, através de transporte rodoviário (no Brasil 100%) e acondicionado em caixas plásticas com cerca de 20 pintinhos em cada caixa. Logo são transferidos para a área de criação, crescimento e engorda, nos aviários locais da granja, o que deve estar preparado com os seguintes itens segundo a Embrapa: cama de capim, areia, palha de milho, cepilho de madeira, casca de arroz, café, casca de feijão entre outros, mas desde que sejam materiais naturais, absorventes e não pontiagudos.

Dentro deste processo não podem existir meios exógenos de umidificação como: água, chuva, dentre outros, o mais comum são umidificações endógenas dos próprios animais confinados através de fezes, urina e restos de água para hidratação (o que deve ser diminuído ao máximo). Pois com a umidificação das “maravalhas ou camas” de aviário, fica mais fácil a proliferação de bactérias e doenças como a salmonelose, a coriza infecciosa, bronquite e a doença de Newcastle.

Para um transporte correto são necessárias três observações muito importantes: o manejo dos animais (dentro-caixa-fora), o tipo de caixa com a respectiva capacidade animal e a ambientação climática dos animais. Com isto, temos dentro da primeira etapa, a captura dos animais na granja e a sua colocação dentro das caixas de polietileno ou polímeros perfurados. Logo a captura deve ser realizada com as mãos, por pessoal treinado a fim de não estressar o animal e apanhá-lo da forma correta que é pelo peito ou sobre as asas.

A capacidade das caixas deve ser respeitada, a fim de propiciar uma melhor condição do animal durante o transporte, assim como frear o processo de superlotação e a inerente batedura de asas, o que provoca desde luxações até a morte do animal. As caixas possuem várias capacidades, desde 6 até 10 animais conforme o mercado brasileiro.

A ambientação climática deve ser extremamente observada, visto que o animal é sensível ao estresse climático, logo é necessário pessoal especializado para observar os seguintes itens para um carregamento correto: ambiente limpo, ventilação adequada, monitoramento do tempo climático x tempo de transporte, não podem ser transportados com uma temperatura acima dos 25°C e promover o acondicionamento total das caixas sem que haja “folgas” ou espaçamentos a fim de evitar o balanço delas.

No verão deve se observar a ventilação e a climatização de no máximo 25 °C e o transporte deve ocorrer no período da manhã ou da noite, logo no inverno nos locais mais frios, o processo deve ocorrer no período da luz do dia até às 16:00 horas, para que os animais possam se ambientar.

Os animais devem ser pendurados nos ganchos de forma suave e de cabeça para baixo (para favorecer o processo de insensibilização), com o peito para a parte externa (para a sangria a ser feita), com pouca luz e/ou infravermelha, com a velocidade da linha correta a fim de reduzir espaços vazios entre os animais e o seu estresse.

Respeitando os 90 segundos desde a pendura, passando pela insensibilização, o abate ou sangria, é iniciado através de máquinas ou através de funcionário “sangrador”.

A insensibilização deve ser feita em uma nória de fibra de vidro, plástico ou acrílico afim de não permitir a dissipação de corrente elétrica para que os funcionários não sejam acometidos de choque, com água até a altura do início do pescoço (para que não ocorra a falta de insensibilização por falta de água) e o animal deve sair com reflexos de vida nos pós insensibilização. Existem outros tipos de insensibilização como a seca e a manual, o que não é recomendado pois ocorre de forma mais difícil e demorada, o que aumenta o estresse do animal. Segundo a *Food Connection* uma das melhores formas de insensibilização de aves, é a eletronarcose. Essa técnica envolve a submersão das aves vivas em água eletricamente carregada, geralmente de baixa voltagem. A eletricidade induzida pela água causa um efeito de inconsciência temporária nos animais, tornando-os insensíveis à dor durante o abate subsequente. Entre os mecanismos mais utilizados no abate de aves estão a cuba de imersão:

Em comparação com outras abordagens, esse procedimento via cuba de imersão traz diversas vantagens para o frigorífico: costuma ter um custo mais baixo de aquisição, ocupa menos espaço, permite que várias aves sejam insensibilizadas ao mesmo tempo e é considerada mais segura para os trabalhadores. Apesar disso, há controvérsias quanto a sua eficácia, o que causa preocupações éticas e consequências negativas para a qualidade do produto final. (*Food Connection*, 2023)

O abate feito pela máquina “sangradora”, deve ser inspecionado, dirigido e calibrado por pessoal treinado e conforme o peso e tamanho dos animais a serem abatidos a fim de sangrar 100% dos animais de forma correta. A forma correta é o corte do pescoço com a traqueia e as duas

artérias e não a decapitação da cabeça do animal, a fim de favorecer o sangramento total e a dissolução de bactérias presentes no sangue.

Já com o abate manual por funcionário, o abate deve ser feito com uma faca muito afiada, com somente um corte latitudinal onde se cortem a traqueia e as duas artérias a fim de acelerar o processo de sangria e dissipação do sangue total do animal. O peito do animal deve estar direcionado para a “Quibla”, ou seja, direcionado para a cidade sagrada de Meca na Arábia Saudita, pois assim é estipulado nos costumes para a exportação para estes países e povos.

Como este estudo refere-se ao mercado e abate *Halal*, os abatedores manuais devem ser preferencialmente muçulmanos, mas ainda existe a possibilidade de que eles sejam cristãos ou judeus, conforme a legislação islâmica, no sagrado Alcorão. Este abate segue as mais diversas leis e incentivos de bem-estar animal internacionais, visto que é um abate humanizado e religioso, seria inconsequente fazer o animal sofrer neste processo.

Logo após o abate, o animal deve seguir pela linha por pelo menos 2 minutos por um corredor de “escorrimento ou pré-processamento”, para que o animal perca todo o sangue e suas impurezas biológicas, assim como se aguarde a morte total do animal para evitar futuro sofrimento.

Após o escorrimento total, a carcaça entra na escaldagem, que é o processo de submersão dentro de água quente, que gira nos parâmetros da EMBRAPA entre 50 °C a 65 °C, de 90 a 120 segundos, para que as penas se soltem ou afrouxem, facilitando o processo de depenagem.

Na depenagem a carcaça passa por uma máquina que possui cerdas plásticas ou de borracha, que em atrito contrário, retiram as penas e plumas das carcaças. Após a carcaça estar sem penas, ela segue para o processo de evisceração, onde uma máquina perfura através da cloaca em forma de “parafuso-gancho” e extrai as vísceras para fora da carcaça.

Saindo da evisceração, a carcaça segue para a classificação de doenças, enfermidades ou não conformidades físicas e logo são inseridas no Chiller para que fique em imersão por 50 a 75 minutos, para absorção de água gelada e por determinação federal, o frango pode reter até 15% de líquido em seu peso final. Após este processo, vale lembrar que estamos em conformidade com a legislação brasileira, normas internacionais e seguindo também especificamente as nuances do processo *Halal*, a carcaça do tipo “Griller” ou carcaça inteira, entra no processo de embalagem.

Este processo de embalagem, segue por dois tempos, a embalagem primária, que é plástica, feita manualmente por funcionário qualificado para que não haja problemas de furo ou rasgo na embalagem e posteriormente segue para a embalagem secundária geralmente de papelão onde se acondicionam cerca de 10 a 15 unidades. Após os dois processos de embalagem, a caixa segue para o congelamento, onde permanecem por no mínimo 24 horas na câmara ou corredor por no mínimo

– 18 °C, mas vale lembrar que este processo é somente para produtos de exportação ou que serão deslocados para regiões do país distantes, pois para o mercado interno o produto é resfriado.

Findado o processo de congelamento, o produto é paletizado com plástico filme e acondicionado em contêiner frigorífico a pelo menos 0°C, para que o produto fique congelado até seu desembarque de destino. Por outro lado, as caixas que são enviadas para o mercado interno que tem sua fiscalização feita pelo SISPOA e/ou MAPA, passam para o processo de resfriamento por 30 minutos a 0°C e são paletizadas e transportadas por caminhões resfriados ou frigoríficos.

No caso das carcaças que não foram aprovadas pelo pessoal da “GQ” (garantia da qualidade), são enviados por outra linha antes de qualquer processo de resfriamento, para a sala de cortes, onde as partes que não foram aproveitadas são descartadas e a carcaça é então desmanchada e se torna um outro produto como: coxas, sobrecoxas, asas, peito dentre outras e são acondicionadas em bandejas de isopor absorventes ou plásticas.

Os principais motivos de não aprovação pela garantia da qualidade para que a carcaça seja do tipo “Griller”, são: ferimentos causados por algum dos processos de industrialização, carregamento, transporte ou criação, como hematomas, calos, contaminação por perda de material intestinal, fraturas, celulite, arranhões, dermatites, extremidades avermelhadas, miopatia, pododermatite e manchas de sangue. Doenças previamente adquiridas na granja como a de Newcastle, Bouba aviária, Marek, gripe, Gumboro entre outras, sendo que neste processo as aves são eutanasiadas e descartadas de qualquer processo de comercialização. Segundo Edwards (1973) em frangos de corte as fêmeas apresentam maior incidência de rompimento de pele durante o processo pós-abate, podendo ser associado a menor quantidade de colágeno presente.

Foram analisados dias de produção *Halal* em área frigorífica específica, onde analisei os animais no seu recebimento, banho, pendura, abate, depenagem, evisceração, chiller, sala de corte, embalagem primária e secundária e por fim congelamento e expedição.

3 RESULTADOS E CONCLUSÃO

Com a intenção de crescer economicamente e qualitativamente, os frigoríficos brasileiros, iniciaram o processo de exportação a anos atrás, mas conforme a demanda específica de alguns mercados adequações foram necessárias para que este processo continue crescendo.

Logo, os desafios foram lançados e o corpo gerencial e de qualidade assim como as certificadoras entraram em ação para que as indústrias em questão estejam aptas para atender neste caso *Halal*, 2.1 bilhões de pessoas no mundo todo.

Com isto acordado, a necessidade do crescimento e qualificação profissional se torna evidente e plausível, tendo em vista que comercialmente o valor agregado para exportações é muito

mais atrativo para a indústria como um todo. Conforme percorremos esta pesquisa, evidenciamos a melhoria nos quesitos de bem-estar animal, processamento e a excelência na qualidade final do produto ofertado ao cliente.

REFERÊNCIAS

- BILGILI, S. F. Electrical stunning of broilers basic components and carcass quality implications: a review. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 1, n. 1, p. 135-146, 1992.
- CDIAL HALAL. **Manual de certificação Halal para frigoríficos de frango**. 2019 São Paulo.
- GETTY, R.; SISSON, GROSSMAN. **Anatomia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro, v. 2. 1986.
- EDWARDS, H. M., F. DENMAN. Carcass composition studies. 1.influence of age, sex and type of dietary fat supplementation on total carcass and fatty acid composition. **Poultry Science**, v. 52, n. 3, p. 934-943, 1973.
- FAVENI. **Material didático da disciplina de avicultura**. 2020.
- FAVENI. **Anatomia e fisiologia dos animais**. 2020.
- MESSIER, S.; S. QUESSY. Focal dermatitis and cellulitis in broiler chickens: bacteriological and pathological findings. **Avian Diseases**, v, 37, n. 3, p. 839-844, 1993.
- FONSECA, S.; R. CAMILA. **Dripping test para avaliação do teor de água em carcaças de frango congeladas comercializadas em Rondônia**. 2021.
- NOVELLO, D. **Avaliação zootécnica e qualidade da carcaça de frangos de corte alimentados com rações contendo farinha de peixe ou aveia branca**. 2007.

CAPÍTULO 7

IMPACTO DA INDICAÇÃO GEOGRÁFICA NA SUSTENTABILIDADE E QUALIDADE DA PRODUÇÃO DA CACHAÇA DE ABAÍRA

Eliomar Luz Santos   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Bahia, Brasil

Maria Salete de Souza Nery   

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, Bahia, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.717 



Resumo: Este artigo explora o impacto da Indicação Geográfica (IG) na sustentabilidade e na qualidade da produção da cachaça de Abaíra, analisando como a IG contribui para práticas produtivas sustentáveis e melhorias na qualidade da produção agropecuária. O objetivo principal é avaliar as maneiras pelas quais as normativas de IG melhoram a qualidade dos produtos, atendendo às crescentes demandas por práticas mais sustentáveis e produtos diferenciados, de procedência garantida e produzidos dentro das normas sanitárias. Através de uma metodologia que combina pesquisa bibliográfica e análise documental, o estudo detalha as regulamentações da IG na microrregião de Abaíra, focando na implementação de rigorosas práticas de higiene e boas práticas de fabricação nas diversas etapas do processo produtivo. Os resultados demonstram que a adoção da IG leva a melhorias significativas na qualidade da cachaça, promovendo práticas agrícolas responsáveis e melhorando a sustentabilidade ambiental. O artigo sugere a necessidade de mais pesquisas sobre os efeitos a longo prazo das IGs na sustentabilidade, desenvolvimento e percepções dos consumidores, para fortalecer ainda mais a cadeia produtiva de produtos agropecuários.

Palavras-chave: Agroindústria. Cana-de-açúcar. Meio Ambiente.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a agroindústria é desafiada a adotar práticas sustentáveis que simultaneamente minimizem os impactos negativos sobre o meio ambiente e entreguem produtos de qualidade certificada. Essa necessidade decorre da urgência em responder à demanda crescente por bens de consumo de maneira que preserve os recursos naturais e reduza a produção de resíduos os quais têm efeitos nocivos ao planeta. Dada a urgência em promover um uso mais eficiente e responsável dos recursos naturais, diante de sua limitação, o setor agroindustrial é impelido a investir em tecnologias e metodologias que otimizem esses recursos.

Isso envolve não somente a adoção de processos produtivos mais eficientes, mas também a promoção de uma maior conscientização acerca da sustentabilidade, além do desenvolvimento de estratégias de gestão ambiental voltadas à combinação de eficiência econômica com responsabilidade ecológica. Neste contexto, as Indicações Geográficas (IGs) emergem como ferramentas estratégicas para a valorização de produtos agroindustriais, promovendo não apenas a sustentabilidade ambiental, mas também a inclusão social e o desenvolvimento local (Belletti, Marescotti; Sanz-Cañada, 2017). A cachaça de Abaíra, que foi reconhecida e recebeu o título de Indicação Geográfica (IG), serve como um exemplo para investigar essas dinâmicas.

A implementação de protocolos de higiene mais rigorosos ao longo de todas as etapas do processo produtivo, conforme evidenciado por Santos *et al.* (2023) na microrregião de Abaíra, juntamente com a preservação de técnicas tradicionais, em especial o uso de levedura e fermentação (Bortoletto; Silvello; Alcarde, 2018) exemplificam de forma inequívoca como a adesão às normativas de IGs contribui para o aprimoramento da qualidade dos produtos e a asseguarção da segurança alimentar para os consumidores.

A IG constitui-se como um instrumento de registro que atribui reconhecimento e valorização a produtos ou serviços específicos, distinguindo-os de seus similares no mercado com base em suas qualidades únicas. Essas qualidades estão intrinsecamente relacionadas às peculiaridades dos recursos naturais e aos fatores humanos característicos da região de origem (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2024).

Nesse sentido, a Cachaça Abaíra é um exemplo, sendo uma bebida artesanal de alambique, é produzida em toda microrregião de Abaíra, que se localiza na Chapada Diamantina, interior da Bahia e integra mais três municípios limítrofes, Mucugê, Piatã e Jussiape. O reconhecimento como IG promoveu a identidade cultural desse destilado e estimulou a adoção de práticas agrícolas e de produção que respeitem o meio ambiente, as legislações trabalhista e sanitária, garantindo a qualidade superior do produto (Santos; Nery, 2023). Além disso, contribui para a economia local, aumentando a visibilidade da bebida no mercado e promovendo atividades turísticas na região (Santos, 2022).

Contudo, a implementação de IGs também apresenta desafios, incluindo a necessidade de conformidade com regulamentos rigorosos e o potencial de exclusão de pequenos produtores que não conseguem atender a esses padrões (Santos, 2022). Portanto, é crucial investigar como as IGs afetam as práticas de produção e quais estratégias podem ser adotadas para maximizar seus benefícios enquanto se minimizam os desafios associados. Nesse sentido, o presente estudo visa avaliar o impacto da Indicação Geográfica na sustentabilidade e nas práticas de produção da agroindústria de cachaça na microrregião de Abaíra.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para atender ao objetivo proposto, a metodologia adotada neste trabalho envolveu duas etapas principais, descritas a seguir.

2.1 Pesquisa Bibliográfica

Tipo e Abordagem: Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica exploratória, com o intuito de fundamentar teoricamente a investigação. Esta etapa envolveu a consulta a diversas fontes de informação, artigos científicos e páginas da internet.

Sujeitos e Lócus: Não se aplica, visto que esta fase focou na coleta de dados secundários.

Instrumentos e Procedimentos: A seleção do material teórico foi guiada pela articulação de marcadores temáticos investigativos, tais como Indicação Geográfica, Sustentabilidade, Meio Ambiente, Natureza, Produção de Bebidas, Cachaças Artesanais e Agroindústria.

Técnicas Utilizadas: A técnica principal foi a revisão de literatura, permitindo a construção de um referencial teórico sólido que suportasse as fases subsequentes da pesquisa.

2.2 Levantamento Documental

Tipo e Abordagem: Seguiu-se com um levantamento documental, com o objetivo de analisar o Regulamento de Uso de Indicação de Procedência (IP), elaborado pela Associação dos Produtores de Aguardente da Microrregião de Abaíra (APAMA).

Sujeitos e Lócus: O foco desta etapa esteve nos documentos normativos e regulatórios produzidos pelos associados da APAMA, especificamente o Regulamento de Uso de IP.

Instrumentos e Procedimentos: A análise documental concentrou-se na avaliação das normas estabelecidas para a produção de cachaça de qualidade, observando as práticas sanitárias e ambientais recomendadas.

Técnicas Utilizadas: Foi empregada a análise de conteúdo para examinar as etapas da produção da bebida, desde a colheita da cana-de-açúcar até o armazenamento do produto final, com base nas diretrizes do artigo 28 do Regulamento de Uso de IP.

Contexto e Ambiente: A pesquisa se insere no contexto da produção de cachaça artesanal na Microrregião de Abaíra, destacando a importância das práticas sustentáveis e da conformidade com normativas ambientais e de qualidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As IGs representam um importante instrumento para a diferenciação de produtos no mercado global, oferecendo uma oportunidade única para que as práticas tradicionais e sustentáveis sejam reconhecidas e valorizadas. A análise detalhada dos resultados, obtidos por meio da metodologia aplicada, demonstram a contribuição substancial das IGs em vários aspectos. Por um lado, promove práticas que protegem o meio ambiente. Por outro, ajuda na criação de empregos e no aumento da renda das comunidades locais, ao mesmo tempo contribui para a maior visibilidade dos atributos do produto, nesse exemplo, para que a cachaça de Abaíra seja reconhecida mundialmente.

O Regulamento de Uso da IG é parte da documentação exigida pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), atualmente denominado de Caderno de Especificações Técnicas, que passou a integrar o Estatuto da Associação dos Produtores de Aguardente de Cana da Microrregião de Abaíra (APAMA). Estabelecido em 2011, o regulamento visa a implementação de normativas que orientam a Indicação de Procedência (tipo de IG de Abaíra), com o propósito

explícito de fomentar a produção de cachaça sob práticas ecologicamente responsáveis e dentro das normas sanitárias (APAMA, 2011).

Além disso, o regulamento enfatiza a necessidade de preservar recursos hídricos, incluindo rios, riachos, canais de irrigação bem como solos e biodiversidade. Isso é alcançado através da proteção e do cuidado de áreas de preservação permanente e da implementação de práticas de gestão sustentável para resíduos sólidos e efluentes produzidos durante as etapas do processo produtivo (Santos; Nery, 2023). Essas orientações destacam um compromisso com abordagens que vão além da mera produção agrícola, incorporando uma perspectiva abrangente de sustentabilidade ambiental.

O tema sustentabilidade ambiental, conforme apresentado por Martine e Alves (2015) refere-se à prática e ao objetivo de utilizar os recursos naturais de maneira responsável e eficiente, visando garantir sua disponibilidade para as gerações futuras, enquanto se promove o bem-estar e o desenvolvimento socioeconômico. Esta noção emerge em resposta ao reconhecimento crescente dos limites físicos do planeta, dos recursos escassos e da necessidade imperativa de um modelo de desenvolvimento que harmonize as dimensões econômica, social e ambiental, assegurando a preservação da biodiversidade e dos ecossistemas.

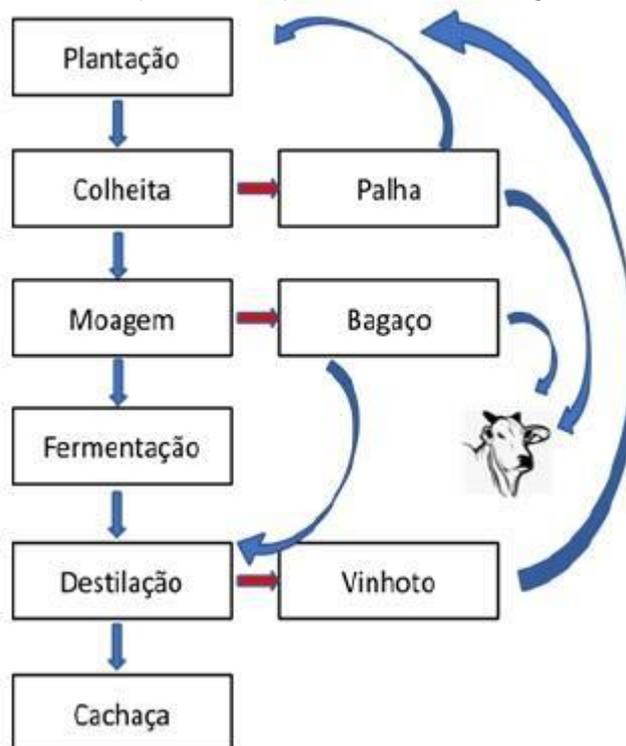
Ao integrar as diretrizes do Regulamento de Uso IP da cachaça de Abaíra com as evidências mais recentes da literatura científica, pode-se compreender melhor as implicações práticas e teóricas dessas normas para a sustentabilidade e a qualidade da produção. Um dos pontos de destaque encontra-se logo no início do documento de normas e técnicas que se refere à proibição do uso de variedades de cana-de-açúcar transgênicas. Essa regra está estabelecida no Art. 2º do regulamento como uma estratégia consciente que consiste em alinhar a produção com as demandas do mercado por produtos orgânicos e naturais.

Durante um extenso período, as alterações genéticas constituíram-se (e continuam a constituir) fontes de significativa controvérsia. A abstenção no emprego de organismos geneticamente modificados almejava a preservação da biodiversidade e o incentivo a métodos de cultivo ambientalmente sustentáveis. No entanto, Brookes e Barfoot (2017) e a ISAAA (2018) apontam que estudos recentes enfatizam os progressos dos transgênicos, sublinhando seus benefícios econômicos, a eficiência no uso de recursos, e a redução na aplicação de agentes químicos. Argumentam que os organismos geneticamente modificados oferecem uma agricultura mais sustentável, melhorando o rendimento e reduzindo o uso de terras, água e combustíveis, destacando seu potencial para enfrentar desafios ambientais e socioeconômicos.

Dando prosseguimento às práticas agrícolas envolvidas no processo de produção, incluindo etapas como plantação, moagem, fermentação e o uso de leveduras naturais, como ilustrado na

Figura 1, conseguimos traçar um panorama claro. Esse estudo nos permite compreender como a conformidade com as normas das IGs resulta em avanços significativos tanto na qualidade quanto na segurança alimentar. Essa conformidade não só garante a preservação das técnicas tradicionais, mas também assegura que os produtos finais atendam a altos padrões de qualidade. Implementando tais práticas, produtores podem disponibilizar suas produções no mercado, promovendo não apenas a excelência e a singularidade de suas mercadorias, mas também reforçando a importância da segurança alimentar e da responsabilidade ambiental.

Figura 1 – Processo de fabricação de cachaça artesanal de alambique em Abaíra – BA.



Fonte: Santos e Nery (2023)

A Figura 1 acima descreve as etapas de produção da cachaça artesanal, produzida em alambiques. Nela, pode-se observar as mudanças nos modos de produção, ocorridas em Abaíra, a partir da implementação da IG. A ênfase nas condições de higiene, principalmente durante o processo de moagem, indicada no Art. 7º do Regulamento de Uso de IP em Abaíra, está em perfeita concordância com as melhores práticas de produção alimentar. A manutenção de altos padrões de higiene em todas as etapas produtivas, incluindo produção, transporte, armazenamento, manipulação e preparação do caldo de cana, é essencial para assegurar a segurança e a qualidade do produto final.

No que diz respeito a essa temática, Santos *et al.* (2023) apontam a relevância da higiene no âmbito agroindustrial, enfatizando a necessidade de práticas meticulosas de limpeza e manutenção

como elementos cruciais para a prevenção de contaminações e a preservação da integridade dos produtos. Deste modo, a adesão a estas diretrizes não somente atende às normativas regulamentares, mas também manifesta um comprometimento com a manutenção de um padrão de qualidade superior da cachaça produzida em Abaíra.

O uso de leveduras naturais, conforme mencionado no Art. 9º, destaca a importância dos processos tradicionais na produção da bebida, contribuindo para as características únicas do produto. O emprego desse processo de fermentação, conforme discutido por Bortoletto, Silvello e Alcarde (2018), não apenas melhora a qualidade final, mas também enfatiza a autenticidade e a singularidade da cachaça de Abaíra. Esta prática sustenta a valorização de gêneros com Indicação Geográfica, onde a identidade, a tradição e a qualidade são interligadas. Além disso, a escolha por leveduras naturais reforça o compromisso com métodos de produção sustentáveis e com menor impacto ambiental, alinhando-se com uma produção mais ecológica e responsável.

No processo produtivo de forma artesanal na microrregião de Abaíra, que abrange desde a etapa de colheita até o armazenamento do destilado, são adotadas práticas complementares às medidas de cuidado previamente destacadas.

Santos e Nery (2023) mencionam a adoção de estratégias sustentáveis, como a utilização de resíduos agrícolas — especificamente o bagaço da cana — como combustível para as fornalhas utilizadas no processo de destilação. Essa abordagem não só minimiza o desperdício, mas também promove uma gestão eficiente dos recursos disponíveis. Ademais, a prática de remoção manual das palhas, seguida por sua reutilização como cobertura do solo ou como alimento para animais, é incentivada em detrimento da queima desses resíduos. Da mesma forma, a aplicação do vinhoto como fertilizante, em oposição à sua liberação em corpos hídricos, evidencia um comprometimento com os princípios de sustentabilidade e conservação ambiental.

4 CONCLUSÃO

Este trabalho investigou o impacto da Indicação Geográfica (IG) na sustentabilidade e qualidade da produção da cachaça de Abaíra, destacando como a implementação de normas associadas à IG contribui para práticas de produção mais sustentáveis, inclusivas e de alta qualidade. Os achados principais ressaltam a efetividade das IGs em promover não apenas a sustentabilidade ambiental, mas também o desenvolvimento e a inclusão social na microrregião de Abaíra. O estudo evidenciou como as normativas de IG, como a proibição do uso de cana-de-açúcar transgênicas e a ênfase em processos de higiene e uso de leveduras naturais, reforçam a qualidade do produto e a segurança alimentar.

As contribuições desta investigação, são significativas para o campo da agroindústria e da produção sustentável, demonstrando que a adoção de IGs pode ser uma estratégia eficaz para melhorar tanto a qualidade da cachaça, quanto a sustentabilidade dos processos de produção. A investigação destaca a importância de práticas que respeitam o meio ambiente e asseguram a qualidade superior do produto, como a conservação de recursos hídricos, a gestão sustentável de resíduos e a manutenção de altos padrões de higiene. Além disso, ao valorizar métodos tradicionais de fermentação e o uso de leveduras naturais, o estudo sublinha o papel das IGs na preservação da identidade e tradição local, contribuindo para a autenticidade e singularidade do que é produzido.

No entanto, vale atentar quanto aos obstáculos associados à adoção de Indicações Geográficas, englobando a obrigatoriedade de aderir a normativas exigentes e o risco de marginalização de pequenos agricultores. Tal cenário indica a importância de abordagens abrangentes que viabilizem a participação de todos os agentes locais nas benesses propiciadas pela IG, assegurando que práticas sustentáveis e de excelência não se restrinjam exclusivamente a uma fração dos envolvidos no setor.

Para complementar os achados desta análise, seria proveitoso investigar o impacto a longo prazo das IGs sobre a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento das regiões produtoras, bem como a percepção dos consumidores sobre produtos com IG, para entender melhor como essa valorização contribui para a conservação da biodiversidade e a promoção de práticas agrícolas responsáveis. Assim, o presente estudo fornece uma base para a compreensão dos benefícios e desafios associados às Indicações Geográficas, ressaltando seu potencial como ferramentas de promoção da sustentabilidade e qualidade na agroindústria

Agradecimentos e financiamento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- APAMA. **DICIG e Regulamento de Uso IP**. Abaíra: APAMA, 2011.
- BELLETTI, G.; MARESCOTTI, A.; TOUZARD, J. Geographical indications, public goods, and sustainable development: The roles of actors' strategies and public policies. **World Development**, v. 98, p. 45-57, 2017.
- BORTOLETTO, A. M.; SILVELLO, G. C.; ALCARDE, A. R. Good Manufacturing Practices, Hazard Analysis and Critical Control Point plan proposal for distilleries of cachaça. **Scientia Agricola**, v. 75, n. 5, p. 432-443, 2018.

BROOKES, G.; BARFOOT, P. G. M. Global impact of biotech crops: socio-economic and environmental effects in the twenty years of adoption (1996-2016). Dorchester, UK: **PG Economics Ltd**, 2017. Disponível em: <https://www.pgeconomics.co.uk/pdf/2017globalimpactstudy.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2024.

ISAAA. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2017: Biotech Crop Adoption Surges as Economic Benefits Accumulate in 22 Years. **ISAAA Brief**. No. 53. ISAAA: Ithaca, NY. 2018.

MARTINE, G.; ALVES, J. E. D. Economia, sociedade e meio ambiente no século 21: tripé ou trilema da sustentabilidade? **Revista Brasileira de Estudos De População**, v. 32, n. 3, p. 433-460, 2015.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **O que é Indicação Geográfica (IG)?** Governo do Brasil. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/indicacao-geografica/o-que-e-indicacao-geografica-ig>. Acesso em: 10 fev. 2024.

SANTOS, E. L. **As memórias e a aura das indicações geográficas: as repercussões socioeconômicas no contexto da cachaça Abaíra**. Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2022. 216f. Dissertação (Mestrado em Memória: Linguagem e Sociedade). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista – BA, 2022.

SANTOS, E. L.; NERY, M. S. de S. A importância das indicações geográficas na gestão ambiental: a produção de cachaça em Abaíra – BA. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 16, n. 11, p. 25320–25333, 2023. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/2079>. Acesso em: 08 fev. 2024.

SANTOS, M. M. B. dos; SANTOS, J. V. de A. dos; GARCIA-GOMES, A. dos S. Alerta à qualidade microbiológica de caldo de cana. In: I Congresso Latino-Americano de Segurança de Alimentos. **Agron Food Academy**, 2023. Disponível em: <https://agronfoodacademy.com/alerta-a-qualidade-microbiologica-de-caldo-de-cana/>. Acesso em: 01 mar. 2024.

CAPÍTULO 8

COOPTARUMA: FORTALECENDO O EMPREENDEDORISMO DIANTE DAS ADVERSIDADES AMAZÔNICAS

Rosângela dos Reis Guimarães   
Embrapa Amazônia Ocidental, Brasil

Lindomar de Jesus da Souza Silva   
Embrapa Amazônia Ocidental, Brasil

Ana Luiza do Nascimento Pereira   
Fundação de Amparo à pesquisa do Estado do Amazonas, Fapeam (Bolsista), Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.718 



Resumo: A temática do empreendedorismo rural cada vez mais vem sendo debatida junto aos agricultores familiares. O fortalecimento da agricultura familiar leva a inclusão social e ao desenvolvimento socioeconômico o que gera a necessidade de despertar para o empreendedorismo, desenvolvendo capacidades e ferramentas que aperfeiçoem a com a gestão das unidades produtivas. Identificar os problemas e as oportunidades da propriedade rural e comunidades, facilita chegar a possíveis soluções para contornar os problemas identificados. O sucesso da adoção de novas tecnologias e desenvolvimento de inovações produtivas e comerciais tem pressuposto uma reflexão da temática do empreendedorismo como estratégias de empoderamento e garantia de direitos essenciais a permanência no meio rural. No Amazonas o agricultor familiar está verificando que é necessário conhecer os processos dentro e fora da porteira, para poder montar estratégias de aperfeiçoar as atividades produtivas. Na Cooperativa de Agricultores Familiares das Comunidades Frederico Veiga e Novo Paraíso (COOPTARUMÃ) o processo de adoção de novas tecnologias e desenvolvimento de inovações produtivas e comerciais tem pressuposto uma reflexão da temática do empreendedorismo como estratégias de empoderamento e permanência no meio rural. O estudo evidencia a necessidade de reforçar as discussões e capacitações sobre as percepções dos agricultores quanto ao seu papel como protagonista.

Palavras-chave: Desenvolvimento. Estratégias. Inovações.

1 INTRODUÇÃO

É cada vez maior a compreensão do papel da agricultura no desenvolvimento sustentável, no contexto da agricultura familiar passa ser a central na adoção de inovação, como também, gestor de mudanças no meio rural. Miyazaki *et al.* (2008), compreende que ao fortalecer a agricultura familiar ocorreu um processo de inclusão social e o desenvolvimento socioeconômico, sendo que para isso é essencial fomentar o empreendedorismo. Tendo como base Batalha, Buainain e Souza Filho (2013), compreendemos que o empreendedorismo para os agricultores familiares pode contribuir, primeiro no nível de responder à necessidade de desenvolver capacidades e ferramentas as demandas sistêmicas da cadeia produtiva que está inserido e de aperfeiçoar à gestão individual das unidades produtivas. O empreendedorismo rural pode contribuir para os agricultores familiares enfrentarem os desafios de padrões de qualidade exigido pelos mercados, como também, possibilidade que a unidade familiar explore com maior eficiência os “melhores nichos baseados em apelos na produção de produtos mais naturais e saudáveis e ecologicamente corretos” (Batalha; Buainain; Souza Filho, 2005, p.9).

Para Flaviano *et al.* (2019, p.2), o empreendedor é um “indivíduo com características peculiares, que transforma o ambiente em que atua”. É nessa perspectiva que o empreendedorismo rural tem sido visto como a possibilidade de o agricultor assumir um papel importante na “promoção da sustentabilidade ambiental, transcendendo fatores sociais e econômicos. Essas mudanças de valores e conscientização ambiental, têm constituído uma forma de empreendedorismo, mais orientado para a sustentabilidade” (De Magalhães; Bezerra; Ramos, 2023,

p. 11962). As exigências relacionadas a mudanças de paradigmas socioambientais e culturais, com o a iminente crise climática impõe a necessidade aos agricultores a necessidade de se adaptarem às “novas dinâmicas e novos hábitos de consumo”. O que modificou a demanda, o que coloca a crescente necessidade de impulsionar o desenvolvimento do empreendedorismo rural como forma de ativar o potencial agricultor agente capaz de transformar o meio rural em espaço dinâmico, diversificado e capaz de atender as demandas de seus moradores e da cidade (Santos; Alves; Dewes, 2021).

A temática do empreendedorismo rural cada vez mais vem sendo debatida junto aos agricultores familiares. Identificar os problemas e as oportunidades dentro da propriedade rural e comunidades, facilita o processo para chegar a possíveis soluções para contornar os problemas identificados. No Amazonas o agricultor familiar está começando a compreender que é necessário conhecer os processos dentro e fora da porteira, para poder montar estratégias de aperfeiçoar as atividades produtivas, o protagonismo e na gestão da propriedade e comunidades.

Na Cooperativa de Agricultores Familiares das Comunidades Frederico Veiga e Novo Paraíso (COOPTARUMÃ) o sucesso do processo de adoção de novas tecnologias e desenvolvimento de inovações produtivas e comerciais tem pressuposto uma reflexão da temática do empreendedorismo como estratégias de empoderamento e garantia de direitos essenciais a permanência no meio rural. Com foco no fortalecimento do empreendedorismo no espaço rural, o Projeto Moã: ciência, tecnologias, transferências e inovação para o alcance dos objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) pelas comunidades amazônicas vêm realizando estudos com a perspectiva metodológica exploratória visando ampliar a familiaridade com a temática quantitativa e qualitativa, com foco em entender aspectos mais subjetivos, como comportamentos, ideias, pontos de vista relacionados a atualidade, e os desafios relacionados as atividades empreendedoras, a visibilidade e a superação de uma estrutura. O estudo teve como objetivo diminuir a insegurança financeira dos empreendimentos, através da diversificação das fontes de renda que demonstram maior viabilidade e visibilidade, através de estratégias desenvolvidas para a superação da fome e da pobreza.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa é de cunho qualitativo, ou seja, buscar uma interpretação que abarque o universo da produção, relações e representações humanas (Minayo, 2011). Creswell (2010) compreende que este tipo de pesquisa foca na compreensão do significado atribuído pelos indivíduos a um determinado problema de cunho humano ou social.

Como na leitura de Collis e Hussey (2005) podemos classificar a pesquisa, também, como descritiva, já que visamos explicar um fenômeno, utilizando como ferramentas para identificar, avaliar e descrever um problema. Cabe ressaltar que a pesquisa teve como enfoque o estudo de caso, onde profundidade e detalhes são atributos inerentes (Vergara, 2013; Creswell, 2010), marcado por um levantamento empírico, realizado através de um conjunto de procedimentos.

O estudo vem sendo realizado com agricultores da cooperativa COOPTARUMÃ, que compreende duas comunidades rurais, a comunidade Frederico Veiga e a Novo Paraíso, situadas no km 8, da BR 174, Tarumã Açu, Manaus-AM. Como estratégias de coleta de informações, o projeto de pesquisa vem realizando roda de conversa e oficinas com os cooperados, especialmente, envolvendo a diretoria e outros filiados a COOPTARUMÃ. As oficinas buscam principalmente capacitar os agricultores para que possam exercer as suas atividades, conhecendo a cadeia produtiva que desenvolvem, ampliando assim o poder político-econômico do negócio rural. Outra finalidade é despertar os jovens rurais para a atuação e sucessão da propriedade familiar.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultados, podemos mencionar que fica cada vez mais evidente o protagonismo das mulheres no meio rural, principalmente, diante de um território onde há grande pressão da área urbana, com o aparato da Zona Franca de Manaus, principalmente da pressão migratória e por áreas para expansão de subsidiárias o que produz um conjunto de conflitos com a comunidade.

Nesse cenário, o protagonismo das mulheres tem ampliado a atuação da cooperativa em redes, construção de parceiras, avanços de atividades produtivos adequados à realidade familiar e melhorias no processo de comercialização da produção, bem como no estímulo a comunicação por meio da rede, criando estímulos a participação dos cooperados, o que estreita os laços de interação e confiança (Figura 1).

Todavia, ainda são diversos os desafios enfrentados quando o assunto é empreender no contexto rural, principalmente o acúmulo das atividades, ausência de capacitação e inovação e, por isso, é importante fomentar diálogos e discussões, no âmbito acadêmico e rural, que possibilite perceber oportunidades de negócios, como também, a interação de inovações e estratégias em áreas impactadas por grande projeto, como a Zona Franca de Manaus e que valorizem e incentive a atividade produtiva rural sustentável, bem como superar possíveis dificuldades.

Figura 1 – Oficina de empreendedorismo.

Fonte: Guimarães, R.R. (2023).

Em um cenário do mundo rural, onde as atividades agrícolas são secundarizadas diante da presença do parque industrial da Zona Franca de Manaus, o empreendedorismo rural precisa ser a meta essencial dos agricultores, principalmente com opção como a forma de buscar “adaptar às transições da sociedade na economia e nas políticas governamentais, a fim de desenvolver práticas mais sustentáveis” (Santos; Alves; Dewes, 2021, p. 2). É como afirma Casali *et al.* (2019, p. 22) em cenários de grandes desafios o “empreendedorismo rural tem ganhado força e espaço com produtores empenhados em manter (ou, até mesmo, aumentar) a produtividade, adequando-se às novas exigências que o mercado propõe.

Porem cabe evidenciar que o empreendedorismo rural preconizado para a realidade amazônicas, precisa ir além da perspectiva economicistas defendido por Amaral (2021) ou com perfil evidentemente calculistas (Machado; Gomex Filho; Souza, 2020). O empreender amazônico, especialmente do meio rural do município de Manaus, precisa ser eficácia do processo decisório, intensificar as ações que levam ao fortalecimento das organizações, e principalmente desenvolver a habilidade de transformar o meio rural através de uma perspectiva que cooperam com o desenvolvimento social, econômico e a sustentabilidade ambiental, proporcionando melhoria da qualidade de vida e o bem viver pessoal e comunitário.

4 CONCLUSÃO

O estudo evidencia a necessidade de se conhecer a estrutura do tecido social das comunidades, das adaptações das soluções sócio técnicas que são disponibilizadas através das atividades de transferência de tecnologia dos projetos de desenvolvimento e reforçar as discussões e capacitações sobre as percepções dos agricultores quanto ao seu papel como protagonista. Por

fim, o presente estudo soma-se as perspectivas de contribuir com a construção dos conhecimentos teóricos e prático relacionados à temática “empreendedorismo rural”.

Agradecimentos e financiamentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM.

REFERÊNCIAS

AMARAL, G. **Entenda como empreender, ter sucesso e ganhar dinheiro dentro do agronegócio**. 28/12/2021. Site Agro2. Disponível em: <https://agro2.com.br/agronegocio/entenda-como-empreender-ter-sucesso-e-ganhar-dinheiro-dentro-do-agronegocio/>. Acesso em: 04 maio 2024.

BATALHA, M. O.; BUAINAIN, A. M.; SOUZA FILHO, H. M. de. Tecnologia de gestão e agricultura familiar. Disponível em: <http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/241/Tecnologia%20de%20Gest%C3%A3o%20e%20Agricultura%20Familiar.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2023

BATALHA, M. O.; BUAINAIN, A. J.; SOUZA FILHO, H. M. **Tecnologia de gestão e agricultura familiar**. In: SOUZA FILHO, H. J.; BATALHA, M. O. (Orgs.). *Gestão integrada da agricultura familiar*. São Carlos: EduFSCar, 2005. p. 13-43.

CASALI, M. da S.; SILVA, M. da; TURCATO, J. C.; BAGGIO, D. K.; BRIZOLLA, M. M. B. Empreendedorismo rural: estudo das competências empreendedoras de produtores rurais de leite. **Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Administração da UnP**, v. 11, ed. 2, p. 21-36, 2019. Disponível em: <https://repositorio.unp.br/index.php/raunp/article/view/2083>. Acesso em: 1 maio 2024.

COLLIS, J.; HUSSEY, R. **Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

DE MAGALHÃES, M. F.; BEZERRA, C. M. da S.; RAMOS, H. R. O empreendedorismo rural sustentável e a agricultura familiar: uma análise temática da literatura. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 14, n. 7, p. 11960–11988, 2023. DOI: 10.7769/gesec.v14i7.2253. Disponível em: <https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/2253>. Acesso em: 4 maio. 2024.

FLAVIANO, V.; ZAJONZ, B. T.; LANGBECKER, T. B.; ARBAGE, A. P. EMPREENDEDORISMO RURAL: OLHARES EM CONTEXTOS DIVERSOS. **Revista Conexão UEPG**, v. 15, ed. 3, p. 301-309, 2019. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/conexao/article/view/13557/209209211373>. Acesso em: 2 maio 2024.

MINAYO, M. C. de S. (org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 30 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

MIYAZAKI, J.; VILAS BOAS, T.; RAIZEL, P. A. **Capital social e empreendedorismo rural: a agricultura familiar no oeste do Paraná**. Resultados Preliminares do Projeto: Gestão das Unidades Artesanais, 2008. Disponível em:

<http://www.unioeste.br/campi/cascavel/ccsa/IVSeminaro/IVSeminaro/Artigos/11.pdf>

.Acesso em: 22 mar. 2023.

SANTOS, I. S. dos; ALVES, I. S. dos; DEWES, H. Produção científica no empreendedorismo rural relacionado ao turismo. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, v. 15, ed. 3, p. 1-18, Set, Dez 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbtur/a/8XzJtqg6zqqLQzNcxDPf6Vh/>. Acesso em: 2 maio 2024

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração**. 14 ed. São Paulo: Atlas, 2013.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

CAPÍTULO 9

CONTRIBUIÇÃO DA PESQUISA AGROPECUÁRIA PARA A SUSTENTABILIDADE AMAZÔNICA: A CULTIVAR DE GUARANAZEIRO BRS MAUÉS

Lindomar de Jesus de Sousa Silva   
Embrapa Amazônia Ocidental, Brasil

Alessandro Carvalho dos Santos   
Embrapa Amazônia Ocidental, Brasil

Gilmar Antonio Meneghetti   
Embrapa Amazônia Ocidental, Brasil

José Olenilson Costa Pinheiro   
Embrapa Amazônia Ocidental, Brasil

Caroline Bogo Rota   
Embrapa Amazônia Ocidental, Brasil

Tania Nazarena de Oliveira Miranda   
Embrapa Amazônia Ocidental, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.719 



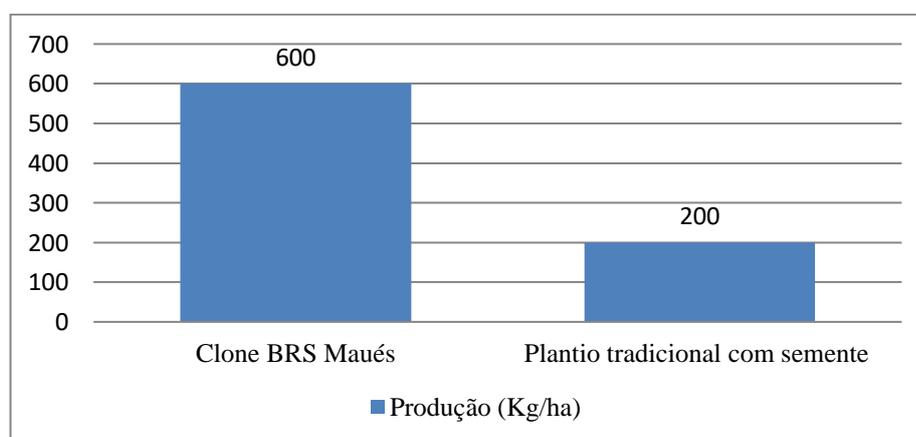
Resumo: O cultivo do guaraná faz parte da dimensão socioeconômica e cultural dos povos amazonenses e, hoje, é um dos principais insumos da indústria de bebidas mundial. É nesse contexto que, na década de 1970, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária iniciou um programa de melhoramento genético da planta. A partir de materiais silvestres, por meio de clonagens e seleção de materiais iniciou e desenvolveu a pesquisa. Como resultado de pesquisa, até o momento, já foram disponibilizadas 19 cultivares de guaranazeiro, entre as quais a ‘BRS Maués’, o grande destaque na produção e que vem sendo cultivada por empresários e agricultores familiares, devido às suas características agronômicas, como ramos longos, tolerância à antracnose e ao superbrotamento (doença causada pelo fungo *Fusarium decemcellulare*) e produtividade. A presente pesquisa avaliou o impacto da cultivar BRS Maués por meio do Sistema de Avaliação de Impactos Ambientais de Inovações Tecnológicas Agropecuárias (*Ambitec-Agro*). Como resultados destacamos o aumento da produtividade, com impactos ambientais reduzidos, estabilidade da produção e importantes impactos sociais e econômicos positivos.

Palavras-chave: Desenvolvimento. Estratégias. Indicadores. Inovações. Tecnologia

1 INTRODUÇÃO

O presente estudo analisa a cultivar de guaraná BRS Maués, lançada pela Embrapa em 1999. Essa cultivar responde por aproximadamente 30% dos cultivos do estado do Amazonas, como mostra a Figura 1. Trata-se de uma tecnologia agropecuária produzida por clonagem e desenvolvida a partir da seleção de plantios no município de Maués, AM. Essa tecnologia mostrou ser uma excelente oportunidade de plantio para agricultores familiares e para grandes empreendimentos empresariais, como os que ocorrem na Fazenda Santa Helena, Maués - AM, da Companhia de Bebidas das Américas (Ambev), e da empresa Agropecuária Jayoro, subsidiária da *Coca-Cola* no Amazonas (Homma, 2014).

Figura 1 – Produção de grãos secos de guaraná da cultivar BRS Maués (kg/ha).



Fonte: Autores, 2023.

A cultivar BRS Maués, em comparação com o material nativo, apresenta vantagens e desvantagens. Como vantagens tem melhor produtividade, que possibilita a melhoria da geração de renda (Atroch, 2001). A precocidade é outro atributo que garante um plantio seguro e com estabilidade, considerando a produção e a redução da sazonalidade, condições fundamentais para obtenção de financiamento bancário.

Como desvantagens elencamos: a propagação por estaquia, que encarece o preço das mudas e o transporte delas até o local de plantio. Essa desvantagem é significativa, especialmente para o Amazonas, em razão das grandes distâncias dos viveiros até os locais a serem plantadas. A exigência por insumos da cultura, principalmente adubos, como preconiza o sistema de produção disponibilizado pela Embrapa, é outra desvantagem, pelos custos e pelas distâncias que os fertilizantes precisam ser transportados. Além dos aspectos operacionais da instalação dos guaranazais, há outras desvantagens. Sob o aspecto genético, a “...principal desvantagem da propagação vegetativa, sob o ponto de vista genético, é a tendência de redução da variabilidade genética, pela não utilização de níveis intermediários de variabilidade genética, pois o melhorista procura sempre o máximo de expressão dos caracteres em uma única planta para fazer a clonagem” (Atroch; Cravo; Dos Santos, 2007, p. 5 – 6).

A cultivar que estamos analisando é proveniente de propagação por clonagem e está sujeita às vantagens e desvantagens desse método. A partir dessas afirmações e considerações, é importante fazer uma análise dos impactos da tecnologia para os usuários da mesma, os agricultores.

Para mensurar os impactos utilizamos o *Ambitec-Agro*. A análise permitiu concluir que, as tecnologias agropecuárias, por mais que sejam formuladas numa perspectiva convencional, ou seja, com uso de insumos químicos, mesmo assim permitem aos agricultores reduzir a pressão sobre os recursos naturais existentes na propriedade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O *Ambitec-Agro* é estruturado em um software composto por um conjunto de planilhas que integram critérios e indicadores ambientais e sociais na avaliação de tecnologias, para comparar os impactos ambientais, sociais e econômicos da BRS Maués de guaranazeiro convencional em unidades de produção no município de Maués, AM. O procedimento de avaliação *Ambitec-Agro* consiste em verificar a direção (aumenta, diminui ou permanece inalterado) e a escala de ocorrência (pontual, local ou entorno) dos coeficientes de alteração dos indicadores para cada critério, atribuídos em razão específica da aplicação da tecnologia ou implementação da atividade rural, nas condições de manejo observadas em campo. Os resultados da avaliação de impacto são

apresentados graficamente na planilha “Índices de impacto”, expressos em escala de atribuição multicritério entre +15 e -15 (Rodrigues, 2015; Rodrigues; Buschinelli; Avila, 2010).

O levantamento de dados para análise dos indicadores ocorreu durante a visita a campo, realizada por membros da equipe do projeto, e foi realizado em setembro de 2023, com informações coletadas dos agricultores que cultivam o guaraná no município de Maués.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Ambitec-Agro evidencia que os agricultores que adotam a tecnologia BRS Maués, além da produção de guaraná, contribuem para a diversificação e a segurança na produção de alimentos, mudança no uso direto da terra, mudança no uso indireto da terra, qualidade do produto, segurança alimentar, colaboram com a manutenção e conservação dos ecossistemas. Isso se observa nos critérios (11. Conservação da biodiversidade e recuperação ambiental; 7. Geração própria, aproveitamento, reuso e autonomia; 9. Qualidade do solo).

Contribuem também para a ampliação do capital social, capacitação, geração e qualificação de trabalho e emprego e o desenvolvimento de habilidade inclusiva como pode ser observado nos itens relacionados (13. Capital social, 16. Qualificação e oferta de trabalho, 17. Qualidade do emprego/ocupação, 18. Oportunidade, emancipação e recompensa equitativa entre gêneros, gerações e etnias).

A tecnologia gera renda significativa para a propriedade, valoriza e faz com que os membros da unidade de produção se dediquem com afinco nas atividades como pode ser observado nos valores dos critérios (19. Geração de renda do estabelecimento, 20. Valor da propriedade e 23. Dedicção e perfil do responsável). A tecnologia faz com que os agricultores tenham compromisso com práticas de manejo e condições para comercializar a produção (24. Condição de comercialização, 25. Disposição de resíduos e 26. Gestão de insumos químicos).

De modo geral, os impactos da tecnologia são positivos. Entretanto, dentro dos limites de uma atividade convencional, há aspectos e impactos negativos que a avaliação mostra, como o uso de insumos químicos e a utilização de recursos naturais, impactando em algumas dimensões ambientais (3. Consumo de água; 4. Uso de insumos agrícolas; 6. Consumo de energia; 8. Emissões à atmosfera).

Há impactos negativos e que necessitam ser melhorados, como os relacionados à segurança e saúde ocupacional (21. Segurança e saúde ocupacional).

O uso da tecnologia melhora e constitui-se em excelente ativo de relação entre agricultor e instituições governamentais e privadas, como mostra o item 27. Relacionamento institucional. A equalização e o saldo entre indicadores positivos e negativos evidenciam que a tecnologia

potencializa a implementação dos plantios, mostra avanços na atividade, necessitando cuidados em aspectos importantes como a questão do uso da água, de insumos, consumo de energia, enfim, principalmente aspectos ligados ao ambiente e à saúde ocupacional. É possível avançar mais em termos econômicos, sociais e ambientais em direção ao desenvolvimento sustentável (Rodrigues, 2015; Rodrigues; Buschinelli; Avila, 2010).

Tabela 1 – Média dos impactos sociais, econômicos e ambientais.

Critério	Média Geral
1. Mudança no uso direto da terra	8,26
2. Mudança no uso indireto da terra	4,13
3. Consumo de água	-2,58
4. Uso de insumos agrícolas	-2,95
5. Uso de insumos veterinários e matérias-primas	0,00
6. Consumo de energia	-12,35
7. Geração própria, aproveitamento, reúso e autonomia	3,84
8. Emissões à atmosfera	-4,68
9. Qualidade do solo	4,88
10. Qualidade da água	0,00
11. Conservação da biodiversidade e recuperação ambiental	7,05
12. Qualidade do produto	5,26
13. Capital social	9,05
14. Bem-estar e saúde animal	0,00
15. Capacitação	8,01
16. Qualificação e oferta de trabalho	3,82
17. Qualidade do emprego/ocupação	7,14
18. Oportunidade, emancipação e recompensa equitativa entre gêneros, gerações e etnias.	9,38
19. Geração de renda do estabelecimento	13,60

20. Valor da propriedade	10,28
21. Segurança e saúde ocupacional	-3,04
22. Segurança alimentar	11,25
23. Dedicção e perfil do responsável	12,34
24. Condição de comercialização	11,56
25. Disposição de resíduos	9,10
26. Gestão de insumos químicos	4,26
27. Relacionamento institucional	11,32

Fonte: Autores, 2023.

Os dados gerais mostram que a cultivar BRS Maués teve índice de impacto econômico de 9,49, o que demonstra a viabilidade econômica da adoção da tecnologia e que ela possibilita criar estratégias de desenvolvimento de cultivos e de investimentos na unidade produtiva.

O impacto social foi de 6,04, reflexo das iniciativas organizativas dos agricultores, ampliação de trabalhos e empregos com qualidade nas unidades familiares de produção, articulações e incidências sobre organizações públicas e privadas, assim como maior intercâmbio e troca de informações entre os agricultores que adotam a tecnologia.

O impacto ambiental (0,53) mostra que a tecnologia tem contribuído para superação de passivos ambientais, com recuperação de áreas, diversificação da paisagem produtiva e manutenção dos serviços ecossistêmicos, o que significa o potencial da tecnologia para aliar produção e questão ambiental, provando que é possível ampliar a produção sem exercer pressão sobre os recursos florestais. Tal aspecto fica comprovado com o índice positivo de 0,53 do impacto ambiental, numa escala que vai de +15 a -15. Ressalva-se que, apesar do índice positivo, a questão ambiental não pode ser descuidada na implementação dos guaranazais.

Tabela 2 – Índices parciais de impacto socioambiental.

Tipo de impacto	Média Geral
Índice de Impacto Econômico	9,49
Índice de Impacto Social	6,04
Índice de Impacto Ambiental	0,53

Fonte: Autores, 2023.

A inovação tecnológica apresentou índice de impacto socioambiental positivo igual a 4,47, o que mostra o potencial de contribuição para o desenvolvimento agrícola das unidades familiares de produção do Amazonas, principalmente as que se dedicam à cultura do guaraná, numa equação que envolve ganhos econômicos, sociais e ambientais. Os impactos econômico, social e ambiental mostram que a cultivar BRS Maués constitui-se em importante ativo da pesquisa agropecuária, ao aumento da produção de guaraná no estado, com sustentabilidade. Portanto, a tecnologia contribui para o desenvolvimento social, econômico, de forma sustentável em termos de ambiente, no meio rural do Amazonas (Buainain; Garcia, 2017).

Tabela 3 – Análise dos resultados.

Média Tipo 1	Média Tipo 2	Média Geral
4,47	0,00	4,47

Fonte: Autores, 2023.

4 CONCLUSÃO

Os dados do Ambitec-Agro mostram que a adoção da tecnologia BRS Maués é um importante ativo de inovação para a geração de emprego no meio rural amazonense. Somando-se a geração de emprego à contribuição com a melhoria da propriedade, geração de renda e desenvolvimento sustentável, é possível afirmar que a tecnologia da cultivar BRS Maués contribui de forma significativa para a permanência do agricultor no meio rural. A permanência dos agricultores no meio rural, produzindo e gerando renda, está diretamente relacionada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, principalmente os que estão relacionados a erradicação da pobreza e da fome, alcançando a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promoção da agricultura sustentável (Silva; Meneghetti; Pinheiro, 2021).

REFERÊNCIAS

ATROCH, A. L.; CRAVO, M. DA S.; DOS SANTOS, J. A. **Enraizamento de estacas de clones de guaranazeiros tratados com Ácido Indol-3-Butírico (AIB)**. In: Pesquisa com Guaranazeiro na Embrapa Amazônia Ocidental: status atual e perspectivas (recurso eletrônico). Editado por José Clério Pereira e Murilo Rodrigues de Arruda. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2007, 246 p.

ATROCH, A. **REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO GUARANÁ**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001.

BUAINAIN, A. M; GARCIA, J. R. Os pequenos produtores rurais mais pobres ainda têm alguma chance como agricultores? In: CAMPOS, S. K. NAVARRO, Z. (Org). **A pequena produção rural e as tendências do desenvolvimento agrário brasileiro: ganhar tempo é possível?** – Brasília: CGEE, 2013.

HOMMA, A. K. O. O. Guaraná: passado, presente e futuro. *In*: HOMMA, A. K. O (Ed.) **Extrativismo vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação**, DF: Embrapa, 2014.

RODRIGUES, G. S. **Avaliação de impactos socioambientais de tecnologias na Embrapa**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2015. 41 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 99). Disponível em:
<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1020852/4/2015DC01.pdf>.
Acesso em: 27 fev. 2020.

RODRIGUES, G. S.; BUSCHINELLI, C. C. de A.; AVILA, A. F. D. An environmental impact assessment system for agricultural research and development II: institutional learning experience at Embrapa. **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 5, n. 4, p. 38-56, 2010.

SILVA, L. J. S; MENEGHETTI, G. A; PINHEIRO, J. O. C. Elementos para a discussão sobre políticas e programas de preservação dos serviços ambientais no Amazonas. **Revista Terceira Margem Amazônia**. Manaus, v. 6, n. especial 16, p. 85-104, 2021. DOI:
<http://dx.doi.org/10.36882/2525-4812.2021v6i16.ed.esp.p85-104>

CAPÍTULO 10

IDENTIFICAÇÃO DA QUANTIDADE NECESSÁRIA DE NPK DENSIFICANDO O NÚMERO DE AMOSTRAS POR INTERPOLAÇÃO EM SOLOS DE SÃO JOSÉ DAS MISSÕES-RS

Grazieli Greth Sperling   

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Bianca Pereira Gaede   

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

Sandro Luciano Barreto Fensterseifer   

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.720 



Resumo: O referente trabalho tem como objetivo principal identificar através de mapas de representações cartográficas a necessidade de aplicação de NPK nos solos do tipo latossolo e a quantidade ideal para uma área de 1.806,84 hectares no município de São José das Missões, localizada na região norte do Rio Grande do Sul. Os solos da cidade, identificado como o Latossolo Vermelho Distrófico possui uma baixa fertilidade, sendo muito intemperizados com pequena reserva de nutrientes para a planta, e com a agricultura de precisão, é possível obter resultados de interesse, identificando o custo total que os produtores podem ter com insumos agrícolas. Além disso, fica explícito como criar mapa de solos, como também mapas de fertilidade e adubação para nitrogênio, fósforo e potássio, sendo de interesse agrícola para uma melhor produtividade nas lavouras, e ajudar os produtores na quantidade ideal para aplicação, para que não ocorra desperdício de insumos e nem falta do mesmo.

Palavras-chave: Agricultura de precisão. Mapas cartográficos. Nutrientes.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente os mapas têm uma grande importância, podendo ser utilizado em diversas áreas, auxiliando na medição de áreas, em localizações e na agricultura de precisão. Também atualmente os mapas se tornam mais precisos e isso se deu através do avanço da tecnologia, a coleta de dados se tornou mais rápida e prática.

A AP é um sistema amplo, diversificado e complexo, tendo como objetivo determinar e considerar as condições do solo, da água e da planta em questão (Werlang, 2018). Além disso, Juntolli (2015 *apud* Martins, 2018, p. 16), afirma que “a agricultura de precisão é um conjunto de ferramentas e tecnologias que possibilitam ao produtor o conhecimento de toda sua área de cultivo, através de um sistema de gerenciamento agrícola, baseando-se na variabilidade espacial e temporal da unidade produtiva” visando aumentar a produtividade.

A agricultura de precisão vem crescendo e os mapas vieram para auxiliar os profissionais e os produtores, como tendo a possibilidade de visualizar as áreas específicas das lavouras onde tem uma maior necessidade de nutrientes. Segundo Artuzo *et al.* (2015 *apud* Ribeiro 2021, p. 18), “[...] é de suma importância o acompanhamento da disponibilidade de nutrientes no solo e a distribuição correta dos fertilizantes agrícolas. Sendo assim, torna-se fundamental a adoção de tecnologias que proporcionem a racionalidade no uso de fertilizantes”.

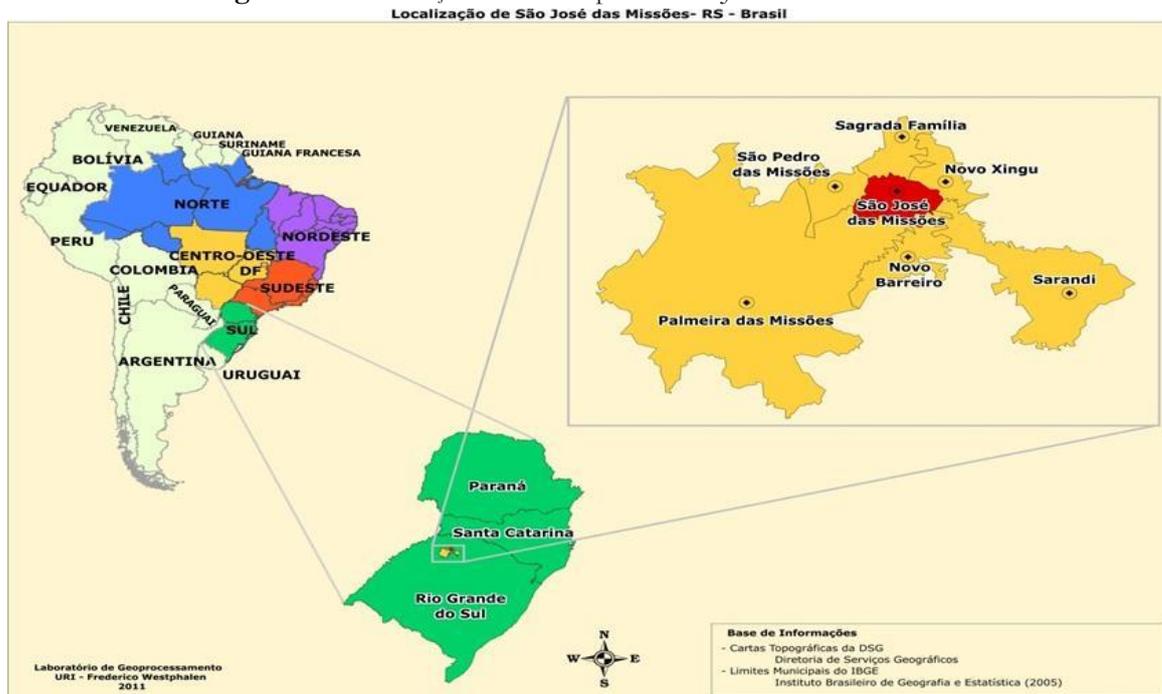
Desta forma, o objetivo principal é identificar a necessidade de aplicação de NPK nos solos do tipo latossolo, através de mapas de representações cartográficas e a quantidade ideal necessária de aplicação para uma área de 1.806,84 hectares no município de São José das Missões.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização da área do projeto

O município de São José das Missões, na região Norte do Rio Grande do Sul, localizado a 27°46' 44" Sul e 53° 7' 37" Oeste com uma área de 98.070 Km² e uma população de 2.362 habitantes.

Figura 1 – Localização do município de São José das Missões.



Fonte: Prefeitura Municipal de São José das Missões-RS.

2.2 Inserção da área do projeto

Com o aplicativo Arcgis 10.8, realiza-se o recorte do município, no aplicativo Arcgis 10.8, seguindo-se as seguintes rotinas, primeiramente adicionamos dados através da função Add Basemap, selecionando-se as imagens da área de interesse, posteriormente realizou-se a importação da máscara da área do projeto, convertendo a mesma de formato KML para shape.

2.3 Extração área do projeto

Para realizar a extração área do projeto, executou-se a rotina no arctoolbox, através da ferramenta de análise espacial, delimitando-se a área de estudo.

2.4 Pontos amostrais e mapas de fertilidade e adubação

Para a realização dos pontos amostrais, executa-se as seguintes rotinas, primeiramente devemos demarcar os pontos amostrais gerados a partir de uma análise de solo e inserir os

parâmetros dos nutrientes no arquivo indexado do banco de dados, após isso, através da rotina de interpolação executa-se a extrapolação dos pontos de amostragem para as áreas a qual não se apresentava pontos amostrais, gerando-se um total após a interpolação de 101.627 pontos, referentes esses a um ponto por pixel.

2.5 Quantificação dos nutrientes

Após a elaboração dos mapas de fertilidade, foi calculada a quantidade necessária de nutrientes: nitrogênio, fósforo e potássio, a serem aplicados através da metodologia de taxa variável. Realizou-se a conversão das quantidades de nutrientes em pontos amostrais na unidade de kg ha^{-1} , adicionando-se após uma coluna na tabela de dados com a seguinte formulação, Área do Pixel vezes Gris dividido por 10000, isso vai gerar o valor aplicado por cada ponto de adubo. Além disso, foi calculado os custos que o produtor terá na aplicação de NPK, seguindo da necessidade ideal que a lavoura necessita de nutrientes para a área total.

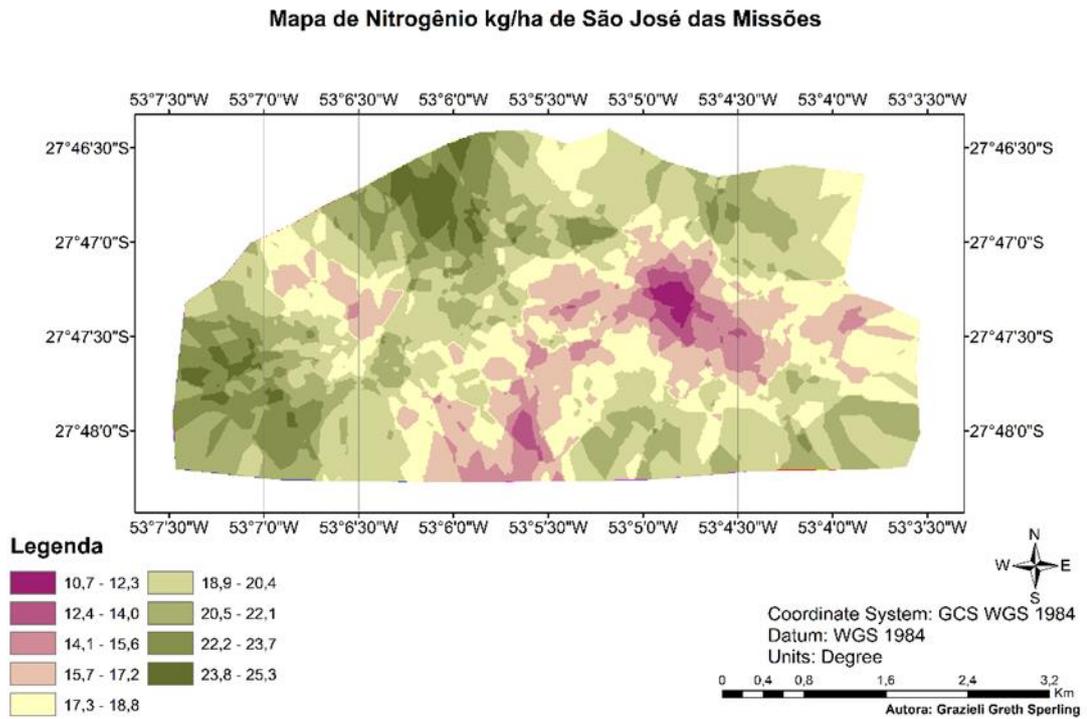
2.6 Elaboração do layout dos mapas

Processo no qual executamos a inserção dos principais elementos que compõem uma carta, sendo eles, título, legenda, grade de coordenadas, escala e orientação. Deve-se realizar a diagramação do output de saída conforme o produto a ser representado no presente caso 420 vezes 297.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

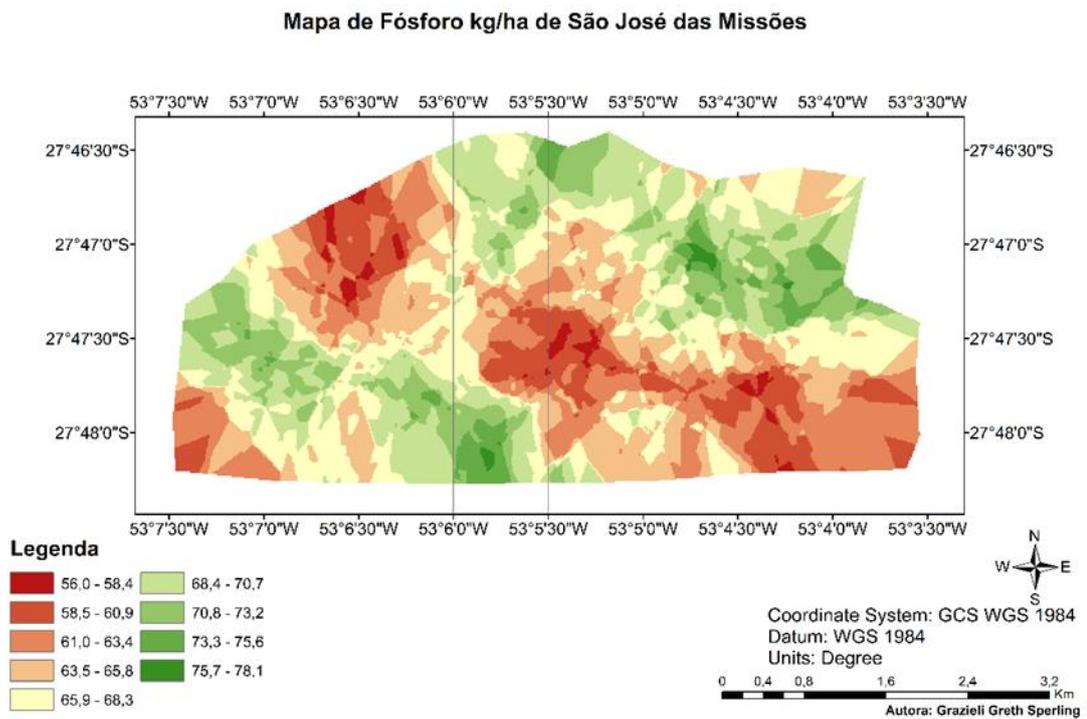
Nas figuras 2, 3 e 4, se trata dos mapas de fertilidade de nitrogênio, fósforo e potássio na unidade de medida de kg ha^{-1} , sendo que os mapas foram realizados em mg/cm^3 e transformados para kg ha^{-1} .

Figura 2 – Mapa de kg ha⁻¹ de N do Município de São José das Missões- RS.



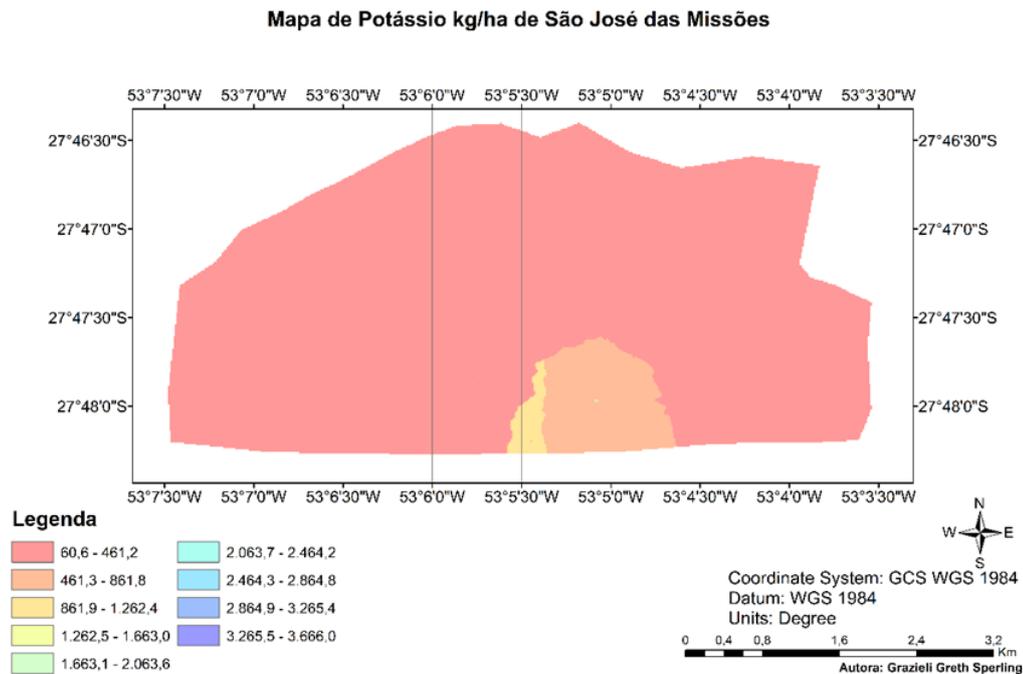
Fonte: Sperling, 2023.

Figura 3 – Mapa de kg ha⁻¹ de P do Município de São José das Missões- RS.



Fonte: Sperling, 2023.

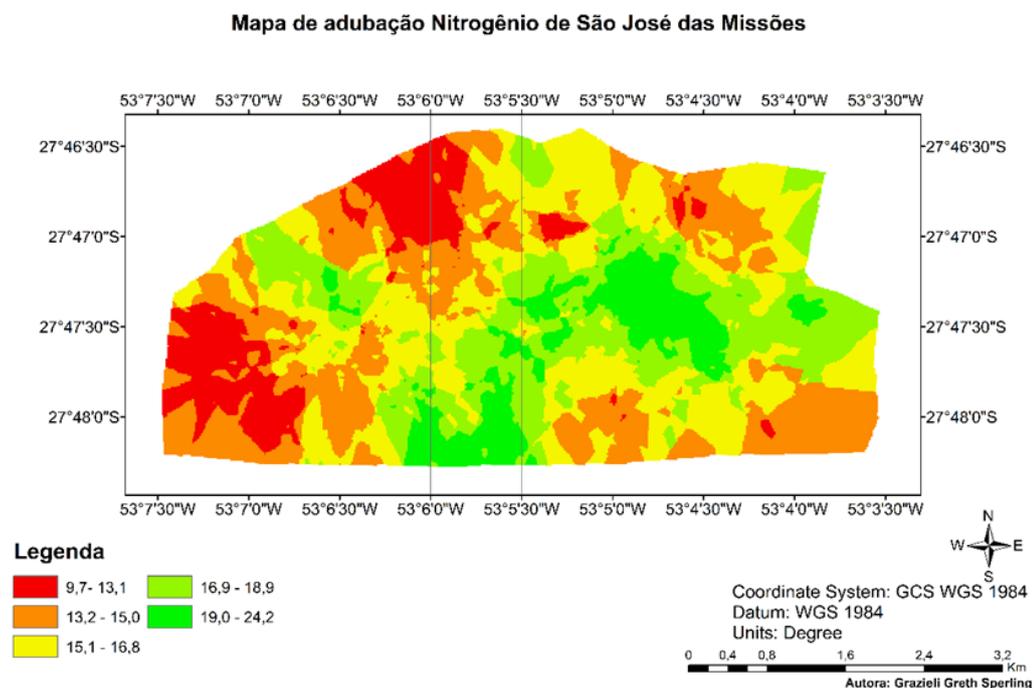
Figura 3 – Mapa de kg ha⁻¹ de K do Município de São José das Missões- RS.



Fonte: Sperling, 2023.

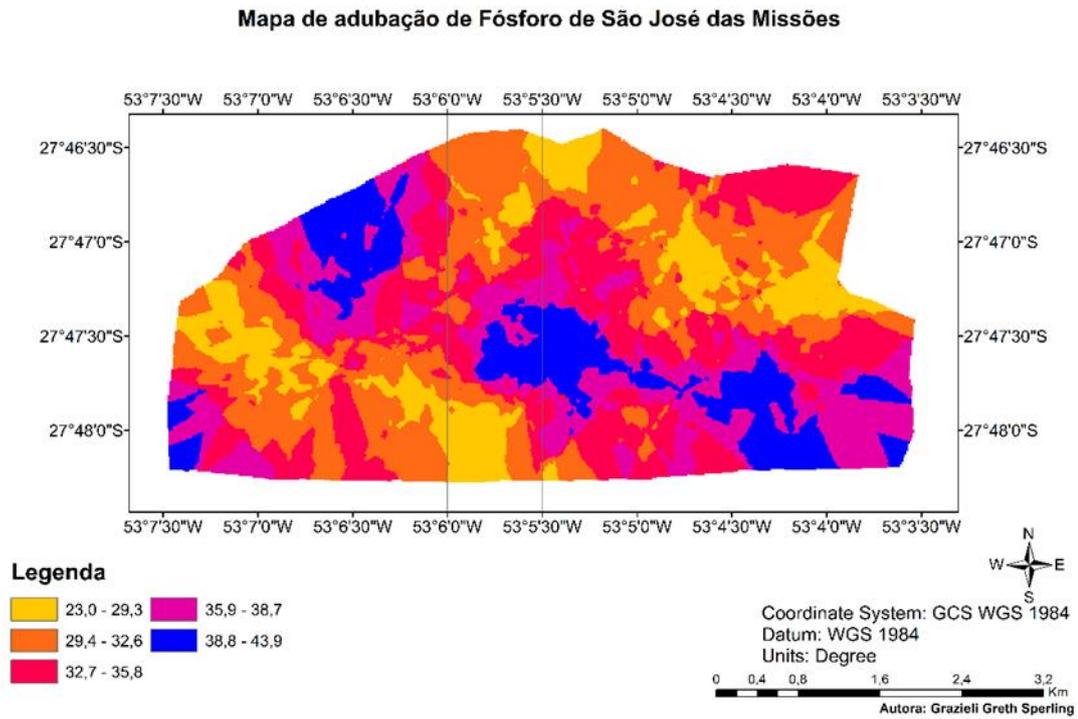
Além disso, nas figuras 5, 6 e 7, trata-se dos mapas de adubação nitrogenada, fosfatada e potássica, identificando assim, os solos mais pobres e mais ricos em nutrientes. Ademais, constatando também os custos e quantidade ideal para aplicação da área total.

Figura 5 – Mapa de Adubação de N do Município de São José das Missões- RS.



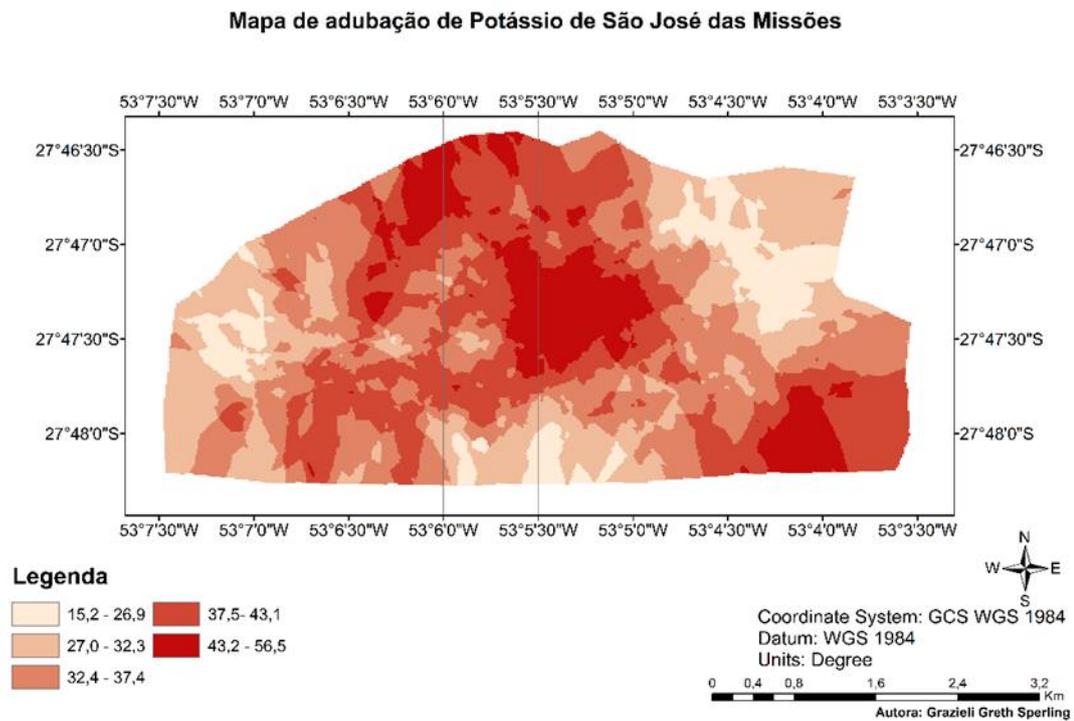
Fonte: Sperling, 2023.

Figura 6 – Mapa de Adubação de P do Município de São José das Missões- RS.



Fonte: Sperling, 2023.

Figura 7 – Mapa de Adubação de K do Município de São José das Missões- RS.



Fonte: Sperling, 2023.

Segundo Veloso (2022) a agricultura de precisão possibilita uma abordagem mais inteligente, a criação dessa diferenciação possibilitou a otimização de insumos agrícolas e com isso os mapas que foram feitos neste trabalho, têm como objetivo a otimização de insumos a serem aplicados.

Sendo assim, Solari (2016 *apud* Ribeiro, 2021, p.11), afirma que:

“[...] para que a recomendação dos fertilizantes seja eficiente, é necessário a adoção de ferramentas da agricultura de precisão, que conseguem medir a disponibilidade do solo e a necessidade da cultura em todo o espaço amostral, aplicando as doses de acordo com a necessidade da cultura (taxa variável)”.

Após a interpretação e leitura dos dados gerados nas cartas de nutrientes obteve-se os seguintes valores referente a adubação nos pontos projetados, com o intuito de diminuir os custos de aplicação e ter retornos econômicos através da metodologia de taxa variável, ou seja, aplicando-se somente as quantidades necessárias para o desenvolvimento da planta.

Na aplicação do nutriente Nitrogênio, obteve-se um valor de 28649,174933 kg ou 28,649 em toneladas, para Fósforo foi calculado uma aplicação de 60919,728557 kg ou 60,919 em toneladas, já para Potássio a quantidade de aplicação foi de 64520,186946 kg ou 64,520 em toneladas, gerando-se desta maneira, nitrogênio um valor de R\$ 15,88 kg/ha, fósforo R\$ 33,77 kg ha⁻¹ e potássio R\$ 35,76 kg ha⁻¹.

Para obtermos o valor dos gastos, no mercado atual o valor de Ureia está em R\$2.720,00 a tonelada, resultando em um custo de R\$77.952,28 para a área total do projeto. O superfosfato simples (SFS) está em um valor comercial de R\$1.820,00 a tonelada, totalizando um valor de R\$110.326,580 em uma área total de 1.806,84 hectares. Sendo assim, o cloreto de potássio (KCL) está em um valor de mercado de R\$2.520,00 a tonelada, totalizando um custo de R\$ 162.590,40 na área total. Diante disso, é evidente que a agricultura de precisão é essencial para a economia dos produtores.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que com a agricultura de precisão atrelado a uma metodologia de densificação de pontos amostrais e aplicação por taxa variável, é possível a identificação da quantidade ideal para aplicar, melhorando assim, o solo latossolo vermelho distrófico, o qual é baixo de nutrientes, possui uma baixa fertilidade, tornando-o ideal, com a aplicação de nitrogênio, fosforo e potássio.

Entretanto, é possível encontrar a quantidade necessária para aplicação, sendo que, para nitrogênio encontramos uma estimativa de 28,649 toneladas, para fósforo 60,919 toneladas e 64,520 toneladas para potássio. Sendo assim, a agricultura de precisão é de extrema importância e de grande utilização para produtores, visando aumentar a produtividade das lavouras.

REFERÊNCIAS

MARTINS, E. A. **Diagnóstico da adoção de tecnologias de agricultura de precisão em propriedades rurais do Rio Grande do Sul**. 2018. Disponível em:

<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/16853>. Acesso em: 29 mar. 2024.

Prefeitura Municipal de São José das Missões. Disponível em:

<https://saojosedasmissoes.rs.gov.br/dados-gerais/> . Acesso em: 29 mar. 2024.

RIBEIRO, H. S. **Avaliação da fertilidade do solo e incremento da produtividade com o uso da agricultura de precisão**. 2021. Disponível em:

<https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/1623>. Acesso em: 29 mar. 2024.

SCHENATTO, K. **Utilização de métodos de interpolação e agrupamento para definição de unidades de manejo em agricultura de precisão**. 2014. Disponível em:

<https://tede.unioeste.br/handle/tede/2637#preview-link0> . Acesso em: 27 mar. 2024.

Sistema brasileiro de classificação de solos - portal Embrapa. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/en/soles/sibcs> . Acesso em: 22 mar. 2024.

VELOSO, C. **Agricultura de precisão: entenda como ela pode otimizar a adubação**

potássica. Disponível em: <https://blog.verde.ag/pt/tecnicas-agricolas/agricultura-de-precisao-entenda-como-ela-pode-otimizar-a-adubacao-potassica> . Acesso em: 21 mar. 2023.

WERLANG, C. K. **Agricultura de precisão no Brasil: fatores condicionantes, perfil**

socioeconômico e perspectivas. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/15289> . Acesso em: 29 mar. 2024.

CAPÍTULO 11

INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE CRIAÇÃO NO DESEMPENHO PRODUTIVO, CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS E QUALITATIVAS DA CARÇAÇA E CARNE DO PORCO TIPO LANDIM

Uane Gil Uane   

Serviço Nacional Penitenciário, Brasil

Custódia Macuamule   

Faculdade de veterinária UEM, Departamento de Ciência Alimentar, Brasil

Geraldo Dias   

Universidade Estadual de Maringá – UEM, Faculdade de veterinária, Brasil

Bento Gil Uane   

Universidade Púngué, Moçambique

Fernando Antônio Uassanariha   

Serviços Distritais de Atividades Econômicas – SDAE, Manhiça, Brasil

Tomás Avelino Mongoe Cândida   

Posto Administrativo de Vilankulo – Sede

DOI: 10.52832/wed. 116.721 



Resumo: Com objetivo de avaliar a influência dos sistemas de criação em confinamento sobre piso de cimento e ao ar livre em cercados, no desempenho do porco Landim. Utilizaram-se dezoito suínos machos, num DIC constituído por dois tratamentos. Os suínos confinados criados em área de 2,3m²/animal e aos do ar livre em 15m²/animal. A água foi fornecida *ad libitum* e a ração em duas refeições. Usou-se o teste T de Student nas análises. No desempenho produtivo foram avaliados: GPMD, CMDR, CA e EA. Na carcaça foram avaliadas: PVPA, PCQE e RC. Nas características quantitativas foram: PM, CC, AOL, ET em três pontos e PCM. E nas características qualitativas, o pH 24 horas após o abate e a AS. Os suínos confinados foram abatidos com PM de 28,5 kg e os do ar livre com 27 kg. O PF e o GPT não foram influenciados pelo sistema de produção. A análise dos resultados médios do pH medido 24 horas após abate revelaram que não existe diferença estatística na carne dos dois tratamentos. Os atributos não registaram diferenças significativas estatisticamente (P>0,05). Concluiu-se que os sistemas de criação não influenciaram no desempenho dos suínos, mas interferiram nas características sensoriais da carne estudada.

Palavras-chave: Atributos. Criação. Suínos.

1 INTRODUÇÃO

A produção de suínos em Moçambique apresenta tanto desafios quanto perspectivas favoráveis. O setor tem registrado um crescimento constante, motivado pela crescente demanda interna por carne suína e pelas possibilidades de exportação para mercados da região. Contudo, há ainda aspectos a serem melhorados, como infraestrutura, adoção de tecnologias avançadas, práticas adequadas de manejo e garantia da sanidade animal, visando assegurar um avanço sustentável da atividade (INE, 2019).

A criação de suínos é realizada em diferentes modalidades em várias regiões de Moçambique. No setor familiar, é comum criar suínos no sistema extensivo. Até algumas décadas atrás, esse sistema era amplamente adotado por muitos criadores de suínos. No sistema extensivo, são utilizadas raças autóctones (Rocha *et al.*, 1994; Muys; Westenbrink, 2004; Nhamahanga, 2018).

Em geral, todos os sistemas de criação buscam melhorar os resultados de produção, tanto em termos de quantidade quanto de qualidade dos animais abatidos. Esses resultados são influenciados pela interação de fatores intrínsecos e extrínsecos. Os fatores intrínsecos mais importantes incluem a genética, a idade e o sexo dos animais. Por outro lado, entre os fatores extrínsecos, destacam-se as condições de abate, os métodos de conservação, o tipo de instalações e o manejo alimentar (Terra; Fries, 2000; Barbosa *et al.*, 2006; Silva *et al.*, 2018).

De acordo com estudos específicos, observa-se que o sistema de criação ao ar livre pode apresentar um menor consumo de alimentos, uma conversão alimentar menos eficiente e um ganho de peso inferior (Demoril *et al.*, 2012). No entanto, é importante mencionar que o rendimento de carcaça, a percentagem de carne magra, a espessura de toucinho, bem como as características de maciez e suculência da carne não são afetados pelo sistema de criação (Martins *et al.*, 2019).

O setor familiar, que cria porcos do tipo Landim, raças locais, e animais resultantes do cruzamento entre o porco tipo Landim e raças europeias, é responsável por mais de 90% dos aproximadamente 1,6 milhão de suínos do país (DNSA, 2008; Machel; Massingue, 2017).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local de estudo

O estudo foi realizado em instalações privadas pertencentes a um criador familiar, no período compreendido entre setembro de 2016 e fevereiro de 2017 (seis meses). As instalações encontram-se no Posto Administrativo de Maluana, no distrito de Manhiça. O Distrito de Manhiça está situado a 55 km da cidade de Maputo e encontra-se ligado à cidade pela estrada nacional nº 1. O distrito está limitado a Norte pelo distrito da Macia (Província de Gaza), a Sul pelo Distrito de Marracuene, a Oeste pelos Distritos da Moamba e de Maputo, e a Este é banhado pelo Oceano Índico (IIAM, 2016).

2.2. Desenho experimental

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, constituído por dois tratamentos (ar livre em cercados e confinamento sobre piso de cimento). Para uniformizar o peso inicial e a idade, foram adquiridos e selecionados leitões da raça Landim, com valores médios quatro meses de idade e sete quilogramas de peso vivo respectivamente.

2.3. Condução do experimento

2.3.1. Animais e instalações

Dezoito suínos machos inteiros, oriundos de ninhadas da mesma época de parição, foram alojados em dois sistemas de criação. Nove animais para o sistema de criação ao Ar Livre em Cercados e outros nove para o Confinamento Sobre Piso de Cimento. Os animais tinham em média quatro meses de idade.

O sistema de criação ao ar livre foi delimitado por rede tubarão fixado por estacas, numa área de 135 m² (9 m x 15 m), o que proporcionava a cada um dos nove animais alojados neste tratamento, uma área de 15 m². Este espaço permitia que os animais exercessem o seu hábito, inerente à espécie, nomeadamente de fuçar e revolver a terra. Podiam igualmente circular no recinto sem muitas restrições.

A área de criação ao ar livre estava preenchida com arbustos que proporcionavam sombra e o cercado tinha uma cobertura que protegia o comedouro e o bebedouro. A cobertura para além de proteger o comedouro e bebedouro também protegia os suínos dos ventos frios e da chuva.

O sistema de confinamento sobre piso de cimento tinha como área 20,9 m² (3,8 m x 5,5 m) o que oferecia uma área de aproximadamente 2,3 m²/animal. Este sistema tinha toda sua área cimentada e coberta. Também estava equipado com comedouro e bebedouro.

2.3.2 Avaliação de desempenho Produtivo (Zootécnico)

De acordo com Silva e Souza (2018), a avaliação de desempenho zootécnico é crucial para identificar e corrigir ineficiências na produção animal, contribuindo para a maximização dos lucros e a sustentabilidade do sistema produtivo. Os parâmetros do desempenho produtivo dos animais avaliados foram Ganhos de Peso Médio Periódico (GPMP), Ganho de Peso Médio Diário (GPMD), Consumo Médio de Ração Periódico (CMRP), Conversão Alimentar (CA) e Eficiência Alimentar (EA).

2.3.3 Avaliação de qualidade da carcaça

Conforme destacado por Mendes e Costa (2019), a avaliação criteriosa da qualidade da carcaça suína é essencial para garantir a produção de carne de alta qualidade, atendendo aos padrões de mercado e às expectativas dos consumidores.

As carcaças inteiras foram cortadas ao meio para obterem-se meias carcaças esquerdas. Nas meias carcaças de modo se avaliar a qualidade da carcaça foram medidas as seguintes variáveis: Comprimento da Carcaça (CC), área de olho de lombo (AOL), profundidade do músculo Longissimus dorsi (PROLD), espessura de toucinho (ET) e a percentagem de carne magra (CM%) (Santos; Ribeiro, 2020).

2.3.4 Análise Sensorial

A análise sensorial foi usada para avaliar as características organolépticas dos alimentos, incluindo aspectos como aparência, aroma, sabor, textura e aceitação global. Foram elaborados um questionário e as fichas de avaliação, incluindo escalas e categorias apropriadas para registrar as respostas dos avaliadores.

Conforme destacado por Meilgaard *et al.* (2016), a análise sensorial desempenha um papel crucial na avaliação e no desenvolvimento de alimentos, permitindo entender as preferências dos consumidores e otimizar a formulação dos produtos. Organizar as sessões de avaliação em um ambiente controlado, livre de interferências externas. Apresentar as amostras aos avaliadores de forma aleatória e codificada, garantindo a anonimidade e evitando vieses na avaliação. Registrar as percepções dos avaliadores em relação aos atributos sensoriais avaliados, utilizando as fichas de avaliação e as escalas definidas.

2.4 Análises estatísticas

Os dados colhidos foram armazenados na Folha de Cálculo Microsoft Excel 2013. Posteriormente foram lançados no pacote estatístico SPSS versão 20.0, onde foi usado o teste T de Student com significância de 5%, para verificar as diferenças entre as médias dos dois grupos (sistema de criação ao Ar Livre e confinamento sobre piso de cimento) Montgomery, *et al.* 2016. Utilizou-se o teste de comparação de duas proporções (teste Z) para a análise sensorial, com 95% de confiança (Rodrigues; Sousa, 2021).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Desempenho produtivo

Os dados do desempenho produtivo, nomeadamente o ganho de peso médio diário (GPMD), consumo médio diário de ração (CMDR), conversão alimentar (CA) são apresentados na Tabela 1. O grupo de suínos criados sobre confinamento apresentou indicadores produtivos superiores ao grupo de suínos criados ao ar livre. Contudo estas diferenças não foram estatisticamente significativas ($p > 0,05$) entre os dois tratamentos.

Para cada quilo de ganho de peso no tratamento ao ar livre, foram necessários em média 2,75 kg de ração. Enquanto no sistema em confinamento para cada quilo de ganho de peso eram necessários em média 2,31 kg. O índice de Eficiência Alimentar (EA), inverso da conversão alimentar também não apresentou diferenças estatísticas ($p > 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1 - Resumo do quadro de análise de variância das médias dos parâmetros de corte em diferentes períodos (30, 45 e 60 dias).

	Ar livre					Confinamento				
	Media ¹	D.P. ²	Máx. ³	Min. ⁴	CV ⁵	Media ¹	D.P. ²	Máx. ³	Min. ⁴	CV ⁵
GPMP ⁶ (kg)	17,9	4,24	21,8	10,6	17,96	20,3	6,04	31,5	12,0	36,51
GPMD ⁷ (kg)	1,28	0,30	1,56	0,76	0,09	1,45	0,43	2,25	0,86	0,19
CA ⁸	2,75	1,62	6,56	1,25	2,62	2,31	1,42	5,12	1,10	2,13
EA ⁹ (%)	45,6	20,4	80,1	27,4	417	60,1	25,3	91,7	19,5	641

¹ Média, ²Desvio Padrão, ³Máximo, ⁴Mínimo fresca, ⁵Coefficiente de Variância, ⁶Ganho de Peso Médio Periódico, ⁷Ganho de Peso Médio Diário, ⁸Conversão Alimentar, ⁹Espessura de Toucinho.

Fonte: Autores, 2024.

Entretanto, estudos realizados por outros autores como Millet *et al.* (2014) e Lebret *et al.* (2017) encontraram resultados estatísticos diferentes do presente estudo, onde o sistema ao Ar Livre estatisticamente apresentou resultados produtivos negativos. Millet *et al.* (2014) relacionaram o desempenho baixo dos suínos ao Ar Livre com o maior gasto energético dos animais mantidos nestes sistemas de criação, pelo fato de terem maior área de circulação.

Outro fator que pode ter interferido sobre o desempenho produtivo dos suínos criados no sistema ao ar livre, indicado por Lebret *et al.* (2002), citado por Demoril *et al.* (2012), é a temperatura. Os sistemas confinados permitem, em geral, maior controle antrópico sobre a temperatura ambiente. Nesse contexto, é possível esperar que animais criados ao ar livre dispensem esforços na busca da manutenção de seu conforto térmico.

3.2 Avaliação das características quantitativas da carcaça e carne

Os resultados da avaliação das características quantitativas da carcaça e carne encontram-se na tabela 2. Os valores da Profundidade do Músculo *Longissimus dorsi* (PROLD), Espessura de toucinho 1, 2 e 3 e Percentagem de carne magra não diferiram estatisticamente nos dois sistemas de criação.

Tabela 2 - Resultados médios das características quantitativas da carcaça.

	Tratamentos									
	Ar Livre					Confinamento				
	Media ¹	D.P. ²	Máx. ³	Min. ⁴	CV ⁵	Media ¹	D.P. ²	Máx. ³	Min. ⁴	CV ⁵
PROLD ⁶ (mm)	29,0	3,65	32,3	23,9	13,3	32,6	3,77	39,1	27,8	14,2
CC ⁷	62,9	1,89	65,4	60,0	3,58	60,6	2,14	63,2	58,0	4,48
AOL ⁸ (cm ²)	18,5	3,45	22,0	13,0	11,9	20,2	4,26	25,0	17,0	18,17
ET ⁹ 1	3,37	2,26	6,45	2,20	5,12	4,59	3,75	8,53	3,10	6,1
ET 2	2,09	1,53	4,40	0,45	2,33	3,74	2,09	6,55	0,40	4,46
ET 3	1,52	1,34	3,95	0,30	1,79	1,88	0,99	3,01	0,20	0,99
CM ¹⁰ %	67,2	0,02	67,2	67,1	0,00	67,2	0,04	67,2	67,2	0,00

¹ Média, ²Desvio Padrão, ³Máximo, ⁴Mínimo fresca, ⁵ Coeficiente de Variância, ⁶ Profundidade do músculo Longissimus dorsi, ⁷ Comprimento da Carcaça, ⁸Área de Olho de Lombo, ⁹Espessura de Toucinho, ¹⁰Percentagem de Carne Magra.

Fonte: Autores, 2024.

Quanto ao comprimento da carcaça, também não se registaram diferenças estatísticas. Esta característica também foi analisada por outros autores como Freitas *et al.* (2004), Campos (2008),

Tonietti (2008) e Serafim (2016) e os resultados por eles obtidos não diferiram estatisticamente nem em raças da mesma linhagem e nem em sistemas de criação. Entretanto Serafim (2016), salientou que o comprimento da carcaça está diretamente ligado ao tamanho dos animais, sendo que quanto maior o tamanho, maior será o comprimento da carcaça.

A ET nos três pontos e CM% também não foram influenciados pelo sistema de criação, sendo que Millet *et al.* (2005) também encontrou os mesmos resultados quando avaliou a ET e CM% em outras raças.

3.3 Avaliação das características qualitativas da carne

A avaliação das características qualitativas da carne foi determinada por dois parâmetros, o pH 24 horas após o abate e a análise sensorial. A análise dos resultados do pH está apresentada na Tabela 2.

Os valores médios do pH 24 horas após o abate dos animais alojados no sistema ao Ar Livre e sistema de confinamento sobre piso de cimento, não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$), sendo que os suínos criados no sistema confinado apresentaram valor médio de pH, 24 horas após o abate, de 5,49 e os criados ao Ar livre registraram valor médio de 5,39. Sendo que estes resultados são próximos aos obtidos por Silva *et al.* (2014), onde os animais do sistema convencional no estudo obtiveram média de 5,59 e os do sistema ao Ar Livre obtiveram um valor médio de 5,58.

Tabela 3 - Resultados médios do pH em três momentos seguidos 24 horas após abate.

	Tratamentos									
	Ar Livre					Confinamento				
	Média	D.P.	Máx.	Min.	CV	Média	D.P.	Máx.	Min.	CV
pH	5,39	0,13	5,43	5,36	0,02	5,49	0,37	5,52	5,47	0,14

¹ Fonte de variação, ² Grau de liberdade, ³ Matéria seca, ⁴ Minerais, ⁵ Fibra detergente ácido, ⁶ Fibra detergente neutro, ⁷ Período de corte, ⁸ coeficiente de variância (*, **, *** e **** não significativos a 0,05 de probabilidade).

Fonte: Autores, 2024.

Silva *et al.* (2014) apoiando-se em Ludtke *et al.* (2010) e Oliveira (2011), escreveram que o pH é um parâmetro de qualidade de carne, a queda do pH é refletido nas características de cor, textura e suculência. Quando ocorre de forma abrupta pode levar ao aparecimento de carne com característica pálida, flácida e exsudativa. Se o animal sofrer estresse em um momento anterior, como por exemplo no transporte, há uma menor queda do pH, aparecendo carne escura, firme e

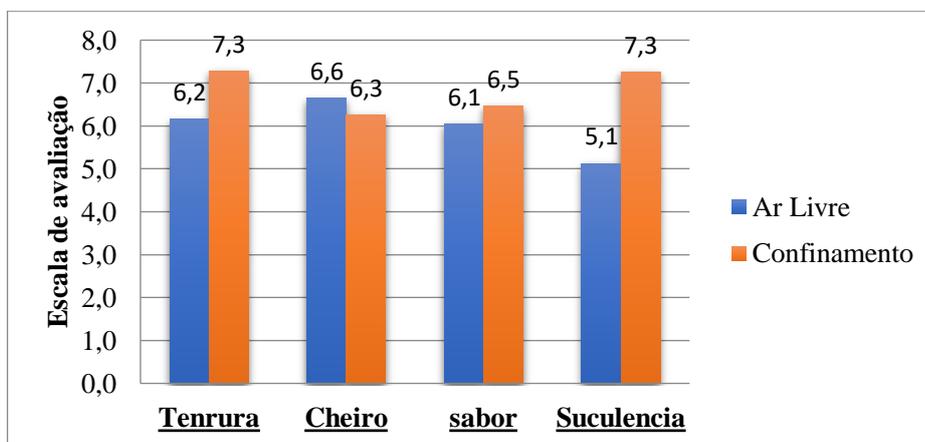
seca. Fatos que não foram observados no presente estudo, o que indica que os valores obtidos nos sistemas ao Ar livre e em confinamento de 5,39 e 5,49 respectivamente são aceitáveis.

3.4. Análise sensorial

Os resultados dos atributos avaliados no teste de aceitação (escala hedônica) no painel sensorial estão apresentados na Figura 1. Foram constatadas diferenças significativas ($p < 0,05$) para dois atributos sensoriais avaliados nomeadamente a ternura e suculência, a favor do sistema em confinamento. Entretanto para os outros atributos (cheiro e sabor) não se registraram diferenças significativas estatisticamente ($P > 0,05$).

A pontuação média dos atributos no sistema em confinamento oscilou de 6,3 pontos (Gostei moderadamente) a 7,3 pontos (Gostei). Estes valores numéricos representam de 70% a 81,1% da nota máxima (nove), sugerindo que a aceitação foi ótima, para as amostras de ambos os tratamentos.

Figura 1 - Classificação dos atributos da carne para as amostras.



Fonte: Autores, 2024.

O tratamento em confinamento obteve notas ligeiramente superiores (7%), diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) em dois atributos, a tenrura e a suculência. Este resultado contradiz o que foi encontrado por Gentry *et al.* (2002) e Hoffman *et al.* (2003) e Demori *et al.* (2012), sendo que para estes autores, os atributos de tenrura e de suculência não diferiram entre os sistemas de criação em suínos de linhagens comerciais.

4 CONCLUSÃO

Os sistemas de criação de suínos, seja ele o sistema de criação em confinamento ou o sistema ar livre, não influenciaram o desempenho produtivo. Resultados médios do peso vivo pré-

abate, peso da carcaça quente eviscerada e rendimento da carcaça, também demonstraram que não existe diferença estatística entre os três parâmetros. Contudo os valores obtidos, sendo atribuídos significado biológico refletem que houve uma ligeira melhoria em todos os parâmetros do desempenho produtivo a favor do sistema de criação sobre piso de cimento.

Os atributos da carcaça a destacar, Comprimento da carcaça, Espessura de toucinho 1, 2 e 3 e Percentagem de carne magra, proveniente dos dois sistemas de produção, não apresentaram diferenças estatisticamente significativas. Apesar de existências de pequenas diferenças biológicas, a favor do sistema de criação ao ar livre para profundidade do músculo e área de olho lombo.

Quanto às características qualitativas da carne, o pH 24 horas após o abate não diferiu nos dois grupos. Nas análises sensoriais as diferenças foram significativas para os atributos ternura e suculência, a favor do sistema em confinamento. Ao passo que para os restantes atributos (cor, cheiro e sabor) não se registaram diferenças significativas.

REFERÊNCIAS

- CAMPOS, D. I. **Desempenho, qualidade de carcaça de carne em suínos Large White de linhagens distintas**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2008. 121 p.
- DEMORIL, A. B.; LOVATTO, P. A.; ANDRETA, I.; KIPPER, M.; LEHNEN, C. R.; REMUS, A. Criação intensiva de suínos em confinamento ou ao ar livre: estudo meta-analítico do desempenho zootécnico nas fases de crescimento e terminação e avaliação de carcaça e carne no Longissimus dorsi. **Ciência Rural. Santa Maria**, v. 42, n. 7, p.1294-1299, 2012.
- LEBRET, B.; MOUROT, J.; DOURMAD, J. Y. Influence of rearing conditions on performance, feeding behaviour, and blood profile of growing pigs reared from 20 to 50 kg BW. **Animal Research**, v. 66, p. 89-99, 2017.
- MARINHO, A. L. P. Comparação entre sistemas de criação ao ar livre e em confinamento na produção de suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n. 5, p. 365-372, 2017.
- MARTINS, C. L.; RIBEIRO, P. H. E.; OLIVEIRA, R. L. de; SILVA, F. F. Efeito do sistema de criação ao ar livre nas características de carcaça e qualidade da carne suína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 48, 2019.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 5th ed. Boca Raton: CRC Press, 2016.
- MENDES, A. P.; COSTA, J. F. Avaliação da Qualidade da Carcaça Suína: Parâmetros e Critérios de Avaliação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 48, e20190045, 2019.
- MILLET, S.; JONDREVILLE, C.; LEBRET, B. Influence of rearing conditions on performance, feeding behaviour, and blood profile of growing pigs reared from 40 to 100 kg BW. **Animal**, v. 8, n. 9, p. 1422-1430, 2014.

RODRIGUES, E. F.; SOUSA, G. H. Análise Sensorial de Carne Suína: Aplicação do Teste de Kruskal-Wallis e Medida de Dispersão pelo Desvio-Padrão Residual. Rio de Janeiro: **Editora Técnica**, 2021.

SANTOS, C. D.; RIBEIRO, A. F. Tecnologias e Métodos de Avaliação da Carcaça Suína: Uma Revisão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 72, n. 3, p. 859-868, 2020.

SERAFIM, J. E. **Rendimentos e predição da composição física de carcaça suína**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2016. 57 p.

SILVA, J. R.; SOUZA, M. L. Avaliação de Desempenho Zootécnico em Produção Animal: Importância e Aplicações Práticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 47, e20180001, 2018.

SILVA, T. C. F.; MENDONÇA, G. A.; MENDONÇA, M. C. A. S.; ANTUNES, R. C. Influência dos sistemas de criação siscal e convencional sobre os valores de pH da carne suína. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, p. 1216-1224, 2014.

TONIETTI, A. P. **Avaliação do desempenho zootécnico, qualidade da carcaça e carne em suínos machos inteiros imunocastrados**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Piracicaba: Brasil, 2008. 130 p.

CAPÍTULO 12

RESISTÊNCIA PARA A *Mahanarva spectabilis* (Distant, 1909) (Hemiptera: Cercopidae) EM CLONES ADVINDOS DE POPULAÇÕES MELHORADAS DE *Brachiaria ruziziensis*

Luís Augusto Calsavara   

Bolsista Iniciação Científica CNPq – Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora – MG, Brasil

Alexander Machado Auad   

Pesquisador A – Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora – MG, Brasil

Fausto Souza Sobrinho   

Pesquisador A – Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora – MG, Brasil, Brasil

Tiago Teixeira de Resende   

Técnico A - Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora – MG, Brasil, Brasil

Michelle Oliveira Campagnani   

Pós-Doutorado – Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora - MG, Brasil

Bruno Antônio Verissimo   

Doutorando PPG Biodiversidade e Conservação da Natureza – UFJF - Juiz de Fora – MG, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.722 



Resumo: A suscetibilidade às cigarrinhas das pastagens é a maior restrição para a difusão da *Brachiaria ruziziensis* (Germain e Evrard) como alternativa forrageira no Brasil. O programa de melhoramento genético dessa espécie, conduzido pela Embrapa Gado de Leite, tem conseguido ganhos genéticos consideráveis para a resistência a esses insetos praga. Objetivou-se dar continuidade a seleção de plantas tetraploidizadas artificialmente de *B. ruziziensis* quanto à resistência à *Mahanarva spectabilis*. Foram avaliadas 60 plantas tetraploides de *B. ruziziensis* juntamente com as testemunhas, empregando-se delineamento em blocos casualizados com cinco repetições e parcelas de uma planta/vaso. Procedeu-se a inoculação de 6 ovos em estágio S₄ (próximos à eclosão) em cada parcela. Cerca de 35 dias após a inoculação foi realizada a contagem do número de ninfas sobreviventes. Houve diferenças significativas para a sobrevivência ninfal de *M. spectabilis* entre os clones tetraploides de *B. ruziziensis*. Aproximadamente 50% dos clones avaliados mostraram-se desfavoráveis ao desenvolvimento do inseto praga. Os ciclos de seleção visando à obtenção de cultivares de *B. ruziziensis* resistentes a *M. spectabilis* tem promovido o aumento da porcentagem de plantas com fenótipo favorável dentro da população, confirmando a eficácia da seleção para resistência às cigarrinhas das pastagens.

Palavras-chave: Braquiária. Cigarrinhas-das-pastagens. Forrageira.

1 INTRODUÇÃO

A *Brachiaria ruziziensis* (Germain & Edvard) se destaca por possuir grande capacidade de adaptação a vários tipos de solo, além das boas características agronômicas (Souza Sobrinho *et al.*, 2010). No entanto, o seu plantio é restrito em locais de histórico de ocorrência das cigarrinhas das pastagens, pela alta suscetibilidade das cultivares comerciais. As cigarrinhas das pastagens (Hemiptera: Cercopidae) do gênero *Mahanarva* causam sérios prejuízos as pastagens, ameaçando a produção de leite e carne por comprometer a oferta de forragem (Cardona; Nakano, 1988; Holmann; Peck, 2002; Auad *et al.*, 2007; Alvarenga *et al.*, 2017). Dessa forma, a busca de plantas resistentes à *M. spectabilis* apresenta elevada importância e tem sido uma constante no programa de melhoramento da Embrapa Gado de Leite.

Pesquisas de Souza Sobrinho *et al.* (2010) com clones advindos de populações diploides e de Auad *et al.* (2014) e Auad *et al.* (2015) com populações tetraploidizadas artificialmente de *B. ruziziensis* confirmaram a existência de variabilidade genética entre as progênes dessa espécie forrageira, avaliadas para a resistência às cigarrinhas das pastagens. O número de plantas desfavoráveis ao desenvolvimento desse inseto praga tem aumentado em cada ciclo de seleção; possibilitando a seleção de populações promissoras para a formação de pastagens.

Desta forma a identificação de materiais resistentes é essencial para a continuidade dos ciclos de seleção e avaliação daquelas cultivares a serem lançadas. Com base nessas informações, objetivou-se dar continuidade a seleção de plantas tetraploidizadas artificialmente de *B. ruziziensis* quanto à resistência a *M. spectabilis*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Embrapa Gado de Leite. Plantas tetraploidizadas artificialmente de *B. ruziziensis* selecionadas para a produtividade e qualidade de forragem dentro do programa de melhoramento foram avaliadas quanto à resistência a cigarrinha das pastagens.

Os genótipos, após a clonagem das mudas por meio de perfilhos das plantas mãe, foram cultivados por 60 dias em vasos plásticos de 500 mL, contendo substrato à base de terra, areia e esterco na proporção de 1:1:1. Após esse período, suas raízes foram expostas por meio de um jato de água, para facilitar a alimentação das ninfas do inseto-praga, *M. spectabilis*.

Para obtenção dos ovos do inseto praga, os adultos de *M. spectabilis* foram coletados no campo experimental da Embrapa Gado de Leite, localizado no município de Coronel Pacheco (MG) e levados para o laboratório, onde foram sexados e mantidos em gaiolas.

Os ovos obtidos foram mantidos em câmara climatizada a 25 ± 2 °C com fotofase de 12 horas e umidade relativa de $70 \pm 10\%$ até próximo à eclosão (estádio S4). Em seguida em cada planta foram inoculados seis ovos. Os vasos foram tampados, para evitar a fuga das ninfas, alocados em bandejas dentro de casa de vegetação.

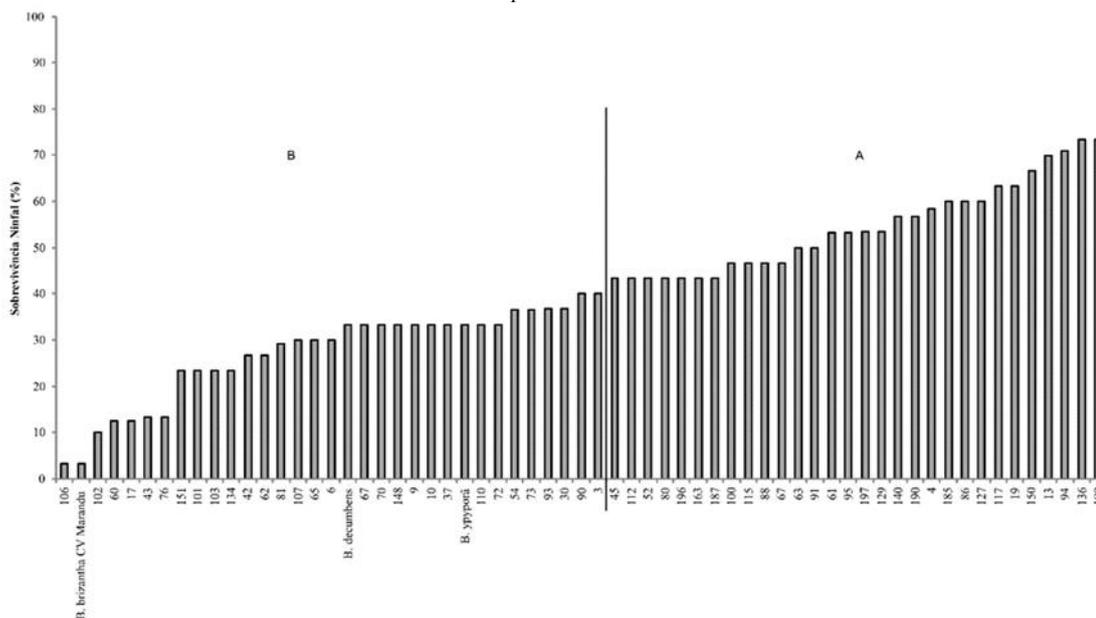
Foram avaliadas 60 plantas tetraploides de *B. ruziziensis* juntamente com as cultivares consideradas resistentes, Marandu (*B. brizantha*) e Ipyporã (híbrido interespecífico envolvendo *B. ruziziensis* e *B. brizantha*) e suscetível Basilisk (*B. decumbens*), empregando-se delineamento de blocos casualizados com cinco repetições e parcelas de uma planta/vaso.

Com 35 dias após a infestação foi feita a contagem do número de ninfas sobreviventes. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sobrevivência ninfal de *M. spectabilis* foi significativamente diferente ($p = 0,0026$; $F = 1,699$) em função dos clones de *B. ruziziensis* advindos de uma população tetraploide; sendo separados em dois grupos distintos pelo teste de Scott-Knott (Figura 1).

Figura 1 – Média da sobrevivência ninfal (%) de *M. spectabilis* em clones de *B. ruziziensis* de uma população tetraploide e das testemunhas (cultivares Marandu, Ipyporã e Basilisk). Médias seguidas de letras distintas diferiram entre si pelo teste de Skott-Knott.



Fonte: Autores, 2024.

O primeiro grupo, incluindo as testemunhas (Figura 1), corresponde aos 33 genótipos que propiciaram sobrevivência média ninfal inferior a 40%. Essas plantas segundo a escala de Cardona *et al.* (1999), que define forrageira resistente às cigarrinhas das pastagens aquelas com sobrevivência de ninfas inferior a 30%, são consideradas resistentes ao inseto-praga por antibiose. Clones de *B. ruziziensis* resistentes as cigarrinhas das pastagens também foram relatados por Auad *et al.* (2010; 2011) e Souza Sobrinho *et al.* (2010) reforçando a existência de variabilidade genética dentro dessa espécie forrageira, quanto à resistência a esse inseto praga. Na seleção de *B. ruziziensis* tetraploides somente 7,2% dos genótipos avaliados foram promissores quanto à resistência a *M. spectabilis* (Auad *et al.*, 2014) e 19,6% a *Deois schach* (Auad *et al.*, 2015).

Ressalta-se que essas plantas foram advindas do primeiro e segundo ciclo de cruzamentos do programa de melhoramento envolvendo plantas tetraploides. No presente estudo, cerca de 50% dos clones tetraploides avaliados mostraram-se desfavoráveis ao desenvolvimento do inseto-praga, evidenciando que a frequência de alelos favoráveis dentro da população tem aumentado gradativamente ao longo dos ciclos de melhoramento, reforçando a eficiência dos mesmos. Com isto, a cada ciclo o número de plantas resistentes aumenta, facilitando a sua identificação para a continuidade do programa de melhoramento visando obtenção de população com elevada produção de forragem e resistente às cigarrinhas das pastagens.

O segundo conjunto de genótipos, agrupado pelo teste de Scott-Knott foi composto por 50% dos materiais testados, com sobrevivências de 43 a 73%. Esses só deverão ser utilizados caso

apresentem outras características agronômicas favoráveis. Nesses casos, recomenda-se a realização de cruzamentos desses materiais com aqueles identificados como resistentes as cigarrinhas para a continuidade dos trabalhos de seleção e melhoramento genético.

4 CONCLUSÃO

Os ciclos de seleção visando à obtenção de cultivares de *B. ruziziensis* resistentes a *M. spectabilis* tem promovido o aumento da porcentagem de plantas com fenótipo favorável dentro da população, confirmando a eficácia da seleção para resistência às cigarrinhas.

Agradecimentos e financiamento

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasil) e a FAPEMIG, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R.; AUAD, A. M.; MORAES, J. C.; SILVA, S. E.; RODRIGUES, B. S.; SILVA, G. B. Spittlebugs (Hemiptera: Cercopidae) and their host plants: a strategy for pasture diversification. **Applied entomology and zoology**, 52, 653-660 2017.

AUAD, A. M.; SIMÕES, A. D.; PEREIRA, A. V.; BRAGA, A. L. F.; SOUZA SOBRINHO, F.; LÉDO, J. F. S.; OLIVEIRA, S. A.; FERREIRA, R. B. Seleção de genótipos de capim-elefante quanto a resistência à cigarrinha-das-pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 1077-1081, 2007.

AUAD, A.M.; FONSECA, M.; RESENDE, T. T.; SOUZA SOBRINHO, F. D.; SILVA, S. D.; SILVA, T.; MADALLENA, I. **Avaliação de clones de *Brachiaria ruziziensis* quanto a resistência a *Deois Schach* (Hemiptera: cercopidae)**. In: Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 6., Búzios, 2011.

AUAD, A.M.; RESENDE, T. T.; SOUZA SOBRINHO, F.; TOLEDO, A. M. O.; LUCINDO, T. S. **Identificação de *Brachiaria ruziziensis* resistentes à *Mahanarva spectabilis* (Hemiptera: Cercopidae): quarto ciclo de seleção**. In: XXXVII Semana de Biologia UFJF, 2014, Juiz de Fora. Anais do XXXVII Semana de Biologia UFJF, 2014.

AUAD, A.M.; SOUZA SOBRINHO, F.; FONSECA, M.G.; RESENDE, T. T.; PARCHEN, H. A.; RODRIGUES, B. S.; LUCINDO, T. S. **Seleção de populações de *Brachiaria ruziziensis* (GERMAIN & EDVARD) quanto à resistência a *Deois schach* (FABRICIUS, 1787) (HEMIPTERA: CERCOPIDAE)**. In: SEMANA DE BIOLOGIA DA UFJF, 2015, Juiz de Fora. ANAIS DA SEMANA DE BIOLOGIA DA UFJF, 2015. p. 1-5.

CARDONA, C.; MILES, J. W.; SOTELO, G. An Improved Methodology for Massive Screening of *Brachiaria spp.* Genotypes for Resistance to *Aeneolamia varia* (Homoptera: Cercopidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 92, n. 2, p. 490–496, 1999.

HOLMANN, F.; PECK, D. C. Economic damage caused by spittlebugs (Homoptera: Cercopidae) in Colombia: a first approximation of impact on animal production in *Brachiaria decumbens* pastures. **Neotropical Entomology**, v. 31, p. 275-284, 2002.

SOUZA SOBRINHO, F.; AUAD, A. M.; LÉDO F. J. S. Genetic variability in *Brachiaria ruziziensis* for resistance to spittlebugs.2010).

VALÉRIO, J. R.; NAKANO, O. Danos causados pelo adulto da cigarrinha *Zulia entreriana* na produção e qualidade de *Brachiaria decumbens*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, n. 5, p. 447-453, 1988.

CAPÍTULO 13

IDENTIFICAÇÃO DE PLANTAS DE *Brachiaria ruziziensis* RESISTENTES À *Mahanarva spectabilis* (Hemiptera: Cercopidae)

Luís Augusto Calsavara   

Bolsista Iniciação Científica CNPq – Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora – MG, Brasil

Alexander Machado Auad   

Pesquisador A – Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora – MG, Brasil

Fausto Souza Sobrinho   

Pesquisador A – Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora – MG, Brasil

Tiago Teixeira de Resende   

Técnico A - Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora – MG, Brasil

Michelle Oliveira Campagnani   

Pós-Doutorado – Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora – MG, Brasil

Bruno Antônio Verissimo   

Doutorando PPG Biodiversidade e Conservação da Natureza – UFJF - Juiz de Fora – MG, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.723 



Resumo: A forrageira *Brachiaria ruziziensis* (Germain e Evrard) apresenta elevado potencial agronômico, porém é suscetível às cigarrinhas das pastagens. Objetivou-se avaliar a resistência a *Mahanarva spectabilis* em *B. ruziziensis*, conduzidas pelo programa de melhoramento da Embrapa Gado de leite. Ovos do inseto praga, próximos à eclosão, foram colocados nas plantas e após 35 dias avaliou-se o número de ninfas sobreviventes. No primeiro ensaio, avaliou-se 495 plantas de *B. ruziziensis* e no segundo 9 subpopulações oriundas do quarto ciclo de seleção. Das 495 plantas avaliadas, observou-se que 50% foram desfavoráveis ao desenvolvimento das ninfas de *M. spectabilis*, apresentando sobrevivência média de 19%. Oitenta e seis plantas propiciaram sobrevivência média de 31 a 50,0%, sendo denominadas de resistência intermediária. As demais plantas (161), correspondente a 32,6% do total das plantas avaliadas, proporcionam alta sobrevivência (82%). No segundo ensaio, não houve variação significativa nas médias de sobrevivência ninfal de *M. spectabilis*, variando de 45% a 65%, o que sugere não serem favoráveis em regiões em que há prevalência do inseto. Evidencia-se que os ciclos sucessivos de seleção e intercruzamentos de indivíduos superiores promoveram melhoria nas plantas de *B. ruziziensis* quanto à característica de resistência à cigarrinha das pastagens, *M. spectabilis*.

Palavras-chave: Braquiária. Cigarrinhas-das-pastagens. Forrageira.

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Brachiaria ruziziensis* (Germain e Evrard), combina alto valor nutricional com boa aceitação pelo gado (Souza Sobrinho *et al.*, 2005); porém é suscetível à cigarrinha das pastagens, *Mahanarva spectabilis* (Distant, 1909) (Aquad *et al.*, 2007; Souza Sobrinho *et al.*, 2010). Essa praga é sugadora e promove redução do crescimento, queda da produção de matéria seca, bem como da qualidade de forrageiras, representando um problema relevante dentro da bovinocultura (Valério; Nakano, 1988). Estima-se que as perdas que estes insetos têm causado variam de US\$ 840 milhões a US\$ 2,1 bilhões de dólares por ano, em todo o mundo (Thompson, 2004).

Uma forma eficaz e econômica de controle das cigarrinhas das pastagens é o uso de forrageiras resistentes (Machado *et al.*, 2012). O teste de sobrevivência de ninfas, que é padrão para avaliação da resistência de gramíneas forrageiras às cigarrinhas das pastagens, é rotineiramente conduzido nos programas de melhoramento da Embrapa. A cultivar (Kennedy) de *B. ruziziensis* disponível no mercado apresenta sobrevivência média dos insetos que pode chegar a cerca de 70% (Alvarenga *et al.*, 2017); porém, populações dessa espécie em sucessivos ciclos de melhoramento tem reduzido a sobrevivência ninfal para 30% (Aquad *et al.*, 2014). Essa redução é desejável para o lançamento de novas cultivares de gramíneas forrageiras. Assim, objetivou-se avaliar *B. ruziziensis* quanto à resistência a *M. spectabilis*, considerando-se populações com quatro ciclos de seleção conduzido pela Embrapa Gado de leite.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Adultos da cigarrinha das pastagens, *M. spectabilis*, foram acondicionados em gaiolas (30x30x55 cm) contendo plantas suscetíveis, com a base revestida de gaze para a deposição dos ovos. Após lavar a gaze e separar os ovos, eles foram organizados em placas de Petri e acondicionados em câmara climatizada do tipo BOD a 28 °C e 12h de fotoperíodo até que atingissem o estágio S4, quando as ninfas estão próximas à eclosão.

Uma população de progênies meio irmãos de *U. ruziziensis* pertencente ao programa de melhoramento de forrageiras da Embrapa Gado de Leite, forneceu os genótipos para o início da condução dos ensaios, com ciclos anuais sucessivos de intercruzamento e seleção das plantas quanto à resistência às cigarrinhas-das-pastagens ao longo do período. No primeiro ensaio foram avaliadas 495 plantas da população melhorada oriunda de quatro ciclos de seleção. Esse ensaio deu início ao quinto ciclo de seleção recorrente em *B. ruziziensis*.

Após a germinação das sementes, as plantas obtidas foram cultivadas em vasos de 500 ml contendo substrato à base de terra, areia e esterco na proporção de 1:1:1. Foram cultivadas de forma idêntica as testemunhas *Brachiaria decumbens* Stapf. (cultivar Basilisk) e *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. (cultivar Marandu), suscetível e resistente, respectivamente, ao ataque de cigarrinhas das pastagens.

Sessenta dias após o plantio, as raízes superficiais das plantas foram expostas por meio de um jato d'água, para facilitar a alimentação das ninfas, e em seguida em cada planta foram inoculados seis ovos próximos à eclosão. Os vasos foram tampados, para evitar a fuga das ninfas, alocados em bandejas e acondicionados em casa de vegetação.

Após trinta e cinco dias avaliou-se a sobrevivência das ninfas de terceiro a quinto instar do inseto em cada planta, seguindo a metodologia adotada por Auad *et al.* (2007). Adotou-se o delineamento em blocos aumentados de Federer, e as análises dos dados coletados foram realizadas por meio do pacote estatístico Genes (Cruz, 2001). Como critério para avaliação da resistência utilizou-se as médias ajustadas, em função do teste estatístico e a escala utilizada por Cardona *et al.* (1999), que considera planta resistente aquela com sobrevivência ninfal abaixo de 30%, as plantas foram separadas em três grupos: grupo 1- formado pelas plantas que proporcionaram sobrevivência ninfal de *M. spectabilis* inferior a 30%, grupo 2 - composto pelas plantas que apresentaram sobrevivência ninfal do inseto-praga com valores entre 31 e 50% e, grupo 3- plantas com sobrevivência ninfal superior à 50%.

No segundo ensaio, avaliou-se 9 subpopulações também oriundas do quarto ciclo de seleção do programa de melhoramento. Sementes de cada uma das subpopulações e das testemunhas foram colocadas para germinar em bandejas plásticas contendo substrato comercial.

As plântulas obtidas foram transplantadas para tubetes plásticos onde permaneceram por aproximadamente 45 dias. Após esse período as mudas foram plantadas em vasos (0,5 L) contendo como substrato uma mistura de terra, areia e esterco na proporção de 1:1:1. Sessenta dias depois as plantas estavam prontas para a infestação com o inseto-praga. Em cada planta foram inoculados seis ovos de *M. spectabilis*. Com 35 dias de infestação foi feita a contagem do número de ninfas sobreviventes. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott ($P < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro ensaio, a média geral da sobrevivência de ninfas de *M. spectabilis* em plantas de *B. ruziziensis*, foi de 45% com variação de 0 a 100%. (Figura 1 A). Denota-se assim que ainda há alta variabilidade genética neste conjunto de plantas. Para as testemunhas *B. brizantha* (resistente) e *B. decumbens* (suscetível) constatou-se média de 40% e 45%, respectivamente, na sobrevivência ninfal do inseto-praga, o que mostra alta sobrevivência de *M. spectabilis*, mesmo na testemunha considerada resistente para algumas espécies de cigarrinhas das pastagens.

Das 495 plantas avaliadas, observou-se que 50% (248 plantas), representadas no grupo 1, foram desfavoráveis ao desenvolvimento das ninfas de *M. spectabilis*, apresentando sobrevivência ninfal média de 19% (Figura 1A). Essas plantas segundo a escala de Cardona, Miles e Sotelo, (1999), que define forrageira resistente às cigarrinhas das pastagens aquelas com sobrevivência de ninfas inferior a 30%, são consideradas resistentes ao inseto-praga por antibiose. Em avaliações anteriores, Auad *et al.* (2009), Auad *et al.* (2010) e Auad *et al.* (2014) registraram um aumento gradativo no número de plantas resistentes à *M. spectabilis*, em genótipos coletados em pastagens para o início do programa de melhoramento (C_0) e nas populações melhoradas C_1 , C_2 e C_3 , oriundas da finalização do primeiro, segundo e terceiro ciclos de seleção recorrente fenotípica em *B. ruziziensis*, respectivamente. Evidencia-se então ganhos consideráveis na identificação de plantas desfavoráveis ao desenvolvimento das ninfas de *M. spectabilis* ao longo dos ciclos sucessivos de seleção, reforçando a eficiência do programa de melhoramento; visto que os genótipos testados no presente trabalho advêm de ciclos sucessivos de avaliação, seleção e recombinação dos melhores materiais (seleção recorrente), sendo a resistência aos insetos uma das características consideradas. Esses resultados corroboram Ramalho *et al.* (2000) que relataram por intermédio de ciclos sucessivos de avaliação e seleção, utilizando a seleção recorrente, será possível o incremento da frequência dos alelos favoráveis na população e ao de Miles; Cardona; Sotelo, (2006) que conseguiram identificar materiais de braquiária promissores quanto à resistência às cigarrinhas das pastagens a partir do quinto ciclo de seleção.

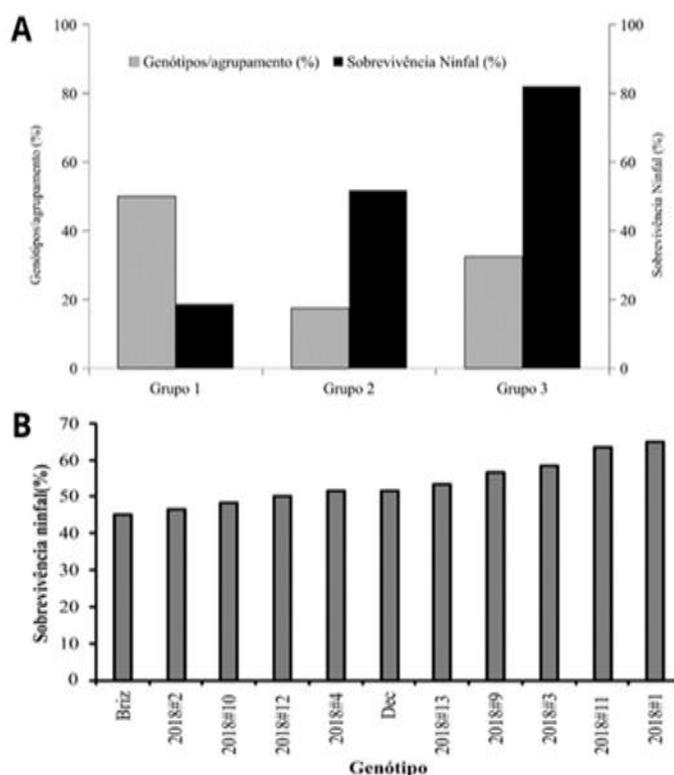
As plantas representadas pelo grupo 2 (86 plantas) (Figura 1A), correspondem àquelas que propiciaram sobrevivência média de 31 a 50,0%, sendo esse valor considerado de resistência intermediária.

As demais plantas (161), correspondente a 32,6% do total das plantas avaliadas, proporcionaram alta sobrevivência (82%) da fase imatura do inseto praga (grupo 3 – Figura 1A). Por isso, esses materiais devem ser descartados do programa de melhoramento de forrageiras.

Por se tratar do início de um novo ciclo de seleção, apenas as plantas mais resistentes (grupo 1) seguirão no programa de melhoramento, com avaliações para outras características de interesse forrageiro, inclusive a própria cigarrinha das pastagens.

No segundo ensaio, considerando-se algumas subpopulações melhoradas de *B. ruziziensis*, de base genética mais estreita, obtidas ao final do quarto ciclo de melhoramento genético, não houve variação significativa nas médias de sobrevivência ninfal de *M. spectabilis* ($P=0,8521$ $F=0,55$), variando de 45% a 65% (Figura 1 B).

Figura 1 – Sobrevivência (%) média ninfal de *M. spectabilis* nas plantas de *B. ruziziensis*, do quinto ciclo de seleção, que se apresentaram como resistentes (grupo 1), resistência intermediária (grupo 2) e suscetíveis (grupo 3) ao ataque do inseto-praga (A) e, sobrevivência média (%) de ninfas de *M. spectabilis* criadas em diferentes genótipos advindos de subpopulações de quatro ciclos de melhoramento, sem diferença significativa entre si pelo teste de Skott-Knott (B).



Fonte: Autores, 2024.

Essas populações foram selecionadas prioritariamente para a produtividade e qualidade da forragem. Talvez em função disso, as médias de sobrevivência das ninfas tenham sido mais elevadas. Por se tratar de materiais com bom potencial produtivo de forragem, para a continuidade do melhoramento eles deverão ser inter cruzados com clones que apresentam baixa sobrevivência de ninfas, como aqueles identificados no grupo 1 da Figura 1A; principalmente os clones 2018#2, 2018#10 e 2018#12 que apresentaram sobrevivência inferior a 50%, podendo ser caracterizados com resistência intermediária (Figura 1 B). As demais populações, juntamente com a testemunha suscetível, foram consideradas suscetíveis com sobrevivência ninfal acima de 50%, o que sugere não serem favoráveis em regiões em que há prevalência do inseto.

4 CONCLUSÃO

Pode-se evidenciar que os ciclos sucessivos de seleção e inter cruzamentos promoveram melhoria nas plantas de *B. ruziziensis* quanto à característica de resistência a *M. spectabilis*.

Agradecimentos e financiamento

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasil) e a FAPEMIG, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, R.; AUAD, A. M.; MORAES, J. C.; SILVA, S. E.; RODRIGUES, B. S.; SILVA, G. B. Spittlebugs (Hemiptera: Cercopidae) and their host plants: a strategy for pasture diversification. **Applied entomology and zoology**, v. 52, p. 653-660, 2017.

AUAD, A. M.; SIMÕES, A. D.; PEREIRA, A. V.; BRAGA, A. L. F.; SOUZA SOBRINHO, F.; LÉDO, J. F. S.; OLIVEIRA, S. A.; FERREIRA, R. B. Seleção de genótipos de capim-elefante quanto a resistência à cigarrinha-das-pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 1077-1081, 2007.

AUAD, A. M.; SILVA, D. M.; RESENDE, T. T.; SOUZA SOBRINHO, F.; VERISSIMO, B. A. **Resistência para a *Mahanarva spectabilis* (DISTANT, 1909) em populações melhoradas de *Brachiaria ruziziensis***. In: Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 5, Guarapari, ES. Anais do 5 Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 2009.

AUAD, A. M.; RESENDE, T. T.; CARVALHO, C. A.; MONTEIRO, P. H.; SOUZA SOBRINHO, F.; LÉDO, F. J. S. **Identificação de plantas resistentes à cigarrinha-das-pastagens em população de *Brachiaria ruziziensis*: Segundo ciclo de seleção**. In: 47 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Salvador. Anais da 47 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010.

AUAD, A.M.; RESENDE, T. T.; SOUZA SOBRINHO, F.; TOLEDO, A. M. O.; LUCINDO, T. S. **Identificação de *Brachiaria ruziziensis* resistentes à *Mahanarva spectabilis***

(Hemiptera: Cercopidae): quarto ciclo de seleção. *In:* XXXVII Semana de Biologia UFJF, 2014, Juiz de Fora. Anais do XXXVII Semana de Biologia UFJF, 2014.

CARDONA, C.; MILES, J. W.; SOTELO, G. An Improved Methodology for Massive Screening of *Brachiaria spp.* Genotypes for Resistance to *Aeneolamia varia* (Homoptera: Cercopidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 92, n. 2, p. 490–496, 1 abr. 1999.

MACHADO, J. C.; MARTINS, C. E.; AUAD, A.M.; ROCHA, W. S. D.; LÉDO, F. J. S.; PEREIRA, A. V.; SOUZA SOBRINHO, F.; BENTES, F. R. G. **Banco ativo de germoplasma de capim-elefante: avaliação da resistência à cigarrinha das pastagens e tolerância à toxidez por alumínio.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2012.

MILES, J. W.; CARDONA, C.; SOTELO, G. Recurrent Selection in a Synthetic Brachiariagrass Population Improves Resistance to Three Spittlebug Species. **Crop Science**, v. 46, n. 3, p. 1088–1093, maio 2006.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na Agropecuária.** 2º edição. Ed. UFLA, Lavras, 2000.

SOUZA SOBRINHO, F. **Melhoramento de forrageiras no Brasil.** *In:* SIMPOSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS. 2005.

SOUZA SOBRINHO, F.; AUAD, A. M.; LÉDO, F. J. S. Genetic variability in *Brachiaria ruziziensis* for resistance to spittlebugs. 2010.

THOMPSON, V. Associative nitrogen fixation, C₄ photosynthesis, and the evolution of spittlebugs (Hemiptera: Cercopidae) as majores pests of neotropical sugarcane and forage grasses. **Bulletin of Entomological Research**, v. 94, n. 3, p. 189–200, 2004.

VALÉRIO, J. R.; NAKANO, O. Danos causados pelo adulto da cigarrinha *Zulia entreriana* na produção e qualidade de *Brachiaria decumbens*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, n. 5, p. 447-453, 1988.

CAPÍTULO 14

AVALIAÇÃO QUANTO A RESISTÊNCIA A *Mahanarva spectabilis* (Hemiptera: Cercopidae) DE GENÓTIPOS DE *Pennisetum purpureum* COM POTENCIAL PARA PRODUÇÃO DE BIOENERGIA

Luís Augusto Calsavara   

Bolsista Iniciação Científica CNPq – Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora – MG, Brasil

Alexander Machado Auad   

Pesquisador A – Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora – MG, Brasil

Juarez Campolina Machado   

Pesquisador A – Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora – MG, Brasil

Tiago Teixeira de Resende   

Técnico A - Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora – MG, Brasil

Michelle Oliveira Campagnani   

Pós-Doutorado – Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora - MG, Brasil

Bruno Antônio Verissimo   

Doutorando PPG Biodiversidade e Conservação da Natureza – UFJF - Juiz de Fora – MG, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.724 



Resumo: O capim-elefante é uma promissora fonte de produção de biomassa para substituir as fontes de energia não renováveis; porém, a cigarrinha das pastagens *Mahanarva spectabilis* é um grande limitador do potencial produtivo dessa forrageira. O objetivo do estudo foi avaliar a resistência às ninfas da cigarrinha das pastagens, *Mahanarva spectabilis*, em genótipos de capim-elefante, provenientes do Programa de Melhoramento de Capim-elefante da Embrapa, com aptidão para produção de bioenergia. O experimento foi conduzido em blocos inteiramente casualizados com 11 repetições e 10 tratamentos (genótipos) além de duas testemunhas. Em cada planta foram depositados seis ovos do inseto-praga próximos à eclosão da ninfa. Após 40 dias contabilizou-se o número de ninfas de primeiro a quinto instares vivas em cada vaso. Não houve diferenças significativas na sobrevivência ninfal do inseto-praga, quando ofertado os diferentes genótipos capim-elefante, com variação 33,5 e 86,5% na sobrevivência do inseto-praga. Dessa forma, os genótipos de capim-elefante com potencial para produção de bioenergia se mostraram suscetíveis ao ataque de *M. spectabilis* pelo mecanismo de antibiose. Pesquisas futuras devem buscar novos materiais com essa aptidão, porém com menor sobrevivência ninfal das cigarrinhas das pastagens.

Palavras-chave: Capim-elefante. Cigarrinhas das pastagens. Inseto-praga.

1 INTRODUÇÃO

O aumento do anseio por novas fontes de energia visando a redução da utilização de combustíveis fósseis demanda a gradual substituição de matérias primas de carbono não renováveis por materiais renováveis, como por exemplo a biomassa lignocelulósica de *Pennisetum purpureum* Schum., popularmente conhecido como capim elefante (Poaceae) (Menegol *et al.*, 2014).

Uma diversidade de variedade de capim-elefante, podem ser utilizados para a produção de energia, devido ao fator de ser uma gramínea de porte alto, podendo atingir mais de 5 metros de altura, e de rendimentos variando de 150 a 300 Mg/ha/ano de biomassa verde. Além disso, as variantes do manejo, da adubação, de corte, da escolha de cultivares, podem gerar uma produção de mais de um corte anual, tornam o capim-elefante uma planta promissora para a produção de bioenergia (Jewell; Cummings; Richards, 1993; Schank *et al.*, 1993).

A cigarrinha-das-pastagens, *Mahanarva spectabilis* (Distant, 1909) (Hemiptera: Cercopidae), pode causar uma diminuição significativa tanto na produção quanto na qualidade do capim-elefante (*P. purpureum*). A principal estratégia para combater esse inseto-praga tem sido o uso de gramíneas que apresentam resistência (Aquad *et al.*, 2018; Visconde *et al.*, 2020). Nesse contexto, tem-se investido esforços consideráveis na identificação de gramíneas que sejam resistentes às cigarrinhas-das-pastagens, com o objetivo de selecionar genótipos que apresentem mecanismos de antibiose, tolerância ou antixenose.

O propósito é utilizar esses genótipos resistentes como parentais em programas de melhoramento genético. Estudos sobre a resistência às cigarrinhas-das-pastagens são fundamentais para o manejo eficaz desses insetos, possibilitando a indicação de variedades de gramíneas que sejam ao mesmo tempo produtivas e resistentes à praga. Ainda que encontrar a forrageira ideal,

capaz de limitar o impacto das cigarrinhas-das-pastagens, represente um desafio, a estratégia recomendada envolve desenvolver um ideótipo que incorpore substâncias prejudiciais ao desenvolvimento imaturo dos insetos, através do mecanismo de antibiose (Gusmão *et al.*, 2013).

Assim, o objetivo do estudo foi avaliar a resistência às ninfas da cigarrinha das pastagens, *Mahanarva spectabilis*, em genótipos de capim-elefante provenientes do Programa de Melhoramento de Capim-elefante da Embrapa com aptidão para produção de bioenergia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados dez genótipos de *P. purpureum*, selecionados pelo Programa de Melhoramento de Capim-elefante da Embrapa. A seleção desses genótipos foi baseada em sua potencialidade para a produção de bioenergia e dois genótipos selecionados como testemunha, o capim-elefante Pioneiro e o Roxo de Botucatu, por terem proporcionado a menor e a maior sobrevivência ninfal nos registros de Auad *et al.* (2007). As plantas foram cultivadas em vasos de 500 ml contendo substrato a base de solo, areia e esterco na proporção de 1:1:1, mantidas em casa-de-vegetação e irrigadas, diariamente, até serem utilizadas nos experimentos.

Adultos de *M. spectabilis*, coletados no campo experimental da Embrapa Gado de Leite, foram alocados em gaiolas de acrílico com a sua base revestida com gaze hidrófila, a qual serviu como de substrato de oviposição para o inseto-praga. As gases foram submetidas à um jato d'água para extração dos ovos, os quais ficaram retidos nas peneiras de 400 mesh e foram recolhidos, alocados em placas de petri forrada com papel filtro e mantidos em câmaras climáticas à $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e com o fotoperíodo de 12 horas, até alcançarem o estágio S4 (próximo a eclosão).

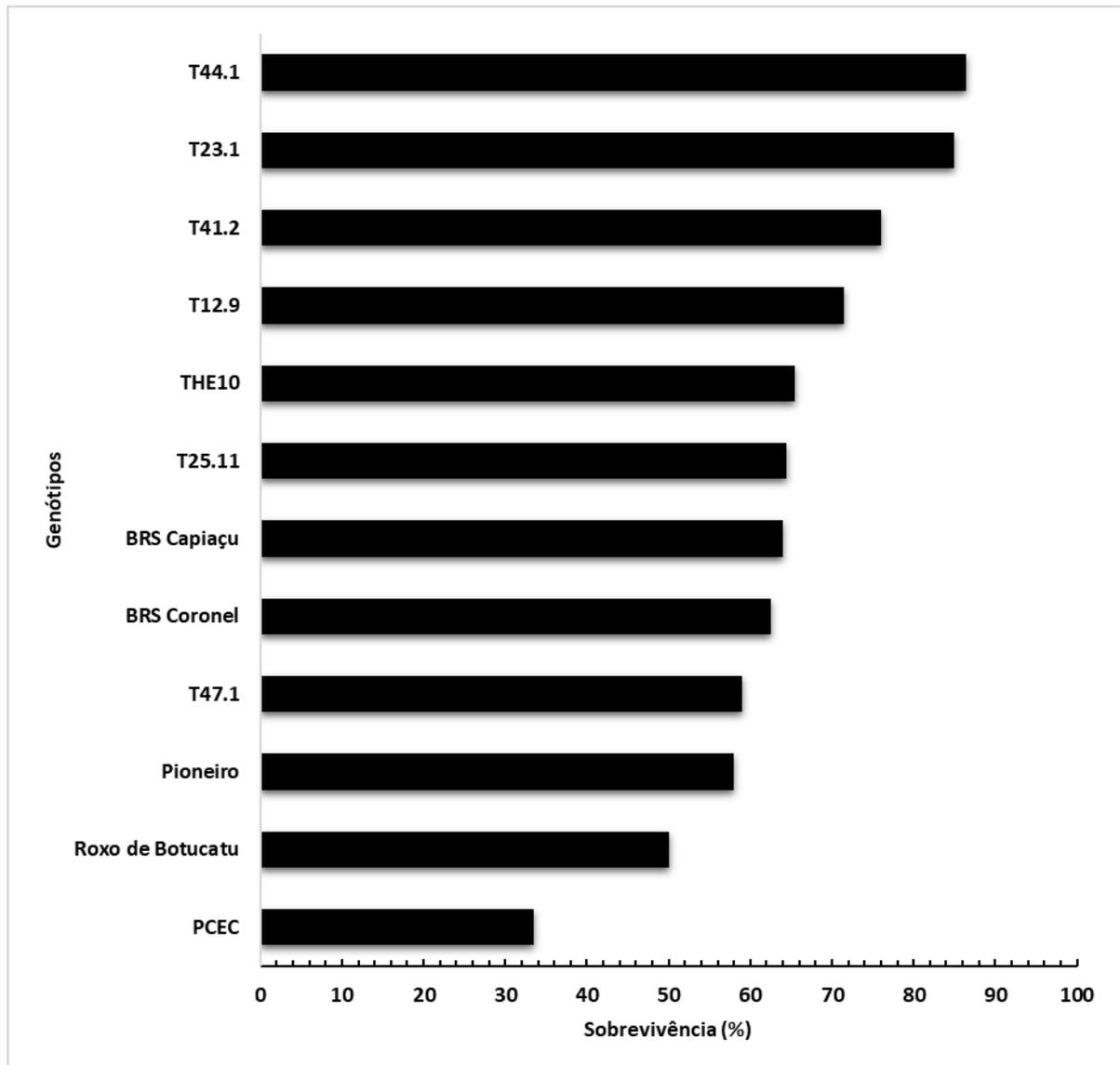
Cada planta recebeu seis ovos em estágio S4, e cada vaso foi devidamente fechado para evitar a fuga das ninfas. Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com 11 repetições. Após 40 dias, as ninfas de primeiro a quinto instares foram contabilizadas, e calculou-se a porcentagem de sobrevivência de *M. spectabilis*. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) através do programa estatístico SISVAR e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi constatada diferenças significativas na sobrevivência ninfal de *M. spectabilis* alimentadas nos diferentes genótipos de capim-elefante com aptidão para produção bioenergética, e as duas testemunhas selecionadas também foram susceptíveis ao ataque de *M. spectabilis*, pelo mecanismo de antibiose, com variação entre 33,5 e 86,5% na sobrevivência ninfal (Figura 1).

Cardona *et al.* (1999), considera como resistentes apenas os genótipos com uma taxa de sobrevivência inferior a 30%. A suscetibilidade às ninfas de *M. spectabilis* em capim elefante, com diferentes aptidões, também, foram registradas (Aquad *et al.*, 2007; Alvarenga *et al.*, 2017; Alvarenga *et al.*, 2019; Perez *et al.*, 2019; Alves Junior *et al.*, 2021).

Figura 1 – Sobrevivência (%) de ninfas de *Mahanarva spectabilis* nos diferentes genótipos de capim elefante provenientes do banco de germoplasma da Embrapa Gado de Leite e com aptidão para produção de bioenergia.



Fonte: Autores, 2024.

No estudo realizado por Alves Junior *et al.* (2021), os genótipos de capim-elefante avaliados, com potencial para uso energético e variação nos teores de lignina, demonstraram susceptibilidade ao ataque das ninfas de *M. spectabilis* por meio do mecanismo de tolerância. Genótipos dessa forrageira com o mesmo propósito também demonstraram susceptibilidade a mesma espécie de

inseto praga pelo mecanismo de antibiose (Visconde *et al.*, 2020), o que evidencia junto ao nosso trabalho que os materiais de capim-elefante, até o momento testados, proporcionam sobrevivência ninfal que os confere a suscetibilidade ao ataque de *M. spectabilis*. Assim, sugere-se a implementação de outras estratégias de controle em regiões com histórico de infestação por cigarrinhas das pastagens, para diminuir a densidade populacional do inseto-praga, de forma a não atingir o nível de dano econômico.

4 CONCLUSÃO

Os genótipos de capim elefante com potencial para produção de bioenergia se mostraram suscetíveis ao ataque de *M. spectabilis* pelo mecanismo de antibiose. Pesquisas futuras devem buscar novos materiais com essa mesma aptidão, porém que reduzam a sobrevivência das cigarrinhas das pastagens.

Agradecimentos e financiamento

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasil) e a FAPEMIG, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, R.; AUAD, A. M.; MORAES, J. C.; SILVA, S. E.; RODRIGUES, B. S.; SILVA, G. B. Spittlebugs (Hemiptera: Cercopidae) and their host plants: a strategy for pasture diversification. **Applied entomology and zoology**, 52, 653-660 2017.
- ALVARENGA, R.; AUAD, A.M.; MORAES, J.C.; SILVA, S.E. **Do silicon and nitric oxide induce resistance to *Mahanarva spectabilis* (Hemiptera: Cercopidae) in forage grasses?** Pest Management Science.
- ALVES JUNIOR, P. W. B.; Auad, A. M.; de RESENDE, T. T.; MACHADO, J.C. **Avaliação de genótipos de capim-elefante com potencial para produção de bioenergia quanto a tolerância às ninfas e adultos de *Mahanarva spectabilis* (Hemiptera: Cercopidae)** 2021.
- AUAD, A. M.; SIMÕES, A. D.; PEREIRA, A. V.; BRAGA, A. L. F.; SOUZA SOBRINHO, F.; LÉDO, J. F. S.; OLIVEIRA, S. A.; FERREIRA, R. B. Seleção de genótipos de capim-elefante quanto a resistência à cigarrinha-das-pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 1077-1081, 2007.
- AUAD, A.M.; RESENDE, T.T. Use of chemical inducers as a resistance trigger in grasses and sugarcane. **Florida Entomologist**, v.101, p.119-124, 2018.
- CARDONA, C.; MILES, J.W.; SOTELO, G. An improved methodology for massive screening of *Brachiaria spp.* genotypes for resistance to *Aeneolamia varia* (Homoptera: Cercopidae). **Journal Economic Entomology**, v. 92, p. 490–496, 1999.

GUSMÃO, R.G.; VALÉRIO, J.R.; AUAD, A.M. **Ideótipo de gramíneas resistentes às cigarrinhas das pastagens (Hemiptera: Cercopidae)**. In: SOUZA, F.H.D.; MATTA, F.P.; FÁVERO, A.P. (Ed.) Construção de ideótipos de gramíneas para usos diversos. Brasília: Embrapa, 2013, p.151-173.

JEWELL, W. J.; CUMMINGS, R. J.; RICHARDS, B. K. Methane fermentation of energy crops: Maximum conversion kinetics and in situ biogas purification. **Biomass and Bioenergy**, v. 5, n. 3-4, p. 261-278, 1993.

MENEGOL, D.; SCHOLL, A. L.; FONTANA, R. C.; DILLON, A. J. P.; CAMASSOLA, M. **Potential of a *Penicillium echinulatum* enzymatic complex produced in either submerged or solid-state cultures for enzymatic hydrolysis of elephant grass**. Fuel, 133, 232-240 2014.

PEREZ, B. G.; AUAD, A. M.; RESENDE, T. T.; DIAS, M. L.; CARIAS, L. R. D.; LEDO, F. D. S. Avaliação da resistência de genótipos de *Pennisetum purpureum* às cigarrinhas-das-pastagens. In: WORKSHOP DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE LEITE, 24., 2019, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2019.

SCHANK, S. C.; CHYNOWETH, D. P.; TURICK, C. E.; MENDOZA, P. E. Napiergrass genotypes and plant parts for biomass energy. **Biomass and Bioenergy**, v. 4, n. 1, p. 1-7, 1993.

VISCONDE, A.J.M.; AUAD, A.M.; RESENDE, T.T.; NASCIMENTO, V.F.; MACHADO, J.C. Seleção de genótipos de capim-elefante com potencial energético e diferentes teores de lignina para antibiose à cigarrinha-das-pastagens. In: XXV Workshop de Iniciação Científica da Embrapa Gado de Leite Juiz de Fora, MG, 2020, Juiz de Fora. XXV **Anais...** Juiz de Fora, 2020. p.1-4.

CAPÍTULO 15

DESENVOLVIMENTO DE MARCADORES MICROSSATÉLITES PARA *Anastrepha fraterculus* COMO ESTRATÉGIA PARA USO NO MELHORAMENTO GENÉTICO

Hendrya Julianny Pereira Coelho   

Instituto de Ciências Agrárias/Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

Vitoria Pietra Pinto De Almeida   

Instituto de Ciências Agrárias/Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

Daralyns Borges Macedo   

Instituto de Ciências Biológicas/Universidade Federal do Pará, Brasil

Regianne Maciel dos Santos Correa   

Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos/Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

Carlos Willian   

Instituto de Ciências Biológicas/Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

Rommel Thiago Jucá Ramos   

Instituto de Ciências Biológicas/Universidade Federal do Pará, Brasil

Rafael Aldrighi Tavares   

Instituto de Ciências Biológicas/Universidade Federal de Pelotas, Brasil

Carla Giovane Avila Moreira   

Instituto de Zootecnia /Universidade Federal de Pelotas, Brasil

Heden Luiz Marques Moreira   

Instituto de Zootecnia /Universidade Federal de Pelotas, Brasil

Marilia Danyelle Nunes Rodrigues   

Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos/Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.725 

00000000



000000000000
5,37



0000
640

000000000000
000000000000
000000000000



000000000000
00



000000000000
000000000000
000000000000

000000000000
2,00

Resumo: A espécie *Anastrepha fraterculus*, conhecida popularmente como mosca-das-frutas é considerada economicamente importante, por ser uma espécie que ataca uma vasta diversidade de cultivares. A presente pesquisa objetivou identificar e desenvolver marcadores microssatélites do tipo SSR para *A. fraterculus*. Foi realizada extração de DNA de alto parâmetro de qualidade para a obtenção das sequências de DNA genômico. Posteriormente, realizou-se um pré-processamento de dados e a montagem do genoma da mosca, sendo feito a mineração dos microssatélites a fim de identifica-los. O sequenciamento do genoma de *A. fraterculus* rendeu o número total de 40.021 sequências (pb). O comprimento das sequências variou de 36 a 100 pb. Tais dados indicam boa qualidade de montagem para sequências de baixa cobertura. Após as análises, determinou-se que os dados auxiliam no desenvolvimento de *primers* específicos de *A. fraterculus* e outras pesquisas genômicas de base, bem como de interesse econômico mundial.

Palavras-chave: Biotecnologia. Genoma. Técnicas moleculares.

1 INTRODUÇÃO

A mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) está entre as espécies-alvo dos programas de controle integral de pragas na América Latina, dada sua grande importância econômica. *A. fraterculus* infesta uma grande variedade de espécies frutíferas, sendo, portanto, motivo de grandes perdas de safras e restrições a mercados potenciais como Uruguai, Argentina, Peru e a região Sul do Brasil (Papalexiou *et al.*, 2016).

No Brasil, a *A. fraterculus* é a espécie mais encontrada do complexo de moscas-das-frutas. Em coletas recentes, demonstrou-se que sua distribuição dispõe na bacia Amazônica, preferencialmente nos Estados do Amapá, Pará, Tocantins e Maranhão, com um índice altamente alarmante de infestação em até 10 hospedeiros (Zucchi *et al.*, 2011).

Sendo considerada economicamente importante, devido a ser uma das espécies que ataca uma vasta diversidade de cultivares (Canal *et al.*, 2015). Atualmente, encontram-se descritas, pelo menos, um complexo de oito espécies críticas com diferenças morfológicas, genéticas e químicas de moscas-das-frutas (Hernández-Ortiz *et al.*, 2015; Vanickova *et al.*, 2015).

Dito isso, desde o desenvolvimento de técnicas moleculares como o sequenciamento Sanger, houve um significativo aumento no número de ferramentas de mineração de marcadores moleculares, como os microssatélites ou *Simple Sequence Repeats* (SSRs) (Taheri *et al.*, 2018) que conseguem rastrear o genoma usando ferramentas de bioinformática, mesmo em caso de organismos não modelo (Sharma *et al.*, 2007). Devido à eficácia dessas novas tecnologias em mudar o paradigma de como entendemos assuntos relacionados à genética, surgiram oportunidades de melhoramento de espécies de grande interesse econômico e produtivo.

Os marcadores do tipo SSRs apresentam maior potencialidade de utilização em relação a outros marcadores, devido às características de proporção de informações de qualidade, alta disponibilidade no genoma, repetibilidade e alta taxa de mutações, resultando em marcadores

altamente polimórficos ou microssatélites (Bhattarai *et al.*, 2021). E extremamente eficientes em seu objetivo final de gerar informações genômicas de alta qualidade acerca da espécie alvo.

Por isso, tendo em vista a importância econômica dessa espécie não só no Brasil, mas em outros países da América Latina desde o final dos anos 80 até a atualidade (Steck *et al.*, 1991, Steck *et al.*, 1999, Augustinos *et al.*, 2008), o uso de marcadores moleculares do tipo microssatélites são fundamentais em fornecer informações a nível genético da espécie. Contribuindo para o êxito na obtenção de conhecimentos seguros acerca da espécie para se conseguir implementar técnicas eficientes de controle e erradicação de pragas danosas à saúde humana e à produção alimentar. Em suma, a presente pesquisa objetivou identificar e desenvolver marcadores microssatélites para a espécie *A. fraterculus*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção das sequências de DNA genômico

Inicialmente, foi realizada a extração de DNA de alto parâmetro de qualidade, em outro projeto anterior a este, as amostras da espécie já foram submetidas ao sequenciamento de nova geração pela plataforma Illumina, utilizando o sistema de baixo rendimento MiSeq™.

2.2 Pré-processamento de dados e montagem dos genomas

Para análise de qualidade de *reads*, foi utilizado o *software* FastQc com base nos parâmetros de qualidade média total por base, qualidade média por read e conteúdo GC das sequências (Andrews, 2010). A filtragem foi realizada para controle de qualidade quanto às bases da biblioteca e retirada de adaptadores, baseada no *score* de Phred mínimo de 20 que possui acurácia de 99% para chamada de base (Li; Nordborg; 2004; Martinez *et al.*, 2021), utilizando o programa Trimmomatic. Os critérios e parâmetros de qualidade utilizados foram o padrão estabelecido pela configuração do programa para amostras *paired-end*. Utilizou-se novamente o programa FastQc para avaliação da eficiência da filtragem realizada, considerando os parâmetros de qualidade anteriores.

Posteriormente ao controle de qualidade, as *reads* foram submetidas à montagem *de novo*. Para definir um montador adequado à amostra, foi testada a montagem do genoma da espécie nos softwares SOAPdenovo2 (Luo *et al.*, 2012) e SPAdes (Bankevich *et al.*, 2012), ambos com estruturas de grafos de Bruijn, mas com diferentes estratégias de montagem. A comparação de qualidade da montagem foi mediada pelo *software* QUAST (Gurevich *et al.*, 2013), considerando a distribuição de *contigs* e os valores de N50 e L50. Após a definição do montador, foram selecionados os melhores tamanhos de k-mers dos dados obtidos pelo programa KmerGenie, com inserção de valores de k-mer maior e menor que o valor indicado pelo software, considerando, assim, uma margem de erro.

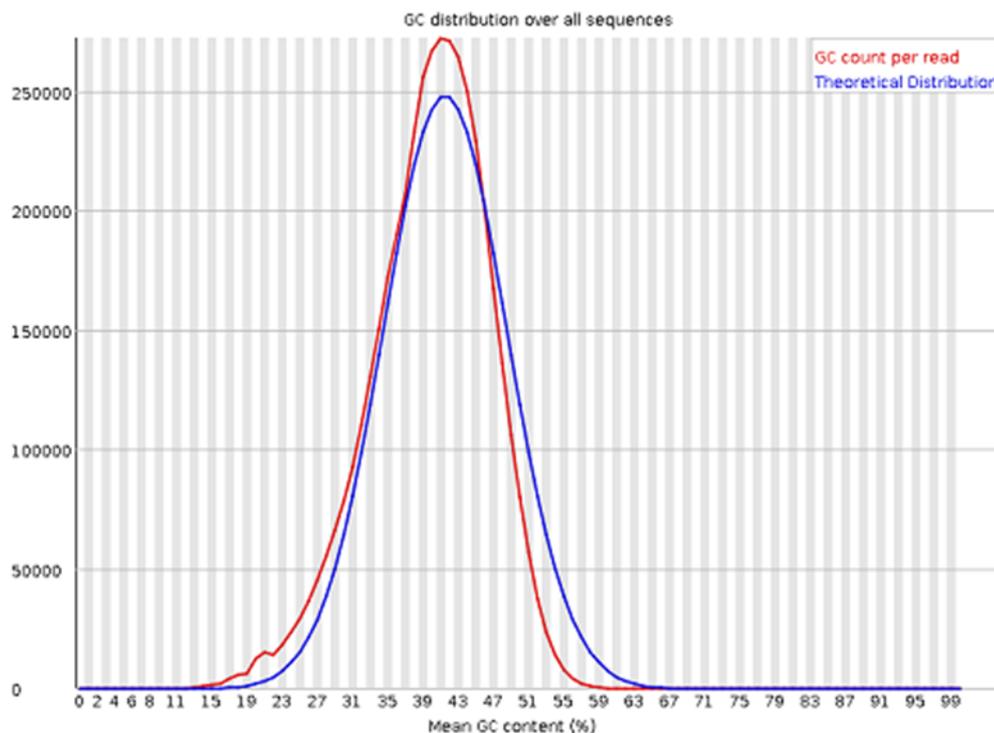
2.3 Mineração de microssatélites

Para a identificação de microssatélites foi utilizado o programa MISA (Beier; Sebastian *et al.*, 2017), cujos parâmetros de seleção foram no modo microssatélites de 1 a 6 *motifs* de repetição (mono a hexanucleotídeos) com no máximo 10 bases interrompendo 2 SSRS em um microssatélite composto. O número mínimo de repetições para cada *motif* foi, correspondentemente, (1/10) (2/5) (3/4) (4/3) (5/2) (6/2).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sequenciamento do genoma de *Anastrepha Fraterculus* rendeu o total de 40.021 sequências (pb), sendo estas de alta qualidade. O conteúdo médio GC representa uma distribuição de 39% de reads, como mostra a figura 1. O comprimento das sequências variou de 36 a 100 pb. Tais dados indicam uma boa qualidade de montagem para sequências de baixa cobertura e auxiliam no desenvolvimento de *primers* específicos da espécie e outras pesquisas genômicas.

Figura 1 – Conteúdo GC em sequências de *Anastrepha fraterculus* e distribuição teórica GC.

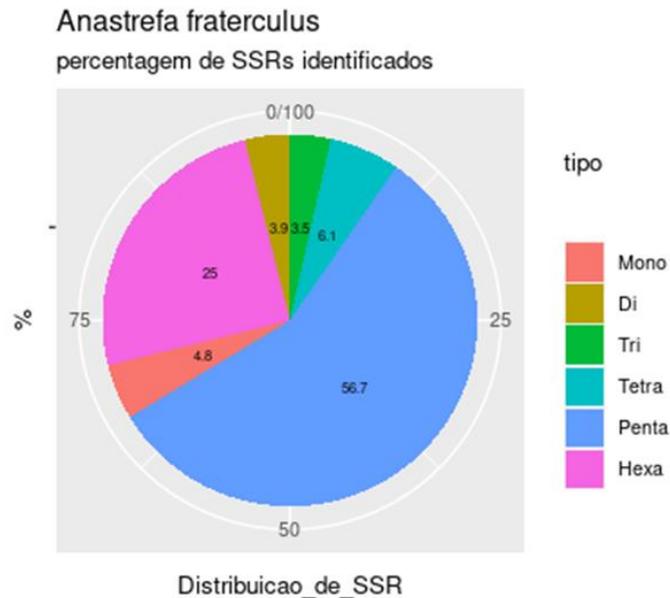


Fonte: Coelho, 2024.

Dentre os *motifs* de repetição predominantes, os pentanucleotídeos foram os que mais apresentaram repetições sendo cerca de 15.250, seguido pelos hexanucleotídeos com 6.713 repetições. Na distribuição do genoma, os pentanucleotídeos apareceram com maior frequência na

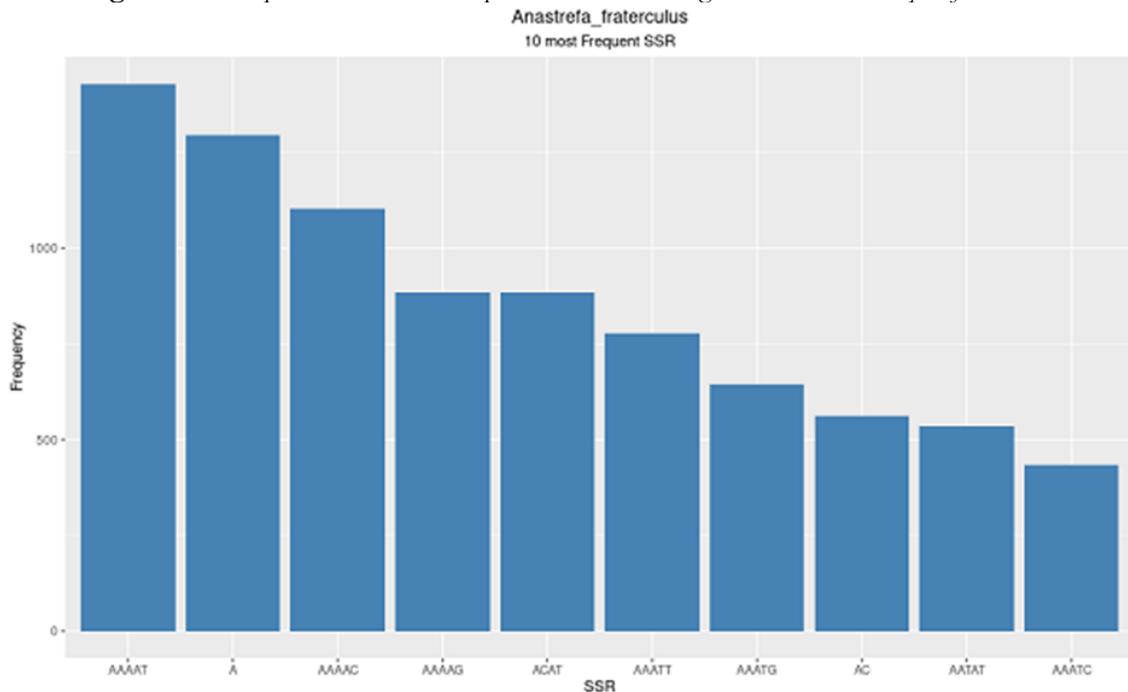
distribuição dos microssatélites SSRs, com um total de 56,7% (Figura 2), com o motif de AAAAT (Figura 3).

Figura 2 – Distribuição de SSRs no genoma de *Anastrepha fraterculus*.



Fonte: Coelho, 2024.

Figura 3 – Frequência de 10 SSRs predominantes no genoma de *Anastrepha fraterculus*.



Fonte: Coelho, 2024.

4 CONCLUSÃO

Tendo em vista a importância econômica de *Anastrepha fraterculus* não só no Brasil, mas em outros países da América Latina, o uso de marcadores moleculares do tipo microssatélites é

fundamental para fornecer informações a nível genético da espécie. Contribuindo para o êxito na obtenção de conhecimentos seguros acerca de *A. fraterculus* para se conseguir implementar técnicas eficientes de controle e erradicação de pragas danosas à saúde humana e a produção alimentar. Portanto, se tornam imprescindíveis mais estudos que contribuam com inovações eficientes no controle e manejo de potenciais riscos à agricultura mundial.

Agradecimentos e financiamento

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, que financiou o projeto e disponibilizou a bolsa PIBIC, possibilitando a continuação desse trabalho.

À Universidade Federal Rural da Amazônia que tem sido uma universidade de ação vital para a formação de profissionais capacitados, os quais incentivam uma vida acadêmica que produza pesquisa e inovação.

REFERÊNCIAS

ANDREWS, S. **FastQC: a quality control tool for high throughput sequence data**. 2010.

AUGUSTINOS, A. *et al.* Isolation and characterization of microsatellite markers from the olive fly, *Bactrocera oleae*, and their cross-species amplification in the Tephritidae family. **BMC Genomics**, v. 9, p. 1-14, 2008.

BANKEVICH, A. *et al.* SPAdes: a new genome assembly algorithm and its applications to single-cell sequencing. **Journal of computational biology: a journal of computational molecular cell biology**, v. 19, p. 455-477, 2012.

BHATTARAI, G. *et al.* Genome-wide simple sequence repeats (SSR) markers discovered from whole-genome sequence comparisons of multiple spinach accessions. **Scientific Reports**, United Kingdom, v. 11, n. 1, p. 1-14, 11 maio 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-021-89473-0>.

BEIER, S., THIEL, T., MÜNCH, T., SCHOLZ, U., MASCHER, M. MISA-web: a web server for microsatellite prediction. **Bioinformatics**, v. 33, p. 2583 – 2585, 2017.

CANAL, A.; HERNÁNDEZ-ORTIZ V.; TIGRERO SALAS J. O.; SELIVON D. 2015. Estudo morfométrico de larvas de terceiro instar de cinco morfotipos do complexo de espécies crípticas *Anastrepha fraterculus* (Diptera, tephritidae). **ZooKeys**, p. 41 – 59, 2015.

GARIOU-PAPALEXIOU, A. *et al.* Cytogenetic Analysis of the South American Fruit Fly *Anastrepha fraterculus* (Diptera:Tephritidae) Species Complex: Construction of Detailed Photographic Polytene Chromosome Maps of the Argentinian Af. sp.1 Member. **PloS one**, v. 11, n. 6, p. e0157192, 2016.

GUREVICH A. *et al.* QUAST: quality assessment tool for genome assemblies. **Bioinformatics**, v. 29 p. 1072–1075. 2013.

HERNÁNDEZ-ORTIZ, V. *et al.* **Taxonomy and phenotypic relationships of the *Anastrepha fraterculus* complex in the Mesoamerican and Pacific Neotropical dominions (Diptera, Tephritidae).** *Zookeys*, Bulgaria, v. 540, n. 1, p. 95-124, 2015. Pensoft Publishers. <http://dx.doi.org/10.3897/zookeys.540.6027>.

LI, M.; NORDBORG, M.; LI, L. M. Adjust quality scores from alignment and improve sequencing accuracy. *Nucleic Acids Research*, v. 32, p. 5183–5191, 2004.

LUO, R. *et al.* SOAPdenovo2: an empirically improved memory-efficient short-read de novo assembler. *Gigascience*, v.1, p. 18, 2012.

MARTINEZ, V. D. *et al.* Profiling the small non-coding RNA transcriptome of the human placenta. *Scientific Data*, v. 8, n. 1, p. 166, 2021.

SHARMA, P. C, GROVER, A.; KAHL, G. Microssatélites de mineração em genomas eucarióticos. *Tendências Biotecnologia*, v. 25, p. 490–8, 2007.

STECK, J. Biochemical systematics and population genetic structure of *Anastrepha fraterculus* and related species (Diptera: Tephritidae). *Annals of the Entomological Society of America*, v. 84, p. 10–28, 1991. DOI: 10.1093/aesa/84.1.10.

STECK, J. **Taxonomic status of *Anastrepha fraterculus*.** In: **Proceedings workshop, The South American fruit fly *Anastrepha fraterculus* (Wied.): advances in artificial rearing, taxonomic status and biological studies.** Vienna, Austria; 1999.

TAHERI, S. *et al.* **Mining and Development of Novel SSR Markers Using Next Generation Sequencing (NGS) Data in Plants.** *Molecules*, Suíça, v. 23, n. 2, p. 385-399, 2018. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules23020399>.

VANÍČKOVÁ, L. *et al.* **Current knowledge of the species complex *Anastrepha fraterculus* (Diptera, Tephritidae) in Brazil.** *Zookeys*, Bulgária, v. 540, n. 1, p. 211-237, 2015.

ZUCCHI, A. **Moscas-das-frutas no Brasil – Espécies de *Anastrepha* e suas plantas hospedeiras.** 2008

CAPÍTULO 16

ANÁLISE DE TRILHA NA SELEÇÃO DE VARIÁVEIS PARA GENÓTIPOS DE MILHO EM REGIÃO SEMIÁRIDA

Jacilene Francisca Souza Santos   

Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Biodiversidade, Universidade Federal de Sergipe – Brasil

Nartênia Susane Costa Aragão   

Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Biodiversidade, Universidade Federal de Sergipe – Brasil

Barbara Nascimento Santos   

Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Biodiversidade, Universidade Federal de Sergipe – Brasil

Gabriel Oliveira Martins   

Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Biodiversidade, Universidade Federal de Sergipe - Brasil

Mário Sérgio Rodrigues Barreto   

Departamento de Engenharia Agrônoma do Sertão, Universidade Federal de Sergipe – Brasil

João Vitor de Santana Aragão   

Departamento de Engenharia Agrônoma do Sertão, Universidade Federal de Sergipe – Brasil

Mikaely Rosendo dos Santos   

Departamento de Engenharia Agrônoma do Sertão, Universidade Federal de Sergipe – Brasil

Marcos Eric Barbosa Brito   

Departamento de Engenharia Agrônoma do Sertão, Universidade Federal de Sergipe – Brasil

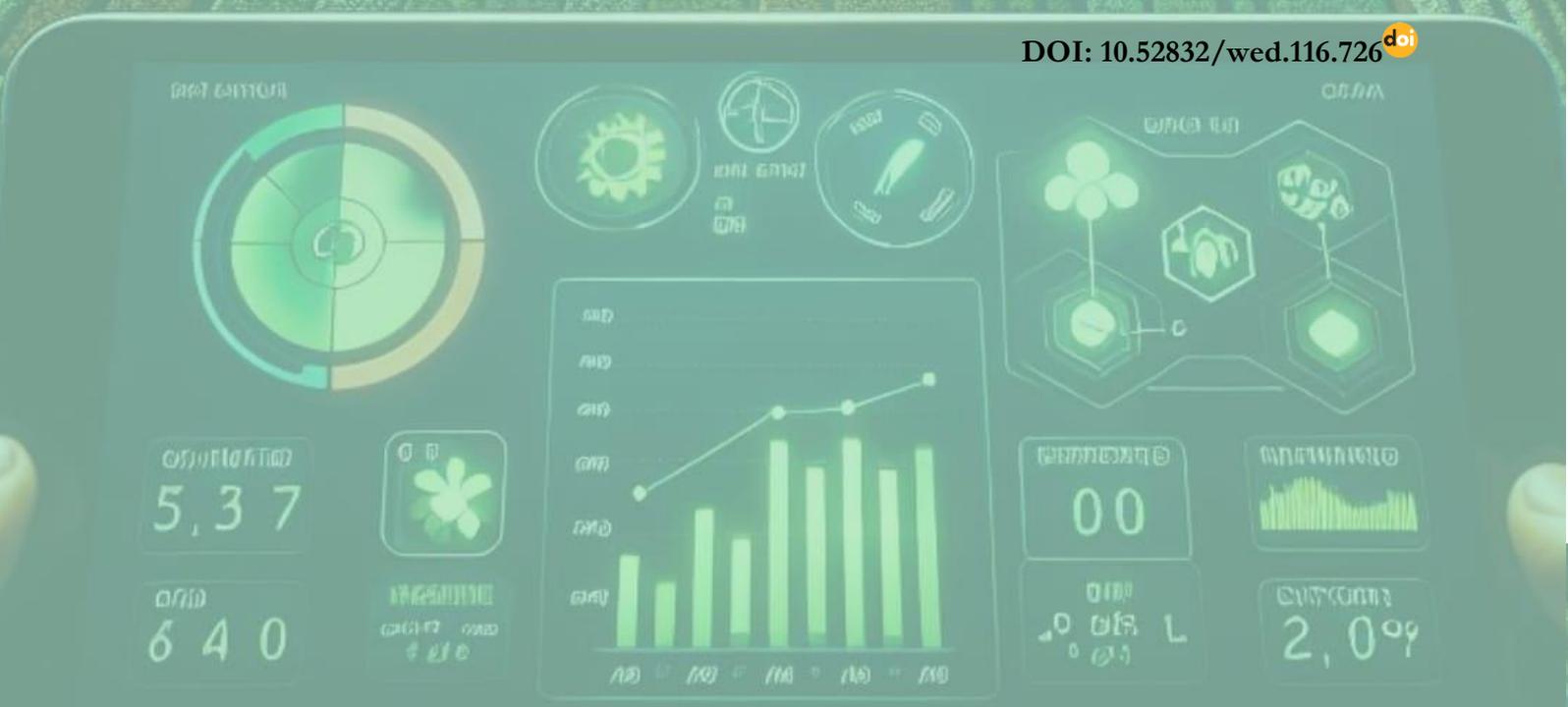
José Jairo Florentino Cordeiro Junior   

Departamento de Engenharia Agrônoma do Sertão, Universidade Federal de Sergipe - Brasil

Gustavo Hugo Ferreira de Oliveira   

Departamento de Engenharia Agrônoma do Sertão, Universidade Federal de Sergipe – Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.726 



Resumo: A identificação de genótipos tolerantes à seca representa uma tática valiosa para impulsionar a produção de milho em áreas com escassez hídrica. Isso é viável através do emprego de genótipos que são resilientes a condições climáticas adversas. O trabalho teve como objetivo, selecionar variáveis para genótipos de milho utilizando correlação e análise de trilha. O experimento foi conduzido na Fazenda experimental da Embrapa Semiárido, situada no município de Nossa Senhora da Glória-SE. Para tanto, foram utilizados o delineamento experimental em blocos casualizados com duas repetições, considerando 60 genótipos de milho, sendo estes: variedades, híbridos simples e híbrido experimental adaptados à região. Cada parcela foi constituída por duas linhas de quatro metros de comprimento, espaçadas em 0,20 cm x 0,70 cm. Com base na análise de trilha é possível inferir que as características como peso dos grãos e altura das plantas, considerando tanto os aspectos individuais quanto as interações entre eles, contribuem para o aumento da produtividade. Conclui-se, que a seleção de genótipos potenciais de milho pode ser realizada selecionando genótipos com maior altura de planta por apresentar uma forte correlação indireta com a produtividade.

Palavras-chave: Dialelo. Melhoramento de plantas. Seca. Sustentabilidade. *Zea mays* L.

1 INTRODUÇÃO

Conhecido cientificamente como *Zea mays* L., o milho destaca-se globalmente devido à sua ampla gama de usos e significativo valor econômico. Com isso, o estudo das correlações e análise de trilha, são parâmetros utilizados no melhoramento da cultura com um dos pilares essenciais, pois fornece informações cruciais para a tomada de decisão.

A correlação é uma medida estatística que avalia a relação entre duas ou mais variáveis. Ela nos permite entender se existe uma associação entre essas variáveis e, em caso afirmativo, qual é a direção e a intensidade dessa relação. A correlação é amplamente utilizada em diversas áreas, como ciências agronômicas, economia, medicina e pesquisa científica, para investigar como diferentes fatores se influenciam mutuamente. Em particular, na agricultura, a correlação entre características agronômicas e produtividade de culturas, como o milho, desempenha um papel crucial na tomada de decisões para otimizar o manejo e a produção (Dalchiavon *et al.*, 2016).

Uma das estratégias utilizadas é a análise de trilha, técnica estatística multivariada que permite aos pesquisadores explorar as relações complexas entre variáveis. Por meio da análise de trilha, é possível desdobrar os coeficientes de correlação em efeitos diretos e indiretos, proporcionando uma visão mais clara do impacto de cada variável no sistema como um todo evitando que ocorra interpretações equivocadas a partir da análise de correlação simples, tornando as decisões mais assertivas. Esta abordagem é amplamente aplicada em diversos campos, desde a genética até a economia, e é uma ferramenta valiosa para a modelagem de processos complexos e a tomada de decisões baseada em dados (Blind *et al.* 2018).

Portanto, a incorporação da correlação e análise de trilha nos programas de melhoramento de milho é crucial para orientar estrategicamente a seleção de genitores e cruzamentos promissores para melhor a produtividade de grãos em condições adversas, como as encontradas em áreas

semiáridas. Deste modo, o trabalho teve como objetivo selecionar variáveis para genótipos de milho utilizando correlação e análise de trilha.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição do local do experimento

O experimento foi implantado na Fazenda Experimental da Embrapa - Semiárido, situada no município de Nossa Senhora da Glória, SE (10°13'06" S 37°25'13"), na safra de 2022. A região é caracterizada pelo clima 'As', conforme a classificação de Köppen (Alvares *et al.*, 2013), que descreve um ambiente tropical com condições quentes e áridas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com duas repetições, considerando 60 tratamentos, sendo: 45 híbridos, 10 genótipos parentais e 5 híbridos simples adaptados a região, como testemunha. Cada parcela foi constituída por duas linhas de quatro metros de comprimento, espaçadas em 0,20 m entre plantas e 0,70 m entre linhas.

2.1.1 Obtenção do material genético

Para produzir os híbridos dialélicos, adotou-se o método de cruzamento dialélico completo entre 10 genitores, conforme o método 2 (genitores e cruzamentos), modelo 1, descrito por Griffing (1956). Este método inclui $(n(n-1)/2)$ combinações sem os cruzamentos recíprocos, resultando em 45 combinações híbridas. Para efetuar os cruzamentos, plantaram-se quatro fileiras de plantas femininas e duas de plantas masculinas. As fileiras masculinas foram plantadas em duas datas distintas, com um intervalo de cinco dias, para sincronizar a disponibilidade de pólen com o florescimento das plantas femininas.

As espigas femininas foram cobertas com sacos plásticos antes da emissão dos estigmas e, durante a liberação do pólen, os pendões masculinos foram protegidos com sacos de papel Kraft por 24 horas. Após a polinização, as espigas foram marcadas e identificadas. Os cruzamentos ocorreram no período mais quente do dia, e as espigas das linhas femininas polinizadas foram colhidas em conjunto, identificadas e armazenadas em câmara fria para futuras avaliações.

2.1.2 Características avaliadas

Altura da espiga (AE): média de cinco plantas aleatórias da parcela, aferido sempre do nível do solo até a inserção da espiga principal em metros (m); Altura de planta (AP): altura média de cinco plantas aleatórias da parcela, aferido do nível do solo até a inserção da folha bandeira, expressos em metros (m); Florescimento masculino (FM): expressos em número de dias a partir da data do plantio até 50% das plantas da parcela liberando pólen; Florescimento feminino (FF):

expressos em número de dias a partir da data do plantio até 50% das plantas da parcela exibindo estilo-estigmas; Peso de grãos total (PGT): realizada a pesagem de todos os grãos da parcela após a demais avaliações; Número de fileiras por espiga (NFE): conta-se o número de fileiras de grãos presentes em uma espiga. Isso é feito após a colheita, quando a espiga está limpa e os grãos são claramente visíveis; Número de grãos por fileira (NGF): similar ao NFE, o NGF é calculado contando o número de grãos em uma única fileira de uma espiga; Número de espigas por parcela (NEP): variável é obtida contando o total de espigas maduras em uma parcela pré-definida do campo; Peso de Espiga (PE): após a colheita são pesadas todas as espigas da parcela e a Produtividade de grãos (PG): peso de grãos colhidos de toda área útil da parcela, transformados em kg/ha pelo método de Zuber (Zuber *et al.* 1942) ajustado a 13% de umidade e apresentado em toneladas por hectare.

2.2 Análise estatística

Os dados referentes as variáveis analisadas foram submetidas a análise de variância (ANAVA), para a seleção dos genótipos e determinação da correlação entre as variáveis, além da análise de trilha. Para tanto, utilizou-se o programa *software* R (R Core, 2018).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta análise revelou, em alguns dos caracteres avaliados, distinção significativa, sugerindo que há diversidade genética entre os diferentes genótipos avaliados.

Essa variabilidade genética é essencial para a seleção de genótipos superiores ou com maior desempenho agrônomo, incluindo, altura das plantas, altura de espiga, florescimento masculino e florescimento feminino. Estes resultados indicam que tais características são influenciadas pelo ambiente, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Resumo da anava para as características avaliadas.

FV	GL	QM			
		AP	AE	FF	FM
TRATAMENTO	59	0,0436**	0,0213*	5,666**	3,109*
BLOCO	1	0,281***	0,268***	17,065*	0,787
RESÍDUO	59	022	0,012	2,787	1,819
CV (%)		7,67	10,86	2,59	2,1
MÉDIA		1,98	1,02	63,00	63,50
FV	GL	QM			
		PG	PGT	NGF	NFE
TRATAMENTO	59	2,452	555	13,367	2,300

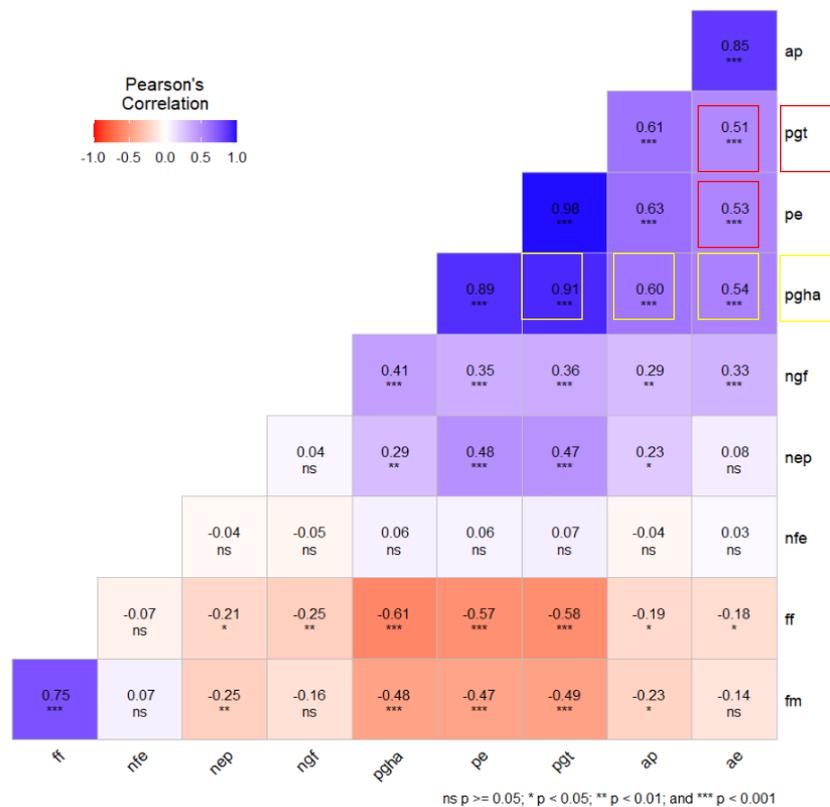
BLOCO	1	11,474*	694***	19,416	1,813
RESÍDUO	59	2,1209	4476	10,993	2,116
CV (%)		9,71	18,87	10,75	10,23
MÉDIA		15,00	3575,52	31,00	14,00
FV	GL	QM		PE	
TRATAMENTO	59	0,6486			
BLOCO	1	6,793***			
RESÍDUO	59	0,474			
CV (%)		18,95			
MÉDIA		3,62			

***, **, * Significativo a 0,001, 0,01 e 0,05 de significância pelo teste F.

Fonte: Autores, 2024.

O coeficiente da correlação varia de -1 a 1, podendo ser igual a zero, quando existe a falta de correlação linear entre as variáveis avaliadas (Figura 1). Segundo Carvalho *et al.* (2004), a magnitude da correlação existente entre as características é classificada em nula ($r = 0$), fraca ($0 < r < 0,3$), média ($0,30 < r < 0,60$), forte ($0,60 < r < 0,90$), muito forte ($0,90 < r < 1$) e perfeita ($r = 1$), considerada positiva à medida que as características aumentam simultaneamente ou negativas quando uma característica aumenta em relação a redução da outra (Dias *et al.*, 2018).

Figura 1– Gráfico de correlação para as variáveis utilizadas.



Fonte: Aragão *et al.* (2024).

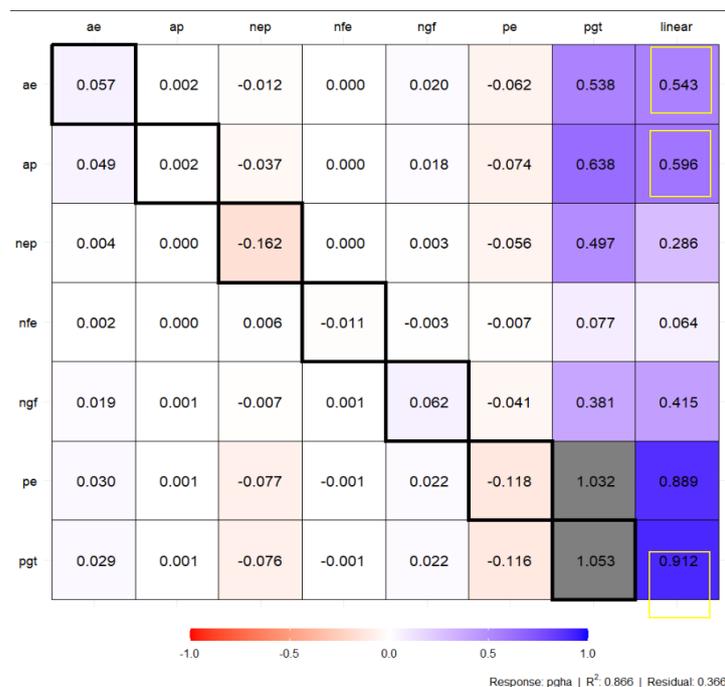
Na Figura 1, observa-se associações positivas fortes entre as variáveis PGT e AP (0,61) e PE (0,63), além de média com AE (0,51). A variável NGF revelou uma relação de magnitude fraca com AP (0,29) e AE (0,33). Adicionalmente, NEP exibiu uma associação positiva e média tanto com PE (0,48) quanto com PGT (0,47).

A variável PG (Figura 1) apresentou correlação de magnitude forte e positiva com PE (0,89) e muito forte com PGT (0,91). Além disso, apresentou relação com as variáveis AP (0,60) e AE (0,54). Esses resultados evidenciam que os genótipos com maior desempenho produtivo tendem a ter maiores altura de planta e de espiga.

Ainda se constatou, que o florescimento masculino e feminino e número de fileira por espiga apresentou uma correlação de magnitude média e positiva (0,07), ou seja, a seleção de genótipos com florescimento precoces tende a acarretar o aumento de fileiras por espiga, nas condições desse trabalho. Contudo, pode-se aferir, a importância do tempo de floração na variação da média do número de fileiras por espiga, pois o pólen responsável pela fecundação possui um tempo de vida curto e precisa entrar em contato com o estigma do milho de forma rápida. Assim a obtenção de genótipos deve ser focada no intervalo de florescimento, uma vez que o tempo de florescimento masculino tem de estar dentro da faixa de emissão do estilo estigma para que possa haver a fecundação e então a produção do grão.

A técnica de análise de trilha decompõe os coeficientes de correlação, facilitando a identificação das relações entre as variáveis morfológicas estudadas e fornecendo cálculos dos impactos diretos e indiretos relacionados a uma variável específica. A análise de trilha (Figura 2), foi possível observar as características primárias e secundárias que influenciam a produtividade do milho.

Figuras 2– Análise de trilha para as características agronômicas relacionadas a produtividade avaliadas no experimento dialélico na Fazenda Experimental da Embrapa – Semiárido, Nossa Senhora da Glória – SE, em 2022.



Fonte: Aragão *et al.* (2023).

As variáveis AE e AP possuem os valores de correlação linear de 0.543 e 0.596, respectivamente, sendo a correlação direta dessas características de magnitude média. Com isso, sugere-se que essas variáveis estão relacionadas positivamente, onde a maior altura de planta tende a aumentar o rendimento médio.

A característica PGT possui uma correlação linear muito forte, 0.912. logo verifica-se, que o PGT está fortemente relacionado com a produtividade e é um fator importante a ser considerado na seleção de genótipos.

A pesquisa destaca uma abordagem integrada no aprimoramento de atributos e peso de grãos totais (PGT) e peso de grãos (PE), altura de planta (AP) (AE) (NGF) (NEP), para melhorar a produtividade. Esta abordagem considera tanto as características isoladamente quanto suas interações, visando superar os desafios impostos pelo clima e otimizar a colheita de milho em áreas semiáridas.

4 CONCLUSÃO

O trabalho sugere, que a seleção de genótipos potenciais de milho pode ser realizada selecionando genótipos com maior altura de planta por apresentar correlação indireta com a produtividade e facilitar a seleção.

Agradecimentos e financiamento

À Universidade Federal de Sergipe - UFS, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Semiárido, Estação de Tratamento e Saneamento de Sergipe -DESO e ao Grupo de Estudos em Melhoramento Vegetal do Semiárido – GEMS.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen ppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n.6, p.711-728, 2013.

BLIND, A. D.; VALENTE, M. S. F.; LOPES, M. T. G.; DE RESENDE, M. D. V. Estimativa de parâmetros genéticos, análise de trilha e seleção em bucha vegetal para caracteres agronômicos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.13, n.2, p. 1-8, 2018

CARVALHO, F. I. F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Pelotas: UFPel, 2004, 142p.

DALCHIAVON, F. C.; CARVALHO, C. G. P. D.; AMABILE, R. F.; GODINHO, V. D. P. C.; RAMOS, N. P.; ANSELMO, J. L. Características agronômicas e suas correlações em híbridos de girassol adaptados à segunda safra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.11, p. 1806-1812, 2016.

DIAS, K. O. D. G. *et al.* Improving accuracies of genomic predictions for drought tolerance in maize by joint modeling of additive and dominance effects in multi-environment trials. **Heredity**, v. 121, p. 24-37, 2018.

GRIFFING, B.A.; **Generalized Treatment of the Use of Diallel Crosses in Quantitative Inheritance**, *Heredity*, 1956.

MENEZES, F. L. *et al.* of genetic parameters on the weight performance of Caracu cattle. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e9311326153, 2022.

R Core T. R. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Disponível online em: <https://www.R-project.org> (Acessado em 24 de março de 2024). 2018.

ZUBER, M. S. Relative efficiency of incomplete block designs using corn uniform trial data. **Journal of the American Society of Agronomy**, v. 1, p. 30-47, 1942.

CAPÍTULO 17

MODELOS DE REGRESSÃO *RANDOM FOREST* E *LEAST ANGLE REGRESSION* NA PREDIÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE GRÃO DE MILHO POR MEIO IMAGEM

Mario Sergio Rodrigues Barreto   

Departamento de Engenharia Agrônômica do Sertão da Universidade Federal de Sergipe. Nossa Senhora da Glória-SE, Brasil

João Vitor Santana Aragão   

Departamento de Engenharia Agrônômica do Sertão, Universidade Federal de Sergipe – Brasil

Mikaely Rozendo Santos   

Departamento de Engenharia Agrônômica do Sertão, Universidade Federal de Sergipe–Brasil

José Henrique Andrade Feitosa   

Departamento de Engenharia Agrônômica do Sertão, Universidade Federal de Sergipe–Brasil

Jacilene Francisca Souza Santos   

Departamento de Engenharia Agrônômica do Sertão, Universidade Federal de Sergipe – Brasil

Nartênia Susane Costa Aragão   

Departamento de Engenharia Agrônômica do Sertão, Universidade Federal de Sergipe – Brasil

Barbara Nascimento Santos   

Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Biodiversidade, Universidade Federal de Sergipe- Brasil

Gabriel Oliveira Martins   

Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Biodiversidade, Universidade Federal de Sergipe - Brasil,

José Jairo Florentino Cordeiro Junior   

Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Biodiversidade, Universidade Federal de Sergipe- Brasil

Gustavo Hugo Ferreira de Oliveira   

Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Biodiversidade, Universidade Federal de Sergipe- Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.727 



Resumo: O machine learning (ML) é um ramo da Inteligência Artificial, que pode ser utilizada com o imageamento por drone para realizar a predição de produtividade de grão do milho. Objetivou-se avaliar o desempenho dos modelos de regressão na predição da produtividade de grãos de milho e selecionar a época ideal para o voo. O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2022, com 50 genótipos de milho. A produtividade foi avaliada manualmente após a colheita das espigas de cada parcela, teve suas espigas, debulhadas, pesadas e ajustadas para a umidade de 13%. Foram realizados dois voos em três altitudes diferentes (40, 60 e 80 m). Os modelos foram comparados utilizando o coeficiente de determinação (R^2), raiz do erro quadrado médio (RMSE) e o erro absoluto médio (MAE). O RF exibiu desempenho superior, apresentando um RMSE de 467 kg ha⁻¹ e um coeficiente de determinação R^2 de 0,70, para uma altitude de 60 m. A melhor época de voo para predição é de 27 dias após o plantio com altitude de 60 m. O modelo RF é modelo mais indicado para predição de produtividade de grãos por imagem.

Palavras-chave: Aprendizado de máquina, Sensor RGB, *Zea mays* L.

1 INTRODUÇÃO

O surgimento do aprendizado de máquina, integrada a sensores, robôs e computação de alto desempenho, introduz uma nova perspectiva em vários segmentos na agricultura de precisão e na agricultura sustentável (Liakos *et al.*, 2018). A predição do rendimento de produtividade de uma cultura é um segmento que envolve fatores complexos somados com várias fontes de dados (He *et al.*, 2023). Essa integração gera um grande volume de dados que podem ser utilizados na predição de rendimento (Cravero; Sepúlveda, 2021).

O processamento desses dados se dá por meio do aprendizado de máquina, ramo da inteligência artificial, que visa treinar máquinas sem serem programadas (Liakos *et al.*, 2018), sempre aprendendo com as novas informações e sendo expandida com resultados anteriores (Mahadevkar *et al.*, 2022). A visão computacional juntamente com o aprendizado de máquina, são amplamente aplicados na agricultura, e tem a capacidade de coletar e transmitir dados com base na cor das plantas e interpretá-los com base nos resultados anteriores e atuais, visando encontrar padrões para ter a capacidade de prever (Cheng; Yu, 2019; Mahadevkar *et al.*, 2022).

A metodologia do aprendizado de máquina é um processo de aprendizagem que se baseia no banco de dados submetido, podendo ser constituído pelos mais diversos atributos, como ordinal ou numérico, nominal ou binário (Liakos *et al.*, 2018). O aprendizado de máquina é classificado em diferentes categorias, que vai depender do tipo de aprendizado como o supervisionado e o não supervisionado, e com o tipo de modelo de aprendizagem como a regressão, classificação e agrupamento (Liakos *et al.*, 2018).

A captura de imagens RGB de alta resolução por veículos aéreos não tripulados, tem grande potencial de aplicação na agricultura de precisão (Mollick; Azam; Karim, 2023). A partir das imagens de alta resolução e o processamento na visão computacional, é possível obter os índices de vegetação através da estimativa da cobertura vegetal (Wang *et al.*, 2022). Nesse contexto, a

integração entre o aprendizado de máquina, visão computacional, modelos de regressão e a obtenção de imagens aéreas, tem grande potencial na predição da produtividade da cultura cultivada e ter-se possibilidade de prevenção e estimativa antes da colheita. Portanto, nesse trabalho objetivou-se avaliar o desempenho dos modelos de regressão na predição da produtividade de grãos de milho e selecionar a época ideal para o voo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2022 na fazenda experimental da Embrapa unidade semiárido, localizada entre os municípios de Graccho Cardoso (10°13'36" S 37°11'54" O e 242 m), Feira Nova (10° 15' 56" S 37° 18' 44" O e 250 m) e Nossa Senhora da Glória (10°13'06" S 37°25'13" O e 291 m), Sergipe. O clima local predominante é a “As” caracterizado como tropical quente e seco (Alvares *et al.*, 2013), com precipitação de 700 mm anual, entre a primavera e verão com um período seco, e entre o outono e inverno com período chuvoso.

2.2 Delineamento Experimental e material genético

Foram utilizados 50 genótipos de milho experimentais e comerciais, oriundos de parceria com a Embrapa Milho e Sorgo. O experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados (DBC) com duas repetições. As parcelas experimentais foram constituídas por duas linhas de 5 m, com espaçamento entre plantas de 0,20 m e entre linha 0,70 m, totalizando uma população de 50 plantas por parcela.

2.4 Avaliação, coleta, processamento de imagem e análise de dados

A produtividade de grãos em kg ha⁻¹ das parcelas foi estimada após a colheita, cada parcela, teve suas espigas debulhadas, pesadas e ajustadas a umidade de 13%, sendo utilizado pelo método de Zuber (Zuber, 1945). Para auxílio na coleta de todos os dados foi utilizado o aplicativo Caderno de Campo (fieldbook).

A área experimental foi delimitada utilizando o GPS/RTK, da marca FOIF modelo – A60, com tecnologia GNSS, marcando os pontos de controle, para corrigir as coordenadas no processamento de imagens, com o intuito de correção de possíveis erros. Para a coleta de imagens foi utilizado um drone de modelo Mavic Pro 2 acoplado com um sensor RGB. Os voos foram realizados entre 11h e 13h, com três alturas para cada voo realizado (Tabela 1).

Tabela 1 – Datas de voos e captura de imagens do experimento na fazenda experimental da Embrapa semiárido, em Nossa Senhora da Glória, safra de 2022.

Nº	Data	Altitude (m)	DAP
1	14/07/2022	40/60/80	27
2	02/08/2022	40/60/80	46

Nota: Nº Número de voos; DAP: Dias após o plantio

Fonte: Autores, 2022.

Para o processamento das imagens foi utilizado o programa *Agisoft Metashape* Professional. As imagens foram alinhadas e posteriormente adicionado os pontos de controles para calibração do georreferenciamento das fotos. Após a correção, foi seguido o fluxo de trabalho dentro programa para gerar os ortomosaicos e extrair os índices de vegetação utilizando o pacote FIELDimageR (Matias; Caraza-Harter; Endelman, 2020). Com auxílio da IDE RStudio, foram extraídos 10 índices de vegetação (Tabela 2).

Tabela 2 – Datas de voos e captura de imagens do experimento na fazenda experimental da Embrapa semiárido, em Nossa Senhora da Glória, safra de 2022.

Índices de Vegetação	Equação ¹	Referência
<i>Brightness Index</i> (BI)	$((R^2 + G^2 + B^2) / 3)^{0,5}$	Richardson e Wiegand (1977)
BLUE	B	-
<i>Combined indices 1</i> (COM1)	ExG + CIVE + ExGR + VEG	Guijarro <i>et al.</i> (2011)
<i>Excess green minus excess red vegetation index</i> (ExGR)	$((3 * G) - (2.4 * R) - B)$	Camargo Neto (2004)
<i>Excess red vegetation index</i> (ExR)	$((1.4 * R) - G)$	Meyer <i>et al.</i> (1998)
<i>Green red difference</i> (GRD)	G - R	-
GREEN	G	-
<i>Modified Excess Green Index</i> (MExG)	$((1.262 * G) - (0.884 * R) - (0.311 * B))$	Burgos-Artizzu <i>et al.</i> (2011)
RED	R	-
<i>Triangular Greenness Index</i> (TGI)	$(G - ((0.39 * R) - (0.69 * B)))$	Hunt Jr <i>et al.</i> (2011)

Nota: ¹R= Banda do Vermelho; G= Banda do Verde; B= Banda do Azul.

Fonte: Autores, 2022.

Para a análise de dados foi extraído os *Best Linear Unbiased Prediction* (BLUPs) temporais utilizando a metodologia de Adak (2021), que posteriormente foram utilizados como componentes de predição. Para a predição via machine learning, foi utilizado o pacote caret e a função train(), no software Rstudio. Os dados foram separados em 80% para treinamento e 20% para validação.

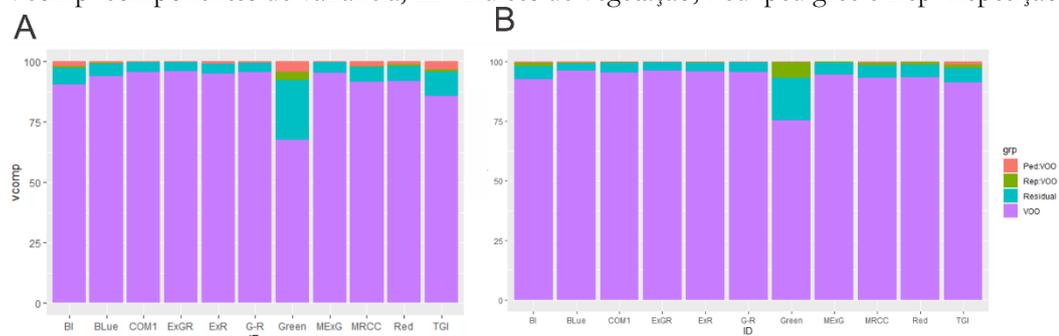
Para avaliar o desempenho dos modelos de aprendizado de máquina *Random Forest* (RF) e *Least Angle Regression* (LARS), foi avaliado a raiz do erro do quadrado médio (RMSE), erro absoluto (MAE) e o coeficiente de determinação (R^2), calculados a partir dos rendimentos preditos e o banco de dados observado. O MAE é uma métrica que mede a média absoluta, na diferença entre os valores previsto e observados, então quanto maior for o MAE maior será a discrepância entre a variável predita e o valor observado, resultando em um aumento do RMSE e uma diminuição no

R^2 (Han *et al.*, 2020). Portanto modelos com valores elevados de MAE e RMSE, juntamente com valores de R^2 baixo, caracteriza como modelos de menor precisão de robustez.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para avaliar a variável voo, os componentes de variância foram decompostos para cada característica de predição. O componente voo explicou até 96,04 % e 67,64 % da variabilidade para os índices ExGR e Green, respectivamente, na altitude de 60 m e 96,05 % e 75,40 % para o índice ExGR e o Green, respectivamente, em uma altitude de 80 m (Figura 1). Essa variação explica a maior parte da variação fenotípica observada no experimento. Nos resultados de Adak *et al.* (2021), dentre os componentes de variância, voo apresentou a maior variância, com 98% e 41% para as características predictoras. Esses resultados apontam que o uso de imagens aérea apresenta efetividade na extração de informações que explicam a variabilidade experimental.

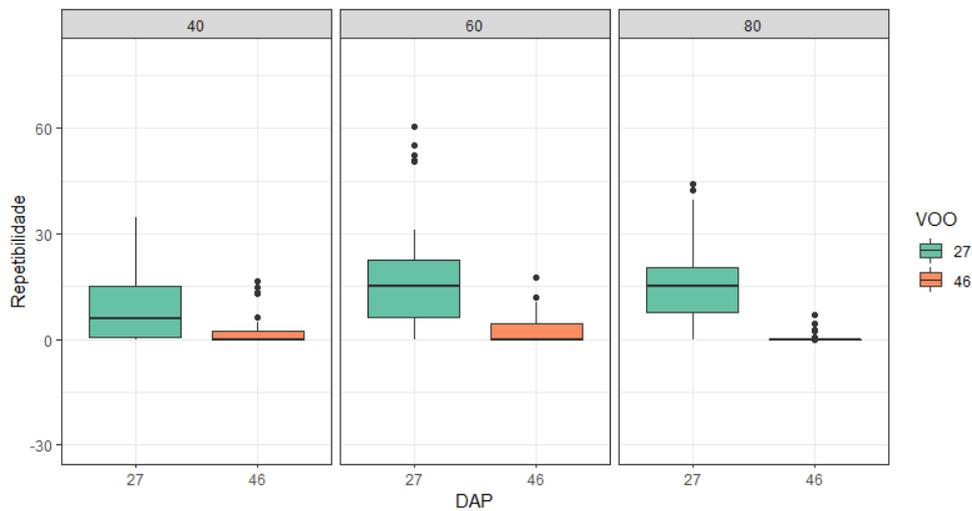
Figura 1 – Componente de variância para cada fator do modelo de predição para o voo de 60 m e 80m. Vcomp: componentes de variância; ID: índices de vegetação; Ped: pedigree e Rep: Repetição.



Fonte: Autores, 2022.

Observou-se no estudo da repetibilidade e estabilidade dos índices de vegetação, para seleção da melhor altitude de voo que o ponto em 27 dias após plantio, apresentou a maior uniformidade da repetibilidade para as três altitudes, variando entre 0 e 0,35, 0 e 0,61 e 0 a 0,44 para 40, 60 e 80 m respectivamente (figura 2). Esse resultado indica que o voo a 60 m apresentou o maior índice de repetibilidade, sendo o mais indicado para predição.

Figura 2 – Identificação da melhor Data de Voo após Plantio (DAP) para obtenção de altos valores de repetibilidade dos índices de vegetação em relação as altitudes de voo.

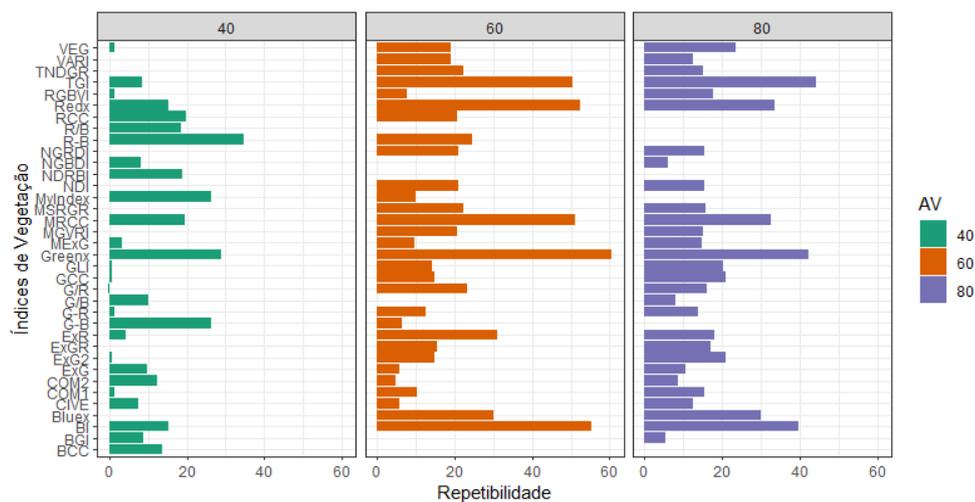


Fonte: Autores, 2022.

O aprendizado de máquina aprende de acordo com os dados que são submetidos, nesse contexto é imprescindível a escolha de variáveis preditoras consistentes (Anderson *et al.*, 2019). Dessa forma, as variáveis foram determinadas com base em sua alta repetibilidade ao longo dos voos e nos índices de vegetação.

A Figura 3 revela que os voos a uma altura de 60 e 80 m, apresentou os melhores valores de repetibilidade e mais representativos para os índices de vegetação. Para os voos de altitude de 60 e 80 m, os índices de vegetação em destaque, nomeados como BI, Blue, COM1, ExGR, ExR, Green MExG, Red e TGI, foram selecionados apresentando repetibilidade variando entre 0,61 a 0,08 e 0,44 a 0,15 para as altitudes de 60 e 80 m respectivamente. A variação das repetibilidade é explicada pelo componente voo, que tem bastante interferência na extração das repetibilidades (Figura 3).

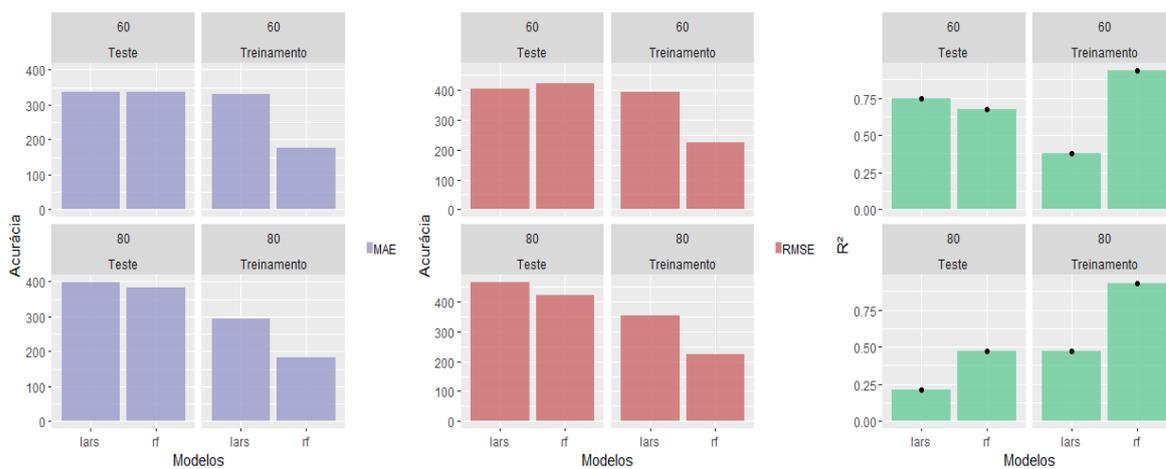
Figura 3 – Identificação dos índices de vegetação com os maiores valores de repetibilidade para cada altitude de voo em 27 DAP.



Fonte: Autores, 2022.

No voo a uma altitude de 60 m, o MAE variou de 177,98 a 336,72 kg ha⁻¹, o RMSE variou de 223,53 a 405,34 kg ha⁻¹ e o R² variou entre 0,93 e 0,37 conforme ilustrado na figura 4. Para o voo de altitude 80 m o MAE variou de 182,06 a 398,59 kg ha⁻¹, o RMSE variou de 225,74 a 465,84 kg ha⁻¹ e o R² variou entre 0,21 a 0,92 conforme ilustrado na figura 4.

Figura 4 – Desempenho dos modelos de aprendizagem de máquina para altura de 60 e 80 m. RF: Random Forest; LARS: Least Angle Regression; RMSE: raiz do erro do quadrado médio; MAE: erro absoluto médio e R²: Coeficiente de determinação.



Fonte: Autores, 2022.

Nos voos de altitude de 60 e 80 m, os modelos apresentaram métricas favoráveis para previsão da produtividade. O modelo RF apresentou maior precisão e robustez para predição comparado com LARS. Resultados semelhantes foram citados no trabalho de Li *et al.* (2023), em que o RF exibiu desempenho superior, apresentando um RMSE de 467 kg/ha e um coeficiente de determinação R² de 0,70. O modelo RF tem a capacidade de diferenciar as relações não

paramétricas ou não lineares entre os valores observados e os valores preditos, caracterizando-o como um modelo confiável e estável.

Esses resultados oferecem promissoras perspectivas para a predição da produtividade do milho antes da sua maturidade fisiológica, por meio de análise de imagens capturadas por drones. Especialmente quando associados à altura ótima de 60 m e ao emprego de modelos de *machine learning* mais apropriados, eles demonstram ser precisos e robustos.

4 CONCLUSÃO

A melhor época de voo para predição é de 27 dias após o plantio com altitude de 60 m. O modelo RF é modelo mais indicado para predição de produtividade de grãos por imagem.

Agradecimentos

À Universidade Federal de Sergipe (UFS), ao Grupo de Estudos em Melhoramento Vegetal do Semiárido e a EMBRAPA- Semiárido.

REFERÊNCIAS

ADAK, A.; MURRAY, S. C.; BOŽINOVIĆ, S.; LINDSEY, R.; NAKASAGGA, S., CHATTERJEE, S.; & WILDE, S. Temporal vegetation indices and plant height from remotely sensed imagery can predict grain yield and flowering time breeding value in maize via machine learning regression. **Remote Sensing**, v. 13, n. 11, p. 1-21, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs13112141>.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

ANDERSON, S. L.; MURRAY, S. C.; MALAMBO, L.; RATCLIFF, C.; POPESCU, S.; COPE, D.; CHANG, A.; JUNG, J.; THOMASSON, J. A. Prediction of Maize Grain Yield before Maturity Using Improved Temporal Height Estimates of Unmanned Aerial Systems. **The Plant Phenome Journal**, v. 2, n. 1, p. 1-15, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.2135/tppj2019.02.0004>.

CHENG, L.; YU, T. A new generation of AI: A review and perspective on machine learning technologies applied to smart energy and electric power systems. **International Journal of Energy Research**, v. 43, n. 6, p. 1928–1973, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/er.4333>.

CRAVERO, A.; SEPULVEDA, S. Use and Adaptations of Machine Learning in Big Data—Applications in Real Cases in Agriculture. **Electronics**, v. 10, n. 5, p. 1-32, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/electronics10050552>.

HAN, J.; ZHANG, Z.; CAO, J.; LUO, Y.; ZHANG, L.; LI, Z.; ZHANG, J. Prediction of Winter Wheat Yield Based on Multi-Source Data and Machine Learning in China. **Remote Sensing**, v. 12, n. 2, p. 1-22, 2020. <http://dx.doi.org/10.3390/rs12020236>.

HE, Y.; QIU, B.; CHENG, F.; CHEN, C.; SUN, Y.; ZHANG, D.; LIN, L.; XU, A. National Scale Maize Yield Estimation by Integrating Multiple Spectral Indexes and Temporal Aggregation. **Remote Sensing**, v. 15, n. 2, p. 1-22, 2023. <http://dx.doi.org/10.3390/rs15020414>.

LI, Z.; CHEN, Z.; CHENG, Q.; FEI, S.; ZHOU, X. Deep Learning Models Outperform Generalized Machine Learning Models in Predicting Winter Wheat Yield Based on Multispectral Data from Drones. **Drones**, v. 7, n. 8, p. 1-25, 2023. <http://dx.doi.org/10.3390/drones7080505>.

LIAKOS, Konstantinos; BUSATO, Patrizia; MOSHOU, Dimitrios; PEARSON, Simon; BOCHTIS, Dionysis. Machine Learning in Agriculture: a review. **Sensors**, v. 18, n. 8, p. 1-29, 2018. <http://dx.doi.org/10.3390/s18082674>.

MATIAS, F. I.; CARAZA-HARTER, M. V.; ENDELMAN, J. B.. FIELDImageR: an r package to analyze orthomosaic images from agricultural field trials. **The Plant Phenome Journal**, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2020. <http://dx.doi.org/10.1002/ppj2.20005>.

MAHADEVKAR, S. V.; KHEMANI, B.; PATIL, S.; KOTTECHA, K.; VORA, D. R.; ABRAHAM, A.; GABRALLA, L. A. A Review on Machine Learning Styles in Computer Vision—Techniques and Future Directions. **Ieee Access**, v. 10, p. 107293-107329, 2022. <http://dx.doi.org/10.1109/access.2022.3209825>.

MOLLICK, T.; AZAM, M. G.; KARIM, S. Geospatial-based machine learning techniques for land use and land cover mapping using a high-resolution unmanned aerial vehicle image. **Remote Sensing Applications**, v. 29, p. 100859, 2023. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rsase.2022.100859>.

WANG, N.; GUO, Y.; WEI, X.; ZHOU, M.; WANG, H.; BAI, Y. UAV-based remote sensing using visible and multispectral indices for the estimation of vegetation cover in an oasis of a desert. **Ecological Indicators**, v. 141, p. 1-14, 2022. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109155>.

ZUBER, M. S. Relative Efficiency of Incomplete Block Designs Using Corn Uniformity Trial Data 1. **Agronomy Journal**, v. 34, n. 1, p. 30-47, 1942. <http://dx.doi.org/10.2134/agronj1942.00021962003400010004x>.

CAPÍTULO 18

AGENTES BACTERIANOS NO BIOCONTROLE DA PODRIDÃO CINZENTA EM MORANGUEIROS

Alessandra Russi   

Universidade de Caxias do Sul – UCS, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.728 



Resumo: A podridão cinzenta é uma doença pós-colheita causada pelo fungo *Botrytis cinerea* que ocasiona significativas perdas na produção de morangos. Enquanto o uso de fungicidas sintéticos afeta negativamente o meio ambiente e a saúde humana, o controle biológico representa uma alternativa sustentável para o manejo desta doença. No entanto, o desenvolvimento de bioinsumos voltados ao controle de doenças fúngicas tem se restringido a bactérias pertencentes ao gênero *Bacillus*. Diante disso, esta revisão teve como objetivo examinar estudos desenvolvidos nos últimos dez anos, com foco no uso de diferentes agentes bacterianos destinados ao controle da podridão cinzenta em morangueiros, bem como avaliar seus principais mecanismos de ação, formas de aplicação e estratégias para melhorar sua eficácia. A pesquisa revelou que vários gêneros de bactérias (*Bacillus*, *Burkholderia*, *Lactobacillus*, *Pantoea* e *Streptomyces*) são capazes de reduzir a incidência e a severidade da podridão cinzenta tanto em morangos quanto em morangueiros mantidos sob condições de estufa e a campo. Somado a isso, o potencial inibidor desses bioagentes pode ser otimizado por meio do uso de consórcios microbianos e da aplicação de compostos adjuvantes, representando uma ferramenta valiosa para o manejo pré e pós-colheita da podridão cinzenta na cultura do morangueiro.

Palavras-chave: Antagonismo. Bioagentes. *Botrytis cinerea*. Consórcio de micro-organismos.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do morango vem ganhando destaque na fruticultura brasileira. O país é o principal produtor de morangos na América do Sul e está entre os dez maiores produtores mundiais desta fruta. Os estados de Minas Gerais, Paraná, São Paulo, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Espírito Santo são os principais responsáveis por essa produção (Bonow *et al.*, 2023). No entanto, o cultivo do morango enfrenta sérios desafios relacionados às perdas na etapa de pós-colheita, as quais são decorrentes de doenças fúngicas, como a podridão cinzenta (De Moura *et al.*, 2021; Yu *et al.*, 2021).

A podridão cinzenta, também conhecida como mofo cinzento, é uma das doenças pós-colheita mais graves e disseminadas globalmente, cujo agente causal é o fungo *Botrytis cinerea* [teleomorfo: *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzell] (Toral *et al.*, 2018; De Moura *et al.*, 2021). Este patógeno pode causar perdas na produção superiores a 50% em condições ambientais favoráveis (Hassan *et al.*, 2021). A infecção afeta tanto morangueiros quanto pseudofrutos após a colheita, ocorrendo por meio da ação mecânica e enzimática do fungo, ou ainda, através de ferimentos e aberturas naturais, como lenticelas, estômatos, nectários florais e hidatódios. Quando o patógeno infecta as plantas a campo, ele pode permanecer quiescente nos tecidos do morangueiro até que as condições de temperatura e umidade sejam adequadas para a ocorrência da doença (Chen *et al.*, 2020). Somado a isso, morangos se tornam mais suscetíveis à infecção após a colheita em decorrência de mudanças bioquímicas e fisiológicas envolvidas no processo de maturação e de injúrias causadas durante o manuseio, armazenamento e transporte (Chen *et al.*, 2020; Hassan *et al.*, 2021).

O patógeno induz um estado necrotrófico nos tecidos infectados pela secreção de compostos fitotóxicos e enzimas hidrolíticas que estão envolvidas na degradação das paredes

celulares da planta (Toral *et al.*, 2018). Os sintomas da doença podem aparecer em todas as fases do desenvolvimento do morangueiro, variando de podridão de raízes e caules a manchas marrons em flores e frutos que evoluem para uma massa pulverulenta e acinzentada de micélio fúngico. Nesse ponto, os morangos se tornam apodrecidos, moles e desidratados, causando perdas na qualidade dos pseudofrutos e, até mesmo, a morte da planta (Toral *et al.*, 2018; De Moura *et al.*, 2021).

Métodos tradicionais de controle da podridão cinzenta envolvem, principalmente, a aplicação de fungicidas que promovem significativos impactos ambientais, seleção de patógenos resistentes e contaminação de pseudofrutos com resíduos químicos (De Moura *et al.*, 2021). Em resposta a essa situação, estratégias alternativas e sustentáveis para o manejo dessa doença vêm sendo exploradas. Assim, agentes bacterianos despontam como candidatos promissores, uma vez que podem apresentar atributos como capacidade de formar estruturas de resistência conhecidas como endósporos, colonizar tecidos vegetais interna e externamente e suprimir patógenos por meio de uma grande diversidade de mecanismos, reduzindo a seleção de patógenos resistentes (Toral *et al.*, 2018; Chen *et al.*, 2019; Wang *et al.*, 2021).

Nesse contexto, o objetivo desta revisão foi realizar uma análise abrangente de estudos envolvendo a aplicação de agentes bacterianos para o controle da podridão cinzenta em morangueiros. Além de identificar e avaliar pesquisas relevantes, buscamos compreender os principais mecanismos envolvidos na supressão desse patógeno, determinar formas de aplicação e examinar estratégias destinadas a potencializar sua eficácia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A revisão da literatura foi realizada por meio da busca de artigos científicos em diversas bases de dados, tais como Science Direct, Lilacs e PubMed, no período de 2013 a 2023. A pesquisa foi direcionada por descritores como “strawberry”, “biocontrol”, “biological control”, “bacterial agents”, “antagonistic bacteria”. A seleção dos estudos se restringiu a trabalhos que abordavam o controle biológico da podridão cinzenta em pseudofrutos e plantas de morangueiros, empregando bactérias antagonistas. Adicionalmente, foi realizada uma pesquisa empregando as seguintes expressões “enhancing biocontrol efficacy”, “bacterial consortium”, “bioagents consortium”, “prebiotics” e “combined treatments” visando avaliar estudos descrevendo estratégias para otimizar o potencial de biocontrole dessas bactérias em morangueiros. Nessa segunda análise foram utilizadas as mesmas bases de dados previamente mencionadas, sem restrição quanto ao período de busca em decorrência do número limitado de artigos encontrados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa resultou em um total de 14 artigos que reportaram o uso de cinco gêneros bacterianos (*Bacillus*, *Burkholderia*, *Lactobacillus*, *Pantoea* e *Streptomyces*) no controle da podridão cinzenta em morangueiros. Contudo, na maioria dos trabalhos foram empregadas as espécies do gênero *Bacillus*, conforme pode ser visualizado no Quadro 1. De acordo com esses estudos, *B. amyloliquefaciens* cepas BUZ14 e Bc2 (Calvo *et al.*, 2019; Es-Soufi *et al.*, 2020), *B. halotolerans* KLBC XJ-55 (Wang *et al.*, 2021), *B. safensis* B3 (Hassan *et al.*, 2021), *B. subtilis* cepas 26 e 29, *B. cereus* cepas 69 e 132 (De Moura *et al.*, 2021) e *Streptomyces* sp. cepas 3-10 e S97 (Lyu *et al.*, 2017; Ayed *et al.*, 2021) promoveram uma inibição da doença superior a 70%.

As bactérias antagonistas foram utilizadas, principalmente, na forma de uma suspensão de células vegetativas aplicada em frutos. Metabólitos (Lyu *et al.*, 2017; Toral *et al.*, 2018; Calvo *et al.*, 2019) e compostos orgânicos voláteis (Ayed *et al.*, 2021) produzidos por agentes bacterianos também foram empregados no controle da podridão cinzenta. Somado a isso, tratamentos com extrato de cultivo (Lyu *et al.*, 2017; Wang *et al.*, 2018; Chen *et al.*, 2019) e filtrado bacteriano (Calvo *et al.*, 2019; Chen *et al.*, 2019) levaram à inibição do patógeno em morangos. O emprego de metabólitos e filtrados bacterianos apresenta a vantagem de possibilitar a otimização das condições de sua produção. Em contrapartida, em ambientes naturais, a síntese desses compostos pode ser influenciada por diversos fatores, resultado em concentrações finais reduzidas. No entanto, a produção comercial desses compostos geralmente implica em custos mais elevados do que a produção dos agentes bacterianos (Calvo *et al.*, 2019).

Quadro 1 - Agentes bacterianos empregados no controle da podridão cinzenta em morangos.

Agente bacteriano	Forma de aplicação	Inibição	Referência
<i>Streptomyces</i> S97	Compostos voláteis em frutos	87,0% (ID*)	Ayed <i>et al.</i> (2021)
<i>Bacillus safensis</i> B3	Suspensão bacteriana e óleo uropigial em frutos (em combinação ou isoladamente)	86,5% bactérias (SD**), 77,3% bactérias e óleo uropigial (SD)	Hassan <i>et al.</i> (2021)
<i>Bacillus subtilis</i> 26 e 29, <i>B. cereus</i> 69 e 132, <i>Pantoea</i> sp. MQT16M1	Suspensão bacteriana em frutos	70,8 a 90,0% (ID)	De Moura <i>et al.</i> (2021)
<i>Bacillus cereus</i> AR156	Suspensão bacteriana em frutos	35,0% (DL***)	Yu <i>et al.</i> (2021)
<i>Bacillus halotolerans</i> KLBC XJ-5	Suspensão bacteriana em frutos	93,3% (ID), 24,8% (DL)	Wang <i>et al.</i> (2021)
<i>Lactobacillus plantarum</i> CM-3w	Suspensão bacteriana em frutos	23,3% a 75,0% (ID)	Chen <i>et al.</i> (2020)
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> Bc2	Suspensão bacteriana no solo	100% (ID)	Es-Soufi <i>et al.</i> (2020)
<i>Bacillus velezensis</i> XT1 (CECT 8861T)	Suspensão bacteriana em aplicações foliares e no solo	50,0% (ID) e 60,0% (SD)	Toral <i>et al.</i> (2020)

Agente bacteriano	Forma de aplicação	Inibição	Referência
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> RS-25, <i>B. licheniformis</i> MG-4, <i>B. subtilis</i> Z-14, <i>B. subtilis</i> Pnf-4	Suspensão, extrato e filtrado bacterianos em frutos	55,1% a 82,1% (ID)	Chen <i>et al.</i> (2019)
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> BUZ-14	Filtrado e metabólitos bacterianos em frutos	76,6% filtrado (DL) e 72,6% metabólitos (DL)	Calvo <i>et al.</i> (2019)
<i>B. velezensis</i> XT1 (CECT 8861T)	Metabólitos bacterianos em frutos	12,0% (ID)	Toral <i>et al.</i> (2018)
<i>Burkholderia contaminans</i> B-1	Suspensão e extrato bacterianos em frutos	66,7% suspensão (ID) e 77,4% fermentado (ID)	Wang <i>et al.</i> (2018)
<i>Streptomyces</i> sp. 3-10	Metabólitos e extrato bacterianos em frutos	78,8% a 100% metabólitos e 78,8% a 100% extrato (ID)	Lyu <i>et al.</i> (2017)
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> FZB42, <i>Aureobasidium pullulans</i> SDM 14940 e SDM 14941, <i>Beauveria bassiana</i> ATCC 74040	Consórcio microbiano com aplicação foliar a campo	34,0% a 35,0% (ID) primeiro ano e 38,0% a 45,0% (ID) segundo ano	Sylla <i>et al.</i> (2015)

*ID = incidência da doença, **SD = severidade da doença, ***DL = diâmetro da lesão.

Fonte: Autora, 2024.

Por outro lado, o emprego de suspensões bacterianas possui alguns benefícios em relação ao uso de metabólitos ou filtrados de cultivo, uma vez que esses micro-organismos possuem mecanismos diretos e indiretos de ação contra os fitopatógenos. Dentre os mecanismos diretos destacam-se a competição por espaço e nutrientes, o hiperparasitismo, a síntese de compostos antimicrobianos e compostos orgânicos voláteis, a produção de biossurfactantes e sideróforos (Toral *et al.*, 2020; De Moura *et al.*, 2021). Além disso, as bactérias antagonistas apresentam mecanismos indiretos de supressão de patógenos, por meio da indução da resistência sistêmica em plantas (Calvo *et al.*, 2019; Yu *et al.*, 2021).

Estudos têm revelado que algumas cepas bacterianas, principalmente pertencentes ao gênero *Bacillus*, apresentam potencial de sintetizar uma ampla variedade de metabólitos secundários, incluindo bacteriocinas, lipopeptídeos cíclicos, peptídeos lineares e policetídeos (Wang *et al.*, 2021). As bacteriocinas são peptídeos com ação antibacteriana produzidos ribossomicamente, tais como: subtilinas, que causam danos celulares; amilociclinas, que inibem o desenvolvimento de bactérias; e mersacidinas, que interferem na formação da parede celular fúngica. Os lipopeptídeos não-ribossomais incluem compostos como fengicina e iturina, que inibem a formação de membranas celulares em fungos patogênicos e surfactinas, que estão envolvidas na formação de biofilmes (Toral *et al.*, 2018; Calvo *et al.*, 2019). Além disso, a produção de compostos orgânicos voláteis também pode reduzir o crescimento de fitopatógenos por meio da indução de alterações morfológicas em apressórios e esporos (Chen *et al.*, 2019).

O hiperparasitismo ocorre por meio da produção de enzimas líticas, tais como quitinases e glucanases, que podem degradar os componentes estruturais da parede celular de fungos fitopatogênicos. Algumas cepas de *Streptomyces*, além de sintetizarem potentes antimicrobianos, como a estreptomicina e a reveromicina, são capazes de controlar patógenos por hiperparasitismo (Lyu *et al.*, 2017). Outros agentes bacterianos, como *B. safensis* B3, também produzem quitinases, lipases e proteases envolvidas no biocontrole da podridão cinzenta (Hassan *et al.*, 2021). Por fim, os bioagentes podem sintetizar sideróforos que quelam ferro, restringindo o desenvolvimento de fitopatógenos (Chen *et al.*, 2019).

De acordo com os estudos avaliados nesta revisão, o tratamento de pseudofrutos foi a principal forma de aplicação desses agentes bacterianos. Tratamentos pós-colheita possibilitam inibir o desenvolvimento de patógenos e, ao mesmo tempo, reduzir a deterioração de frutos durante o armazenamento (Wang *et al.*, 2021). Diferentemente, a inoculação de agentes bacterianos em morangueiros contribui para estimular o crescimento vegetal, por meio da solubilização de nutrientes e da síntese de reguladores de crescimento vegetal como auxinas, citocininas e giberelinas (De Moura *et al.*, 2021). Diante disso, Toral *et al.* (2020) destacaram que, enquanto o tratamento pré-colheita via foliar resultou em uma maior inibição do patógeno, a aplicação radicular não apenas controlou a doença, mas também aumentou a biomassa da planta.

Em relação às estratégias destinadas a otimizar a eficácia de agentes bacterianos no controle da podridão cinzenta, foram encontrados dois estudos envolvendo o uso de consórcios microbianos e um trabalho sobre o uso combinado de óleo uropigial com uma bactéria antagonista. Embora seja produzido por aves para lubrificação das penas, o óleo uropigial apresenta ação inibitória sobre diversos micro-organismos. De acordo com um estudo conduzido por Hassan *et al.* (2021), tanto a utilização do óleo uropigial quanto da bactéria *B. safensis* B3, de forma isolada, reduziram a severidade da podridão cinzenta causada por *Botrytis cinerea* Str5 em morangos. No entanto, a associação de óleo uropigial com a bactéria levou a uma menor redução da severidade da podridão cinzenta 77,3% em relação ao tratamento apenas com o agente bacteriano (86,5%) ou apenas com o óleo vegetal (87,3%).

Em relação à associação de bioagentes, Guetsky *et al.* (2001) avaliaram a ação consorciada de *B. mycoides* B16 com a levedura *Pichia guilhermondii* Y2 no controle de *Botrytis cinerea* em morangos. Os autores verificaram que a supressão do patógeno variou de 38 a 98% quando os antagonistas foram aplicados isoladamente, enquanto a aplicação do consórcio microbiano reduziu a incidência da doença de 80 a 99,8%. Isso demonstra que o uso de agentes de controle biológico com distintas características e requisitos ambientais pode otimizar a capacidade inibitória e reduzir variabilidade

dos tratamentos, devido à colonização de vários tecidos e ao desenvolvimento de interações sinérgicas ou complementares entre os micro-organismos.

Por outro lado, Sylla *et al.* (2015) analisaram a aplicação individual e combinada dos bioagentes *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42, *Aureobasidium pullulans* DSM 14940 e DSM 14941 e *Beauveria bassiana* ATCC 74040 no controle da podridão cinzenta em morangueiros mantidos a campo. De acordo com os autores, o uso consorciado de micro-organismos promoveu um maior biocontrole do que aplicação isolada desses agentes em dois anos de realização do experimento. Contudo, uma combinação distinta desses agentes de controle biológico apresentou uma maior inibição do patógeno em cada um desses anos. Tal resultado se deve a ocorrência de distintas condições meteorológicas, da pressão de inóculo e da interação com a microbiota local.

4 CONCLUSÃO

O biocontrole pode ser empregado com sucesso no manejo da podridão cinzenta em morangueiros por meio da utilização de bactérias antagonistas com diferentes características e mecanismos de ação, minimizando a seleção de patógenos resistentes e contribuindo para a indução de defesas e para o estímulo ao crescimento vegetal. Esses agentes bacterianos representam uma ferramenta valiosa e promissora para o controle da podridão cinzenta, tanto em condições de campo quanto após a colheita dos morangos. Além disso, o potencial inibitório desses agentes de controle biológico pode ser otimizado por meio do uso de consórcio microbianos e de substâncias adjuvantes.

REFERÊNCIAS

- AYED, A.; KALAI-GRAMI, L.; SLIMENE, I.; CHAOUACHI, M.; MANKAI, H.; KARKOUCH, I.; DJEBALI, N.; ELKAHOUI, S.; TABBENE, O.; LIMAM, F. Antifungal activity of volatile organic compounds from *Streptomyces* strain S97 against *Botrytis cinerea*. **Biocontrol Sci Technol**, v. 31, p. 1330-1348, 2021. DOI 10.1080/09583157.2021.1947982.
- BONOW, S.; ANTUNES, L. E. C.; SCHWENGBER, J. E.; RUFINO FERNANDO FLORES CANTILLANO, R. F. F.; UENO, B. Opção para morangos. **Cultivar HF**, v. 23, n. 143, p. 26-28, 2023.
- CALVO, H.; MENDIARA, I.; ARIAS, E.; BLANCO, D.; VENTURINI, M. E. The role of iturin A from *B. amyloliquefaciens* BUZ-14 in the inhibition of the most common postharvest fruit rots. **Food Microbiol**, v. 82, p. 62-69, 2019. DOI 10.1016/j.fm.2019.01.010.
- CHEN, C.; CAO, Z.; LIA, J.; TAO, C.; FENG, Y.; HAN, Y. A novel endophytic strain of *Lactobacillus plantarum* CM-3 with antagonistic activity against *Botrytis cinerea* on strawberry fruit. **Biol Control**, v. 148, e104306, 2020. DOI 10.1016/j.biocontrol.2020.104306.

CHEN, X.; WANG, Y.; GAO, Y.; GAO, T.; ZHANG, D. Inhibitory abilities of *Bacillus* isolates and their culture filtrates against the grey mould caused by *Botrytis cinerea* on postharvest fruit. **Plant Pathol J**, v. 35, p. 425-436, 2019. DOI 10.5423/PPJ.OA.03.2019.0064.

DE MOURA, G. G. D.; BARROS, A. V.; MACHADO, F.; MARTINS, D. A.; SILVAM C. M.; DURANGO, L. G. Q.; FORIM, M.; ALVES, E.; PASQUAL, M.; DORIA, J. Endophytic bacteria from strawberry plants control grey mould in fruits via production of antifungal compounds against *Botrytis cinerea*. **Microbiol Res**, v. 251, e126793, 2021. DOI 10.1016/j.micres.2021.126793.

ES-SOUFI, R.; TAHIRI, H.; AZAROUAL, L.; EL OUALKADI, A.; MARTIN, P.; BADOUC, A.; LAMART, A. Biocontrol potential of *Bacillus amyloliquefaciens* Bc2 and *Trichoderma harzianum* TR against strawberry anthracnose under laboratory and field conditions. **Agric Sci**, v. 11, p. 260-277, 2020. DOI 10.4236/as.2020.113017.

GUETSKY, R.; SHTIENBERG, D.; ELAD, Y.; DINOOR, A. Combining biocontrol agents to reduce the variability of biological control. **Phytopathology**, v. 91, n. 7, p. 621-627, 2001. DOI 10.1094/PHTO.2001.91.7.621.

HASSAN, E. A.; MOSTAFA, Y. S.; ALAMRI, S.; HASHEM, M.; NAFADY, N. A. Biosafe management of *Botrytis* grey mold of strawberry fruit by novel bioagents. **Plants**, v. 10, e2737, 2021. DOI 10.3390/plants10122737.

LYU, A.; LIU, H.; CHE, H.; YANG, L.; ZHANG, J.; WU, M.; CHEN, W.; LI, G. Reveromycins A and B from *Streptomyces* sp. 3–10: antifungal activity against plant pathogenic fungi *in vitro* and in a strawberry food model system. **Front Microbiol**, v. 8, e550, 2017. DOI 10.3389/fmicb.2017.00550.

SYLLA, J.; ALSANIUS, B. W.; KRÜGER, E.; WOHANKA, W. Control of *Botrytis cinerea* in strawberries by biological control agents applied as a single or combined treatments. **Eur J Plant Pathol**, v. 143, p. 461-471, 2015. DOI 10.1007/s10658-015-0698-4.

TORAL, L.; RODRÍGUEZ, M.; BÉJAR, V.; SAMPEDRO, I. Antifungal activity of lipopeptides from *Bacillus velezensis* XT1 CECT 8661 against *Botrytis cinerea*. **Front Microbiol**, v. 9, e1315, 2018. DOI 10.3389/fmicb.2018.01315.

TORAL, L.; RODRÍGUEZ, M.; BÉJAR, V.; SAMPEDRO, I. Crop protection against *Botrytis cinerea* by rhizosphere biological control agent *Bacillus velezensis* XT1. **Microorganisms**, v. 8, e992, 2020. DOI 10.3390/microorganisms8070992.

WANG, F.; XIAO, J.; ZHANG, Y.; LI, R.; LIU, L.; DENG, J. Biocontrol ability and action mechanism of *Bacillus halotolerans* against *Botrytis cinerea* causing grey mould in postharvest strawberry fruit. **Postharvest Biol Biotechnol**, v. 174, e111456, 2021. DOI 10.1016/j.postharvbio.2020.111456.

WANG, X.; SHI, J.; WANG, R. Effect of *Burkholderia contaminans* on postharvest diseases and induced resistance of strawberry fruits. **Plant Pathol J**, v. 34, p. 403-411, 2018. DOI 10.5423/PPJ.OA.02.2018.0031.

YU, Y-Y.; DOU, G-X.; SUN, X-X.; CHEN, L.; ZHENG, Y.; XIAO, H-M.; WANG, Y-P.; LI, H-Y.; GUO, J-H.; JIANG, C-H. Transcriptome and biochemical analysis jointly reveal the effects

of *Bacillus cereus* AR156 on postharvest strawberry grey mould and fruit quality. **Front Plant Sci**, v. 12, e700446, 2021. DOI 10.3389/fpls.2021.700446.

CAPÍTULO 19

USO DE ÁCIDO HÚMICO NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA ALFACE LISA “REGINA DE VERÃO”

Fernando Sérgio da Fonseca Machado   

Graduando IF Sudeste MG – campus Barbacena – MG, Brasil

Michelle Oliveira Campagnani   

Pós-Doutorado – Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora – MG, Brasil

Luís Augusto Calsavara Costa   

Bolsista Iniciação Científica CNPq – Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora – MG, Brasil

Laércio de Paula Boratto   

Docente do Departamento de Agronomia IF Sudeste MG – campus Barbacena – MG, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.729 



Resumo: A agricultura brasileira é reconhecida por sua competitividade e contribuição para a geração de empregos, riqueza e produção de alimentos, fibras e bioenergia. O uso do ácido húmico na produção de alface foi investigado devido aos seus benefícios, incluindo melhora na estrutura do solo, aumento da capacidade de troca catiônica (CTC), retenção de água e melhor aproveitamento de nutrientes. O experimento avaliou diferentes doses e métodos de aplicação do ácido húmico em alface, incluindo aplicação foliar e fertirrigação, com diferentes frequências de aplicação. No entanto, a análise estatística utilizando ANOVA e o teste de Scott-Knott não encontrou diferenças significativas entre os tratamentos. As variáveis analisadas incluíram peso total, peso sem raiz, número de folhas e tamanho do caule. Apesar da expectativa de resultados positivos, este estudo não demonstrou diferenças estatísticas entre os tratamentos testados. Esses resultados ressaltam a importância da pesquisa contínua para entender melhor a eficácia de diferentes práticas agrícolas e produtos, visando aprimorar a produtividade e sustentabilidade no setor agrícola.

Palavras-chave: Estimulante vegetal, ácidos orgânicos.

1 INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira é altamente competitiva e contribui significativamente para o crescimento econômico do país, representando 21% do PIB nacional. As hortaliças são cultivadas facilmente, oferecendo uma fonte alternativa de renda para pequenos produtores, especialmente em áreas com propriedades cada vez menores. Esse setor é reconhecido por sua capacidade de gerar empregos, riqueza, alimentos, fibras e bioenergia, tanto para o Brasil quanto para outros países (Brainer, 2019; EMBRAPA, 2020).

A horticultura desempenha um papel crucial na estabilidade e crescimento da agricultura brasileira, atendendo à demanda por alimentos saudáveis e impulsionando a economia. A crescente busca por uma alimentação mais saudável tem impulsionado o setor ao longo dos anos, gerando mais oportunidades de emprego no campo. As principais culturas incluem batata, tomate, melancia, alface, cebola e cenoura, com a agricultura familiar respondendo por mais da metade da produção. A região Sudeste lidera a produção nacional de hortaliças, representando 40,87% do total. O desenvolvimento de tecnologias e sistemas de cultivo mais eficientes tem contribuído para o crescimento contínuo do setor, desde técnicas simples até o uso avançado de drones para manejo de pragas, adubação e irrigação (Castro, 2019; EMBRAPA, 2020; CNA, 2021).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado dentro do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - campus Barbacena, Minas Gerais. O clima é tropical de altitude a uma latitude 21°13'33" sul e a uma longitude 43°46'25" oeste. A área do campus é dividida em núcleos, tais como núcleo de agricultura, núcleo de química e núcleo de zootecnia. No núcleo de

agricultura possui uma estufa onde foi realizado o experimento fazendo que seja um ambiente mais seguro, evitando fatores que podem prejudicar a cultura como por exemplo interferência humana e alguns fatores bióticos e abióticos. Essa proteção facilita na obtenção de resultados mais precisos no experimento. Foi usado um solo que se encontra no núcleo de agricultura cuja a predominância dele é latossolo vermelho e suas características são conhecidas através dos seguintes resultados da análise química de solo (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultado da análise de solo.

Profundidade	Ph (H ₂ O)	P (M1)	K	S	Ca	Mg	Al	H+Al	M.O
			mg/dm ³			cmolc/dm ³			%
0-20 cm	7,03	30,87	188,6	NS	2,47	0,53	0	3,52	2,35
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	SB	CTC (t)	CTC (T)	V
			mg/dm ³			cmolc/dm ³			
0-20 cm	NS	1,32	26,79	12,07	3,47	3,5	3,5	7,02	49,86

Fonte: Laboratório de análise de solo e tecido vegetal – IF SudesteMG – Campus Barbacena.

O solo foi peneirado com a peneira de 6 mesh (unidade usada para peneira) posicionada para um carrinho de mão garantindo que a parte peneirada caísse dentro do carrinho para que não houvesse contato com impurezas indesejadas. Após peneirar, a terra foi levada até um ambiente limpo para ser misturada ao substrato. A mistura foi feita de modo que os recipientes ficassem completos com 60% de solo e 40% de substrato garantindo um bom desenvolvimento da planta.

Como recipiente foram reutilizados vasos de plástico que já tinham sido usados no setor de floricultura e devido a isso foi preciso esteriliza-los deixando cerca de 20 minutos numa solução de 10 por cento de água sanitária. O vaso usado possui uma capacidade total de mais ou menos 2,5kg, diâmetro de 21 cm e altura de 11 cm.

Foi usada a Alface lisa cultivar Regina de verão (*Lactucasativa var. Capitata*, L.), variedade com folhas lisas e abertas sem fechamento de cabeça, planta vigorosa, uniforme, resistente ao calor e seu ciclo é em média 70 dias. As mudas foram adquiridas em um viveiro certificado tradicional da região do Campo das Vertentes.

No dia 28 de junho 2022 foi feito o transplântio das mudas que estavam com 30 dias de idade. Os vasos foram dispostos de acordo com o delineamento experimental de blocos casualizados com 6 repetições tendo uma planta para cada tratamento (Tabela 2).

Tabela 2 – Tratamentos.

Tratamento	Método de Aplicação	Número de Aplicação
1	Sem ácido húmico	0
2	Uso de ácido húmico via foliar	1
3	Uso de ácido húmico via foliar	3
4	Uso de ácido húmico via fertirrigação	1
5	Uso de ácido húmico via fertirrigação	3

Fonte: Acervo dos autores.

Nos tratamentos em que o ácido húmico foi aplicado durante o ciclo, as aplicações foram realizadas a cada 15 dias, começando no dia do transplântio em 28 de junho de 2022, seguida por aplicações em 13 de julho e 28 de julho de 2022. A proporção para aplicação foliar foi de 2,5g de ácido húmico por 1 litro de água, aplicados com um borrifador até o encharcamento da alface, totalizando 5 borrifadas por planta.

Na fertirrigação, a proporção foi de 8g de ácido húmico por 1 litro de água, aplicados uniformemente para todas as plantas com 40ml por planta, utilizando uma seringa. Após o transplântio, foram realizadas adubações químicas com nitrato de potássio e adubo 13.40.13 via fertirrigação aos 7, 10 e 20 dias, utilizando 6g de nitrato de potássio e 8,5g de 13.40.13 por 10 litros de água.

A colheita foi realizada em 08 de agosto de 2022, quando as alfaces estavam com 71 dias de idade. As alfaces foram pesadas com raiz após a lavagem das raízes e secagem em papel toalha. Em seguida, foi realizada a pesagem das alfaces sem raiz, seguida da contagem do número de folhas e medição do tamanho do caule.

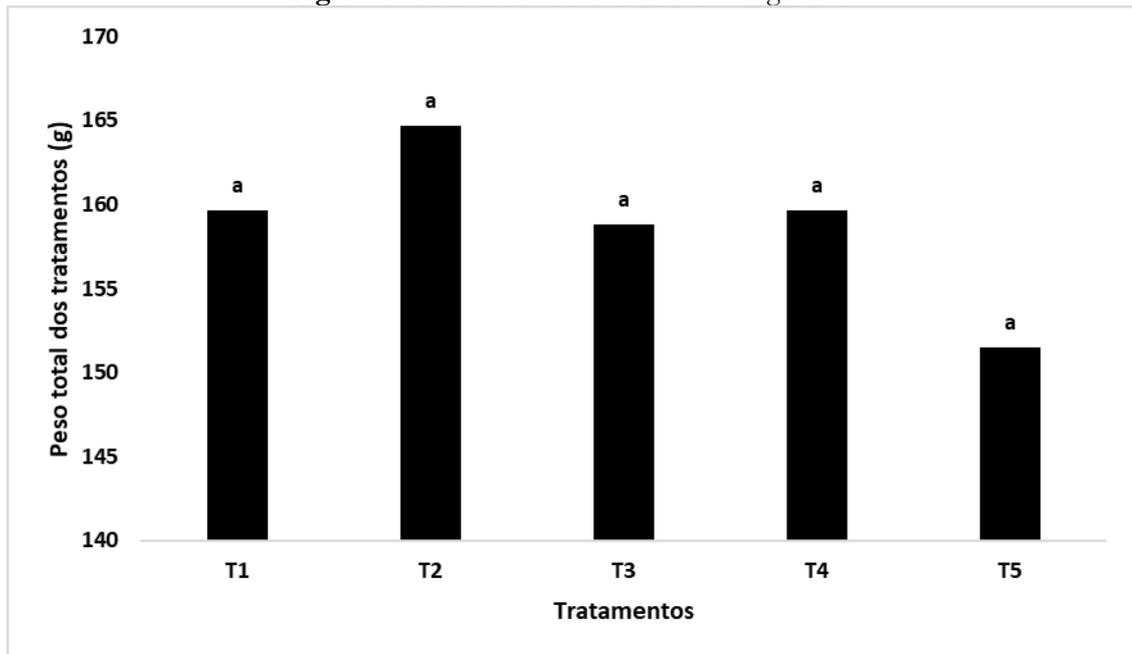
Os resultados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste de Scott-Knott (1974), com um nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao peso total da planta verificou-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos. Porém analisando em números absolutos, o tratamento 5 com ácido húmico via fertirrigação fazendo 3 aplicações no ciclo obteve o menor peso de 151,5 g e o tratamento 2 com ácido húmico via foliar feito 1 aplicação no transplântio o de maior peso com 164,66 g. A média dos tratamentos ficou em 158,86 g.

Assim como Araújo (2010), foi observado em seu experimento, que estatisticamente não houve efeito significativo sendo assim a produtividade foi considerada insatisfatória. Com isso não se obteve um resultado que possa interferir na produção final da alface.

Figura 1 - Peso total dos tratamentos em gramas.

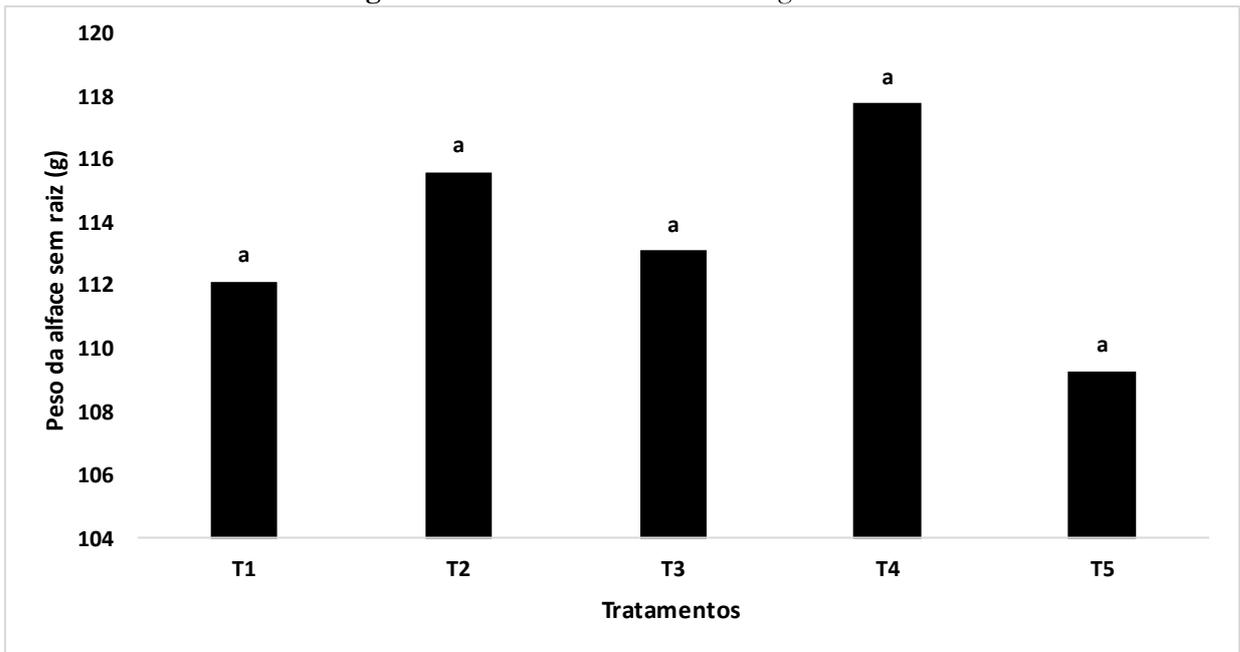


Legenda: T1 controle; T2 ácido húmico via foliar com 1 aplicação no transplântio; T3 uso de ácido húmico via foliar com 3 aplicações no ciclo; T4 uso de ácido húmico via fertirrigação com 1 aplicação no transplântio; T5 uso de ácido húmico via fertirrigação com 3 aplicações no ciclo. Na horizontal os tratamentos e na vertical peso em gramas.

Fonte: Acervo dos autores.

Na figura 2 nota-se que o tratamento 4, que utilizou ácido húmico via fertirrigação com uma aplicação durante o transplântio, alcançou um peso superior de 117,83 g, enquanto o tratamento com três aplicações durante o ciclo (tratamento 5) obteve um peso ligeiramente menor, com 109,33 g. No entanto, apesar dessa discrepância, não foram observadas diferenças significativas nos pesos sem raiz entre os tratamentos.

Figura 2 - Peso da alface sem raiz em gramas.

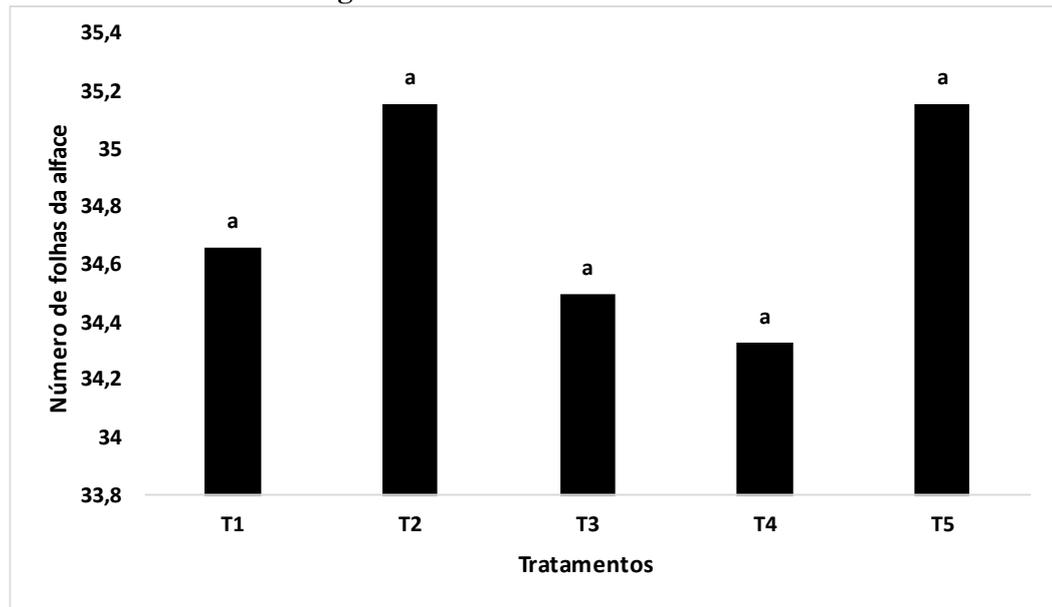


Legenda: T1 controle; T2 ácido húmico via foliar com 1 aplicação no transplante; T3 uso de ácido húmico via foliar com 3 aplicações no ciclo; T4 uso de ácido húmico via fertirrigação com 1 aplicação no transplante; T5 uso de ácido húmico via fertirrigação com 3 aplicações no ciclo. Na horizontal os tratamentos e na vertical peso em gramas.

Fonte: Autores, 2024.

Na figura 3, os dados sobre o número de folhas indicam que o tratamento 2, no qual o ácido húmico foi aplicado apenas uma vez durante o transplante, apresentou um resultado semelhante ao tratamento 5, no qual o ácido húmico foi aplicado em conjunto com outros materiais, resultando em uma média final de 35,16 folhas. No entanto, não foram observadas melhorias significativas na produção. De acordo com Melo e Gusmão (2013), não foram encontradas diferenças significativas no número de folhas ao utilizar compostos orgânicos aeróbios e anaeróbios.

Figura 3 - Número de folhas da alface.

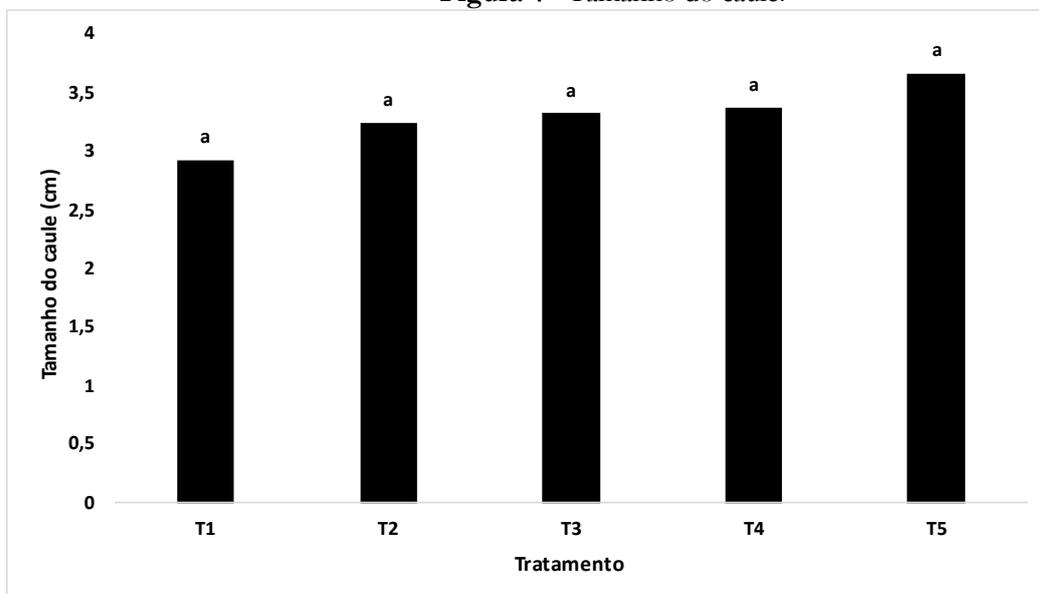


Legenda: T1 controle; T2 ácido húmico via foliar com 1 aplicação no transplântio; T3 uso de ácido húmico via foliar com 3 aplicações no ciclo; T4 uso de ácido húmico via fertirrigação com uma aplicação no transplântio; T5 uso de ácido húmico via fertirrigação com 3 aplicações no ciclo. Na horizontal os tratamentos e na vertical o número de folhas.

Fonte: Autores, 2024.

Na figura 4, é evidente que o crescimento do caule foi praticamente uniforme em todos os tratamentos, com pouca discrepância em relação ao tratamento 1, que representa a testemunha. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos.

Figura 4 - Tamanho do caule.



Legenda: T1 controle; T2 ácido húmico via foliar com 1 aplicação no transplântio; T3 uso de ácido húmico via foliar com 3 aplicações no ciclo; T4 uso de ácido húmico via fertirrigação com uma aplicação no transplântio; T5 uso de ácido húmico via fertirrigação com 3 aplicações no ciclo. Na horizontal os tratamentos e na vertical tamanho do caule em centímetros.

Fonte: Autores, 2024.

Tabela 3 - Tabela das variáveis analisadas após a colheita dos tratamentos.

Tratamentos	Tamanho do Caule	Número de folhas	Peso sem raiz	Peso total
	Cm		Gramas	Gramas
T1	3,33	34,66	112,16	159,66
T2	3,25	35,16	115,66	164,66
T3	3,66	34,50	113,16	158,83
T4	3,38	34,33	117,83	159,66
T5	2,93	35,16	109,33	151,50
CV%	18,22	5,26	10,95	12,20

Legenda: T1 controle; T2 ácido húmico via foliar com 1 aplicação no transplantio; T3 uso de ácido húmico via foliar com 3 aplicações no ciclo; T4 uso de ácido húmico via fertirrigação com 1 aplicação no transplantio; T5 uso de ácido húmico via fertirrigação com 3 aplicações no ciclo. Na vertical os tratamentos e na horizontal tamanho do caule em centímetros; peso sem raiz em gramas e peso total em gramas.

Fonte: Autores, 2024.

Segundo Fontanétti *et al.* (2006), a alface geralmente apresenta boa resposta à adubação orgânica, no entanto, ela varia de acordo com a cultivar e a fonte de adubo utilizada. Segundo Araújo (2010), é possível que tenha havido um desenvolvimento radicular reduzido, resultando em uma área explorada menor, o que por sua vez poderia levar a uma menor absorção e retenção de água. De acordo com McCulley *et al.* (2004), os nutrientes podem apresentar eficiências diferentes dependendo da forma de aplicação. A utilização de ácidos húmicos (AH) provenientes de vermicomposto e gongocomposto, conforme observado por Silva *et al.* (2022), promoveu o crescimento da soja sob restrição hídrica, além de estimular o enriquecimento de microrganismos benéficos para as plantas. Lima *et al.* (2011) não identificaram um efeito significativo dos ácidos húmicos (AH) na produção total de frutos de tomate. No entanto, eles destacam que isso pode ter sido devido à lixiviação dos AH, causada pela alta frequência de regas, à utilização de uma solução nutritiva equilibrada ou à capacidade dos substratos de disponibilizarem gradualmente os AH.

4 CONCLUSÃO

O estudo não identificou diferenças significativas entre os tratamentos em relação à produtividade da alface, mas reconhece os benefícios potenciais do ácido húmico para as plantas e o solo. Sugere-se que doses maiores do ácido húmico poderiam resultar em melhorias na produção da alface. Além disso, observou-se que a alface pode não responder efetivamente aos estimulantes vegetais, como o ácido húmico, quando não está sujeita a estresses. O cultivo da alface em vasos pode ter limitado o desenvolvimento radicular e causado lixiviação do ácido húmico devido à alta frequência de irrigação. Esses resultados indicam a necessidade de pesquisas adicionais para

influenciar os produtores a adotarem o ácido húmico, visando melhorar tanto a cultura quanto a saúde do solo.

Agradecimentos e financiamento

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasil) e a FAPEMIG, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, B. **Fitomassa da Cultura da Alface (*Lactuca sativa L.*) Sob a Aplicação de Fertilizantes Minerais e Substância Húmica**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)– Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo. 2010.

BRAINER, M. S. D. C. P. **Informe setorial de hortaliças**.

CASTRO, R. Horticultura e sua importância para a agricultura no Brasil. 2019. Disponível em: <https://agro20.com.br/horticultura/#:~:text=Para%20a%20economia%2C%20%20setor,rica%20em%20nutrientes%20e%20prote%C3%ADnas>.

Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA). **Estudo da CNA mostra que região Sudeste corresponde a 40% da produção de hortifrúti no Brasil**. 2021. Disponível em: <https://cnabrasil.org.br/noticias/estudo-da-cna-mostra-que-regiao-sudeste-corresponde-a-40-da-producao-de-hortifruti-no-brasil>.

DA SILVA, E. M. N. *et al.* Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Horticultura brasileira**, v. 29, p. 242-245, 2011.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. VII Plano Diretor da Embrapa, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/vii-plano-diretor/a-agricultura-brasileira>.

FONTANÉTTI, A. *et al.* Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura brasileira**, v. 24, p. 146-150, 2006.

LIMA, A. A. *et al.* Concentração foliar de nutrientes e produtividade de tomateiro cultivado sob diferentes substratos e doses de ácidos húmicos. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 63-69, 2011.

MCCULLEY, R. L. *et al.* Nutrient uptake as a contributing explanation for deep rooting in arid and semi-arid ecosystems. **Oecologia**, v. 141, p. 620-628, 2004.

MELO, D. M., GUSMÃO, S. A. L. D. **Efeitos da adubação com composto orgânico aeróbio e anaeróbio, provenientes de resíduos de feira, na produção de alface cv. verônica**. In IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Salvador/BA. 2013.

CAPÍTULO 20

RAÍZES DA SUSTENTABILIDADE: UM OLHAR SOBRE A AGROECOLOGIA APLICADA NO AMBIENTE EDUCACIONAL

Vitória Ferreira de Lucena   

Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas, Patos, Paraíba, Brasil

Beatriz da Silva Dias   

Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas, Patos, Paraíba, Brasil

Bruna Ramos Araujo   

Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas, Patos, Paraíba, Brasil

Ellen Gomes de Sales   

Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas, Patos, Paraíba, Brasil

Thais Fortunato Pereira da Silva   

Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas, Patos, Paraíba, Brasil

Edevaldo da Silva   

Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas, Patos, Paraíba, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.730 



Resumo: A agroecologia se mostra atualmente como uma ferramenta para uma produção de alimentos saudáveis e em equilíbrio com a natureza. Dessa forma, trabalhar esta temática nas instituições de ensino emerge como um pilar necessário para a construção da conscientização sobre a importância da preservação do meio ambiente e a mudança das ações antropológicas para com os ecossistemas. O presente estudo objetivou reunir e discutir estudos reportados, na literatura científica, sobre como a Agroecologia tem sido desenvolvida nas escolas do estado da Paraíba.. Trata-se de uma revisão bibliográfica, com foco em publicações que relatem práticas contribuintes para o processo de ensino-aprendizagem a respeito do tema e sua importância para um modo de vida mais sustentável. Foi observado que a utilização de projetos que englobam a educação ambiental no processo de ensino desde a educação básica se mostra como um viés essencial para a mudança dos hábitos do homem com o planeta através de práticas sustentáveis.

Palavras-chave: Desenvolvimento sustentável. Educação Ambiental. Ensino. Paraíba.

1 INTRODUÇÃO

A agroecologia emerge como um instrumento fundamental na promoção de sistemas alimentares sustentáveis, que visam a produção de alimentos saudáveis em harmonia com os ecossistemas naturais. No Brasil, a agricultura é uma das principais bases da economia, e traz diversidade na produção de alimentos que influenciam de forma significativa no desenvolvimento do país (Botelho *et al.*, 2020).

Os sistemas agrícolas convencionais são ajustados para uma agricultura capitalista, onde buscam exacerbadamente por uma produtividade cada vez maior, visando resultados econômicos altos e de forma rápida (Chagas, 2020).

Essa “sede” por resultados satisfatórios traz muitos impactos sociais e ambientais. Chegando a provocar perda na biodiversidade, degradação no solo, contaminação e escassez da água, danos à saúde dos trabalhadores rurais e restante da população devido ao uso de produtos químicos, além de excluir pequenos produtores devido ao alto custo dos insumos, maquinários e equipamentos, entre outros (Gabrielli, 2023).

Tendo em vista a necessidade de conservação da biodiversidade ecológica na agricultura para a diminuição dos danos causados pela atividade agropecuária, surgiu a agroecologia, que tem como objetivo transformar a agricultura de modo que ela se torne verdadeiramente sustentável (Candiotto *et al.*, 2020).

Segundo Candiotto *et al.* (2020), a agroecologia se baseia na integração de vários conhecimentos de diversas áreas, como o conhecimento filosófico, o senso comum, religião e a ciência. Com isso, torna-se um campo interdisciplinar, que traz princípios que permitem o desenvolvimento de sistemas agroecológicos sustentáveis, que preservam os recursos presentes na biodiversidade da área trabalhada.

A prática da agroecologia traz consigo a valorização da complexidade dos agroecossistemas e também oferece a melhoria de vida do agricultor e o estilo de vida dos que buscam cada vez mais hábitos alimentares saudáveis, com alimentos cada vez mais livres de agrotóxicos, diminuindo a chance de doenças e proporcionando um melhor estado de bem-estar físico (Feitosa; Campos, 2020).

Desde o século XVIII, com as Revoluções Industriais, vive-se no mundo uma gradativa exploração ambiental, grandes taxas de desmatamento, buracos na camada de ozônio, derretimento de geleiras, desencadeando uma grande crise climática. Dentro dessa realidade, onde encontra-se uma desenfreada exploração de recursos naturais, pouquíssimas palavras são mais usadas atualmente que a sustentabilidade, seja nas indústrias, em meios acadêmicos ou em todas as formas de comunicação.

Foi na Primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente (*United Nations Conference on the Human Environment - UNCHE*), em 1972 na cidade de Estocolmo, que esse conceito foi discutido pela primeira vez. Segundo o Dicionário Online de Português (Dacio, 2024) sustentabilidade é a “capacidade de criar meios para suprir as necessidades básicas do presente sem que isso afete as gerações futuras, normalmente se relaciona com ações econômicas, sociais, culturais e ambientais.”

Já a frase “desenvolvimento sustentável” foi responsabilidade da diplomata Gro Brundtland onde especifica em seu relatório *Nosso Futuro Comum* (1991) que viver a vida com sustentabilidade, seria utilizar os recursos do meio ambiente de forma que deveria suprir as necessidades das gerações atuais, porém sem prejudicar as futuras.

É necessário, portanto, uma nova visão em relação ao mundo. Fazer com que a sociedade entenda que o planeta está a cada dia se aproximando do colapso, por conta, justamente das ações humanas. O desmatamento, as queimadas e uso indevido de locais de conservação são alguns exemplos dos feitos humanos que aceleram essa realidade. É preciso cuidar do hoje, para que as próximas gerações tenham oportunidade de viver e sobreviver.

Não existe uma forma melhor de conscientizar a população sobre graves acontecimentos que aceleram o colapso da Terra do que introduzindo a educação ambiental em meios acadêmicos desde o ensino básico. Esse fato é assegurado pela Política Nacional da Educação Ambiental, Lei Nº 9.795, de 27 de abril de 1999 “A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal.” (Brasil, 1999, cap. 1, art. 2).

Nesse momento entra a agroecologia como grande aliada da educação ambiental. Segundo (Medeiros, 2023), essa atuação faria que o ensino saísse de apenas ser um meio de informação, para

formar alunos atuantes no meio inserido, dando-os a consciência sobre terem a responsabilidade de cuidarem do mundo em que vivem. “A conscientização ambiental é essencial para um mundo cada vez mais preocupado com a sustentabilidade e preservação[...]” (Medeiros, 2023).

Nesse sentido, este estudo objetivou conhecer e analisar práticas de ensino-aprendizagem relacionadas à agroecologia no Brasil, visando identificar as principais iniciativas, desafios, e impactos dessas práticas no comportamento pró ambiental dos alunos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo realizou uma revisão bibliográfica, com buscas na literatura (Google Acadêmico e SciELO) de estudos publicados no período de 2015 a 2023 sobre Agroecologia no ambiente escolar. As palavras-chave utilizadas foram: agroecologia, Paraíba, sustentabilidade, desenvolvimento sustentável e educação. Na busca, considerou-se pares desses termos, onde o termo “Paraíba” era sempre um termo do par. Somente estudos escritos em português e publicados no Brasil foram aceitos. Foram selecionados aqueles que tratavam da Agroecologia no ambiente educacional no estado da Paraíba.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Práticas Agroecológicas para Promover a Sustentabilidade Ambiental

A agroecologia é uma ciência que fornece os princípios ecológicos básicos para o estudo e tratamento de ecossistemas tanto produtivos quanto preservadores dos recursos naturais. Conforme Silva (2023, p.13), “A agroecologia é um campo interdisciplinar que visa promover um modelo de agricultura que seja ambientalmente sustentável, socialmente justo e economicamente viável”. Sustentabilidade é a capacidade de uso consciente dos recursos naturais sem comprometer o bem-estar das gerações futuras. Seu objetivo principal é encontrar o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental.

Com o passar dos tempos, os recursos naturais passaram a ser utilizados de maneira excessiva pelo homem, prejudicando o meio ambiente e as boas condições de vida das futuras gerações. Antigamente, os recursos naturais eram colhidos segundo as necessidades e com poucos impactos ambientais, mas, com o tempo, a exploração desenfreada tem comprometido o equilíbrio ecológico, ameaçando o bem-estar das próximas gerações (Lopes *et al.*, 2016).

Diante dessa situação, a agroecologia e o desenvolvimento sustentável surgem para promover um meio viável, tanto social quanto econômico, voltado para a saúde e preservação do meio ambiente. Sendo necessário a mudança de comportamento do ser humano em relação ao uso dos recursos naturais. A produção agrícola tem uma forte influência na nossa saúde. Quando feita

de maneira sustentável, sem agredir o meio ambiente, conseqüentemente, se tem uma vida mais saudável. “[...] A agroecologia além de se preocupar com os princípios educacionais que envolvem uma produção que não agrida o meio ambiente se preocupa com a ética social, alimentando o próximo com alimentos livres de agrotóxicos” (Feitosa; Campos, 2020, p.39).

Os produtos agroecológicos são livres de contaminação e não representam riscos para a saúde, promovendo uma melhor qualidade de vida e um estilo de vida mais saudável para as pessoas (Andrade *et al.*, 2021). O homem vem refletindo sobre a degradação ao meio ambiente e todos os desequilíbrios ecológicos que estão acontecendo. A conscientização de práticas sustentáveis, leva ao não uso de agrotóxicos e pesticidas, tendo em vista o mal causado à saúde e ao meio ambiente. Nesse processo, a educação é uma aliada, pois é uma importante promotora de conscientização ambiental (Medeiros *et al.*, 2023).

A implantação de hortas, oficinas ou projetos tanto em escolas como em outros locais, proporcionam aprendizagem em relação a agroecologia e o uso de maneira sustentável dos recursos naturais.

Ao implementar práticas de manejo agroecológico, é viável ampliar a diversidade na produção agrícola, ao mesmo tempo em que se preserva e protege o solo, se emprega a água de forma eficiente e se estabelece um ambiente equilibrado, conferindo autonomia às famílias envolvidas (Corrêa *et al.*, 2020). Em feiras agroecológicas, por exemplo, os pequenos agricultores têm a possibilidade de comercializar seus produtos agrícolas, contribuindo para uma alimentação segura e nutricional, para todos, além de conseguir uma renda extra para a família.

Os agricultores, por meio de feiras agroecológicas, desempenham um papel significativo na promoção da Segurança Alimentar e Nutricional tanto para quem produz quanto para quem consome, ao mesmo tempo em que proporcionam maior autonomia aos pequenos agricultores e impulsionam o crescimento econômico local (Santos *et al.*, 2023).

Entre muitas outras práticas sustentáveis, vale lembrar que o respeito por cada cultura, ter conhecimento de qual produto se adequa melhor para cada local ou região; e o tempo certo de produção de cada um, além de usar alternativas naturais para controle de pragas nas plantações, cuidado com solo e água; são essenciais para um futuro sustentável.

3.2 Iniciativas de Ensino-Aprendizagem em Agroecologia no Ambiente Educacional

Envolver o processo de educação ambiental na sala de aula se mostra como um caminho para a formação de indivíduos cada vez mais conscientes da ação do homem no meio ambiente. Dessa forma, a realização de aulas que mostrem a importância da Agroecologia, com ênfase na

preservação dos recursos naturais e produção econômica e viável, se torna parte da construção desse alerta para mudança das ações para com a natureza.

No estudo de Lopes *et al.* (2016), a articulação entre aulas teóricas e práticas sobre os temas Introdução a Agroecologia, Horticultura Agroecológica e formação de viveiros, fez com que os 15 alunos participantes compreendessem os processos que trouxeram a agricultura antiga para os moldes atuais. Dessa forma, em seu projeto, foi buscado promover o protagonismo desses alunos nos processos ocorridos, dando ênfase a troca de experiências do alunado com os educadores.

Nesse sentido, o envolvimento de todos os participantes foi um ponto primordial na construção do entendimento sobre Agroecologia e o que esta área envolve, atraindo a atenção para a conscientização acerca da mudança de hábitos e a importância da preservação do meio ambiente. Segundo Lopes *et al.* (2016), a participação ativa dos alunos em atividades realiza a quebra de conceitos antigos e permite que novos conhecimentos sejam construídos através dessa ação.

Dessa forma, a metodologia utilizada promoveu que os participantes passassem a refletir sobre a educação ambiental, dando cada vez mais importância para a ação do homem durante a produção agrícola e com a natureza no geral, como mostram os resultados no Quadro 01. De acordo com Lopes *et al.* 2016, trabalhar com educação ambiental nas escolas proporciona uma mudança no comportamento dos envolvidos para com a natureza.

No estudo de Silva (2023), o resultado obtido através da aplicação do questionário para 34 alunos, com idades entre 12 e 15 anos, mostrou que grande parte dos alunos apresentavam conhecimentos sobre Agroecologia e Educação Ambiental, como podem ser vistos no Quadro 01.

Além disso, perguntas sobre os conceitos de húmus e vermicompostagem estavam presentes no questionário aplicado e, como a maioria soube do que se tratavam, foram levados para visitar o minhocário da UFCG/CDSA, valorizando a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos na teoria.

Em consonância com Medeiros *et al.* (2023), a agroecologia se apresenta como um novo cenário na educação, através de um pensar coletivo e sustentável. Nesse sentido, a inclusão do tema na educação, em todas as etapas do ensino, promove uma maior conscientização sobre um pensar sustentável e em equilíbrio com o meio ambiente, mantendo ainda uma produção de qualidade e melhoria de vida.

Quadro 1 – Aplicação de estudos sobre Agroecologia em escolas da Paraíba.

Público-alvo	Município	Metodologia	Principais resultados	Referência
Estudantes do 8º ano da Escola Municipal Gonçala Rodrigues de Freitas	Sumé – PB	O projeto foi dividido em três módulos complementares sobre agroecologia, nos quais foram realizadas aulas expositivas para fazer a problematização da situação, contando também com aulas práticas e questionários antes do início e após o término do projeto.	Os alunos passaram a compreender o conceito de agroecologia e que o uso de agrotóxicos não faz parte da metodologia dessa área, o qual afeta a saúde humana e o meio ambiente. Aprenderam sobre a diversidade do bioma Caatinga e a importância de sua preservação, além de se tornarem mais conscientes sobre a educação ambiental.	LOPES, A. S. <i>et al.</i> Agroecologia e educação ambiental: uma prática inovadora no processo de construção da sustentabilidade e com alunos do Município de Sumé-PB. Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - Vol. 4: Congestas, 2016.
Alunos da Escola Agrotécnica Deputado Evaldo Gonçalves de Queiroz.	Sumé – PB	Foram aplicados questionários com questões objetivas e subjetivas acerca das áreas de Agroecologia e Educação Ambiental. Os dados obtidos através dessa ferramenta foram analisados através de gráficos.	A maior parte dos estudantes avaliados demonstraram compreender bem o conceito de agroecologia e seus benefícios, além de demonstrarem conhecer outros como húmus e vermicompostagem. Esses resultados mostraram a influência de se terem esses temas abordados nas escolas e a importância da formação de cidadãos ambientalmente mais conscientes.	SILVA, L. H. G. T. <i>et al.</i> Análise da percepção de jovens sobre Agroecologia no Município de Sumé-PB. 2023. Universidade Federal de Campina Grande.

Fonte: Autores, 2024.

4 CONCLUSÃO

A agroecologia revela-se como uma oportunidade de quebra de paradigmas e uma abertura para novos conceitos do que seria sustentabilidade e a preservação do meio ambiente, mantendo uma produção viável, de modo que os recursos utilizados nesse processo de produção estejam dentro dos requisitos exigidos e, sem explorá-los exacerbadamente, visando uma prática eficiente

e em consonância com o meio ambiente. Ao mesmo tempo que prioriza a melhora na qualidade de vida, uma vez que, os produtos advindos desse método, são mais saudáveis, tendo em vista que não há a utilização de agrotóxicos, por exemplo. A busca por projetos que relatam aplicações sobre o tema em sala de aula no estado da Paraíba, mostrou que este é um assunto ainda pouco abordado no ensino.

Portanto, priorizar aulas acerca da educação ambiental manifesta-se como um caminho para a formação de indivíduos cada vez mais conscientes das ações antropológicas no planeta Terra. Elucidar a Agroecologia como um pilar essencial para a manutenção dos ecossistemas naturais, produção sustentável e melhoria da qualidade de vida destaca-se como uma ferramenta importante nesse processo.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. E. *et al.* Feira agroecológica: uma alternativa de desenvolvimento local no município de Sousa, alto sertão da Paraíba. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 6, n. 1, p. e11019, 2021. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/era/article/view/11019>. Acesso em: 17 de mar. 2024.

BOTELHO, M. G. L. *et al.* Agrotóxicos na agricultura: agentes de danos ambientais e a busca pela agricultura sustentável. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, e396985806, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5806/4940>. Acesso em: 15 de mar. 2024.

BRASIL. **Lei Nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Brasília: DF, 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 18 mar. 2024.

CANDIOTTO, L. Z. P. Agroecologia: Conceitos, princípios e sua multidimensionalidade. 2020. **AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política**, v. 2, n. 2, p. 25, 2020. Disponível em: <https://saber.unioeste.br/index.php/ambientes/article/view/26583>. Acesso em: 16 mar. 2024.

CHAGAS, I. L. A; COSTA, E. A. Transição agroecológica em um lote de assentamento rural na fronteira Brasil-Bolívia. 2020. **Para Onde!?** Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/paraonde/article/view/101180/56638>. Acesso em: 17 de mar. 2024.

CORREIA, E. B. *et al.* Construção de conhecimento sobre sincronização e produção de hortaliças em propriedade rural agroecológica em Boqueirão-PB. 2020. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15 n. 2, 1-5, 2020. Disponível em: <https://cadernos.abaagroecologia.org.br/cadernos/article/view/4654>. Acesso em: 16 de mar. 2024.

FEITOSA, J; CAMPOS, T. Agroecologia e promoção da saúde: um olhar para a segurança alimentar no Estado da Paraíba. **Revista de Agroecologia no Semiárido**, v. 4, n.1, p.29- 45, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/ras/article/view/4173>. Acesso em: 17 de mar. 2024.

GABRIELLI, J. R. M. *et al.* Avaliação da sustentabilidade socioeconômica e ambiental em propriedades rurais de Minas Gerais a partir do método ISA. 2023. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 61, n. 4, p. 1-18, e260860, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/SDd5Y3X3s5rSxCKj8THMtvb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 17 de mar. 2024.

LOPES, A. S. *et al.* Agroecologia e educação ambiental: uma prática inovadora no processo de construção da sustentabilidade com alunos do Município de Sumé-PB. **Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade** - Vol. 4: Congestas, 2016. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/32599/AGROECOLOGIA%20E%20EDUCA%C3%87%C3%83O%20AMBIENTAL%20%20UMA%20PR%C3%81TICA%20INOVADORA%20%20ANAIS%20DE%20EVENTOS%20CIENT%C3%8DFICOS%20CDSA%202016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 17 de mar. 2024.

MEDEIROS, R. L. S. *et al.* Sustentabilidade na educação: integrando a agroecologia e plantas medicinais nas escolas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 18, n. 5, p. 151-155, 2023. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9240859>. Acesso em: 17 de mar. 2024.

Nosso Futuro Comum. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas. 1991. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4245128/mod_resource/content/3/Nosso%20Futuro%20Comum.pdf. Acesso em: 15 de mar. 2024.

SANTOS, A. R. L.; NÁPOLES, F. A. M.; DOS SANTOS, A. F. L. **Feira agroecológica de lagoa seca (pb): desafios e possibilidades para o desenvolvimento sustentável**. 2023. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=feira+agroecol%C3%B3gica+de+lagoa+seca+desafios+e+possibilidade+para+o+desenvolvimento+sustent%C3%A1vel+&btnG=#d=gs_qabs&t=1710801524945&u=%23p%3DdYuqfEnVpSwJ. Acesso: 17 de mar. 2024.

SILVA, L. H. G. T. *et al.* **Análise da percepção de jovens sobre Agroecologia no Município de Sumé-PB**. 2023. Universidade Federal de Campina Grande. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/31398>. Acesso em: 18 de mar. 2024.

SUSTENTABILIDADE. *In*: DICIO, Dicionário Online de Português. Porto: 7Graus, 2020. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/sustentabilidade/>. Acesso em: 17/03/2024.

CAPÍTULO 21

AGRICULTURA FAMILIAR E SUSTENTABILIDADE: IMPACTO DA INTEGRAÇÃO DE PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS – REVISÃO DE LITERATURA

José Hermes Severo dos Santos   

Universidade Rural do Agreste de Pernambuco/UFape, Brasil

Vanyelle Raquel Pereira de Araujo   

Universidade Federal do Agreste de Pernambuco/UFape, Brasil

Luzia Ferreira da Silva   

Universidade Rural do Agreste de Pernambuco/UFape, Brasil

Adrielle Alves de Oliveira   

Universidade Rural do Agreste de Pernambuco/UFape, Brasil

Marcelo da Rocha Souza   

Universidade Rural do Agreste de Pernambuco/UFape, Brasil

Edilma Pereira Gonçalves   

Universidade Rural do Agreste de Pernambuco/UFape, Brasil

Jeandson Silva Viana   

Universidade Rural do Agreste de Pernambuco/UFape, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.731 



Resumo: Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) são alternativas sustentáveis na agricultura, porém enfrentam desafios como a dependência de insumos externos e a suscetibilidade a pragas e doenças. Propõe-se a integração de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) nos SAFs como uma estratégia promissora para enfrentar esses desafios. Este estudo visa investigar o uso das PANCs em SAFs e seus impactos no desenvolvimento rural. Para isso foi realizada uma revisão de literatura. A busca dos textos foi realizada nas bases de dados do *PubMed*, *Google Scholar* e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO). Estudos recentes enfatizam as vantagens das PANCs nos SAFs, realçando seu papel no controle de pragas, diversificação nutricional e promoção da segurança alimentar. A modernização agrícola tem diminuído sua ocorrência, mas a agricultura ecológica tem potencial para aumentar seu uso. A incorporação das PANCs nos SAFs melhora a sustentabilidade agrícola e a resiliência socioeconômica, além de reduzir a dependência de insumos externos, destacando o papel dos agricultores familiares na promoção de práticas mais sustentáveis. Assim, a inclusão de PANCs em sistemas de produção, especialmente em agroflorestas, não apenas amplia a variedade de cultivos, mas também aumenta a lucratividade das atividades agrícolas e estimula métodos mais ecológicos.

Palavras-chave: Alimentos. Biodiversidade. Rusticidade.

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas agroflorestais (SAFs) se apresentam hoje como um meio para a utilização de práticas agrícolas sustentáveis, tendo em vista os problemas ambientais causados pelos métodos convencionais. Nesses sistemas de abordagem agroecológica, a ênfase recai na produção diversificada de alimentos, em conjunto com a preservação dos recursos naturais, que combinam o cultivo de árvores com a produção agrícola e/ou pecuária, tanto no mesmo espaço como ao longo do tempo (Araújo *et al.*, 2022)

Ao selecionar as espécies que irão compor um sistema agroflorestal, é essencial levar em conta os objetivos de sustentabilidade econômica dos proprietários, assim como as metas de sustentabilidade ambiental. Isso implica uma estratégia de diversificação que não apenas promova a resiliência do sistema, mas também garanta um equilíbrio harmonioso entre os pilares da sustentabilidade, sociais, ambientais e econômicos. Este alinhamento é crucial para mitigar potenciais efeitos adversos ao longo do tempo, resultando em práticas benéficas para os envolvidos (Escribano *et al.*, 2018).

As evidências atuais demonstram que a integração de árvores e outras espécies vegetais em SAFs exerce um impacto positivo sobre os recursos derivados desse sistema. A associação desses elementos com outros componentes da produção agrícola tem demonstrado influências benéficas, resultando em uma cooperatividade que otimiza a eficiência produtiva e promove a sustentabilidade do sistema como um todo (Lôbo *et al.*, 2021).

Um fator de suma importância para a implementação dos sistemas agroflorestais é a ameaça ambiental enfrentada pelos ecossistemas em escala global, representando uma séria ameaça à biodiversidade (Costa; Mello, 2020). Os SAFs, embora sejam modelos agrícolas sustentáveis,

podem enfrentar desafios como a diminuição da biodiversidade, a dependência de insumos externos e a suscetibilidade a pragas e doenças, dessa forma a introdução de plantas alimentícias não convencionais surge como uma estratégia promissora (Damo *et al.*, 2020).

As plantas alimentícias não convencionais (PANCs) são aquelas cujas partes, geralmente não utilizadas na alimentação humana convencional, podem ser aproveitadas de forma integral ou parcial. Essas plantas são conhecidas por serem de fácil cultivo e podem surgir espontaneamente ou serem cultivadas deliberadamente, sendo tanto espécies exóticas quanto nativas (Bezerra; Brito, 2020; Silva *et al.*, 2022).

Dada a grande diversidade de plantas no Brasil, é crucial explorar essa variedade para enfrentar desafios ambientais e climáticos na produção agrícola. Integrar as Plantas Alimentícias Não Convencionais aos sistemas agrícolas é essencial para diversificar a alimentação e aumentar a resiliência do ambiente (Echer *et al.*, 2021).

Portanto o presente trabalho tem como objetivo investigar a utilização das PANCs em sistemas agroflorestais, com o intuito de identificar os desdobramentos resultantes da sua incorporação e sua influência no desenvolvimento rural

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho constituiu-se de uma revisão de literatura realizada no mês de abril de 2024, a partir de estudos científicos que tiveram suas publicações realizadas entre os anos de 2018 e 2023. A busca foi realizada a partir do termo: Plantas alimentícias não convencionais em sistemas agroflorestais.

Os meios empregados para a condução da pesquisa consistiram na revisão de literatura por meio da análise de artigos, resumos, trabalhos apresentados em congressos, dissertações e monografias. Esses recursos foram selecionados com base na sua disponibilidade nos idiomas inglês e português, bem como na sua indexação nas bases de dados do *PubMed*, *Google Scholar* e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO). A seleção dos documentos foi realizada com critérios de relevância temática, desconsiderando os trabalhos que não mostrava relação como tema estudado. E as palavras chaves e indexadores utilizados foram: Plantas alimentícias não convencionais em sistemas agroflorestais; sistemas florestais na agricultura familiar; agricultura familiar. Também foi feita a pesquisa em inglês, para assim discutir de forma mais ampla a temática.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a implementação dos métodos de inclusão e exclusão, bem como a aplicação criteriosa de termos de pesquisa nas bases de dados pertinentes, foi possível selecionar doze textos,

onde três foram excluídos e apenas nove mostraram-se relevantes para o presente estudo. Estes textos foram minuciosamente examinados na íntegra, verificando-se a coerência temática necessária para a condução da pesquisa em questão. Os textos foram considerados e empregados de forma integral, contribuindo de maneira significativa para o estudo.

Quadro 1 - Levantamento de pesquisa sobre as PANCs e os sistemas agroflorestais.

Autor/ano	Local de estudo	Objetivo	Resultado
Moretto (2018)	Barra de turvo/SP	Ampliar a discussão sobre a necessidade de formas de produção alternativas e a utilização de técnica com benefícios ecológicos.	As PANCs se mostraram como uma boa alternativa no sistema agroflorestal, promovendo a diversificação nutricional e comercial.
Jesus <i>et al.</i> (2020)	-	Levantar estudos bibliográficos sobre as PANCs e o seu valor nutricional, a sustentabilidade e o resgate da cultura através dessas plantas.	O estudo mostrou que as PANCs podem ser uma adição valiosa à alimentação, sendo de fácil acesso e baixo custo de produção. Sua popularização poderia mudar os padrões de consumo, garantindo a segurança nutricional dos produtores.
Rauber <i>et al.</i> (2021)	Paraná	Verificar o conhecimento de moradores do Núcleo Luta Camponesa da Rede Ecovida de Agroecologia sobre as PANCs; Identificação de espécies.	Há o conhecimento e utilização das PANCs pelos moradores; em sistemas convencionais há a redução de plantas alimentícias não convencionais.
Durigon <i>et al.</i> (2023)	-	Trazer informações e impactos das PANCs no Brasil, assim como as contribuições para os agricultores.	As PANCs são importantes para o estabelecimento de uma nova economia no campo.
Poppe <i>et al.</i> (2022)	Rio Grande do Sul	Apresentar o panorama socioambiental referente a implantação de sistemas agroflorestais em propriedades rurais.	Acredita-se que a implantação de sistemas agroflorestais tem potencial para a formação de uma cultura de utilização de recursos naturais
Oliveira <i>et al.</i> (2023)	-	Analisar a viabilidade da adoção de sistemas agroflorestais para orientar políticas e práticas agrícolas sustentáveis.	Os SAFs proporcionam vantagens aos agricultores, e ajuda na preservação dos recursos naturais e na promoção de práticas agrícolas mais sustentáveis.
Echer <i>et al.</i> (2021)	Rio Grande do Sul	Conhecer e registrar PANCs que são utilizadas por agricultores familiares.	O levantamento botânico propicia o resgate do uso dessas espécies e a divulgação de informações de extrema importância que resultam na diversificação da produção e do comércio,

			beneficiando os agricultores familiares.
Damo <i>et al.</i> (2020)	Rio Grande do Sul	Levantamento de espécies PANCs em uma agrofloresta.	Contribuição para valorizar as PANCs como complementação da composição vegetal em uma agrofloresta.
Barbosa (2021)	-	Produção de um ensaio sobre a utilização de PANCs para a restauração de ecossistemas naturais degradados.	Um sistema agroflorestal integrado com PANC pode impulsionar a produção sustentável e diversificada de alimentos.

Fonte: Santos, 2024.

Moretto (2018) ressalta as múltiplas vantagens das Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs), incluindo seu papel no controle de pragas, estímulo à presença de polinizadores e indicação da qualidade do solo. Ele destaca também a importância das PANCs na diversificação nutricional, mencionando a identificação de 57 espécies em sistemas agroflorestais, as quais são consumidas e comercializadas pelos produtores. Logo, integrar as PANCs de forma consciente e estratégica nos sistemas agroflorestais traz benefícios agroecológicos, melhorando a ecologia dos sistemas agroflorestais, aumentando a biodiversidade e facilitando interações positivas entre as espécies. Além disso, sua inclusão na produção diversifica a oferta de alimentos, oferecendo uma fonte adicional de renda para as famílias rurais, que enfrentam desafios econômicos significativos, considerando não apenas os aspectos produtivos, mas também os ecológicos e sociais na gestão de sistemas agroflorestais.

Jesus *et al.* (2020), destacam a importância das PANCs como provedoras da segurança nutricional, ao ponto que esses alimentos possam promover serviços sociais tanto nas áreas rurais como urbanas, ampliando a obtenção de produtos funcionais, e como consequência reduziria o desperdício de alimentos e aumentaria o combate à fome. Então o conhecimento das partes comestíveis dessas plantas, tal qual a sua forma de preparo e processamento, podem ser informações que influenciem o produtor a investir na utilização das mesmas nos seus sistemas de produção, onde haveria a mudança para hábitos alimentares mais seguros e promoveriam a resiliência do ambiente, levando em conta os serviços ecológicos que as PANCs promovem.

Rauber *et al.* (2021) destacam que as PANCs são essenciais para aumentar a diversidade agrícola, preservadas principalmente pelos agricultores familiares. No entanto, a modernização agrícola, com uso extensivo de insumos químicos e preferência por cultivares melhoradas, tem reduzido a ocorrência dessas plantas, comprometendo seu potencial não aproveitado. Os agricultores do Núcleo Regional Luta Camponesa da Rede Ecovida de Agroecologia que foram entrevistados, mencionaram 67 espécies de PANCs, mas nem todas são aproveitadas devido à

modernização agrícola, que diminuiu a ocorrência de algumas espécies e substituiu outras por hortaliças convencionais. No entanto, a agricultura ecológica aumentou significativamente o uso das PANCs e a diversificação do sistema agrícola, algo que pode contribuir para o aproveitamento de plantas em desuso, que através de iniciativas de educação e conscientização, os agricultores podem ser incentivados a explorar e experimentar com uma gama mais ampla de PANCs em seus sistemas agrícolas. Isso não apenas contribuiria para a preservação da diversidade genética das plantas, mas também poderia oferecer benefícios nutricionais, econômicos e ambientais significativos para as comunidades agrícolas.

Em seu estudo, Durigon *et al.* (2023) verificaram que as PANCs possuem características como rusticidade, crescimento acelerado e resistência a doenças, facilitando seu manejo e contribuindo para a produção familiar. Essas plantas promovem serviços ecossistêmicos, como melhoria do solo e fixação de nitrogênio, reduzindo a necessidade de recursos externos. O sítio PANC em Manaus exemplifica o potencial das PANCs em sistemas agroflorestais, onde são utilizadas em consórcio com espécies convencionais, gerando renda através de vendas para restaurantes, processamento de alimentos e turismo. Isso evidencia as possibilidades de produção desenvolvidas com as PANCs.

Poppe *et al.* (2022) incorporaram PANCs em sistemas agroflorestais em propriedades rurais no Rio Grande do Sul. As PANCs foram utilizadas para cobertura do solo, protegendo mudas florestais durante estiagens, regulando umidade e insolação, promovendo fertilidade do solo e fornecendo alimentos complementares para subsistência. Essa prática não só melhora a sustentabilidade agrícola, mas também promove a resiliência socioeconômica das comunidades rurais, contribuindo para a produção sustentável e a conservação dos recursos naturais. Oliveira *et al.*, (2023), mencionam que a diversificação de produtos oriundos desse sistema de produção, assim como a conservação da biodiversidade, atua como pilares essenciais que fundamentam a sustentabilidade financeira e ecológica desses modelos produtivos.

De acordo com Echer *et al.* (2021), na Região Sul, agricultores familiares cultivam PANCs não apenas por sua utilidade na alimentação, mas também por sua apreciação estética, integrando-as em seus espaços como elementos paisagísticos. Essa prática reflete uma valorização multifacetada das espécies, evidenciando que sua função vai além do consumo alimentar. O estudo revela que, dentre as 129 espécies mencionadas pelas famílias entrevistadas, o cultivo de PANCs muitas vezes ocorre em associação com plantas alimentícias convencionais, em sistemas agroflorestais, indicando uma integração estratégica e sustentável desses recursos vegetais. Os autores também destacam que a utilização dessas plantas nas propriedades rurais não apenas diversifica a produção, mas também amplia as oportunidades comerciais. Essa prática destaca o

papel do agricultor familiar em um cenário de mercado competitivo, conferindo-lhe uma vantagem distintiva, agregando valor às atividades econômicas.

Damo *et al.* (2020) destacam o sistema agroflorestal como crucial para manter a biodiversidade vegetal, evidenciando a presença de 123 espécies em uma propriedade no sul do Brasil. Eles também ressaltam o potencial comercial dessas plantas, tanto na venda de partes como em produtos processados. Por sua vez, Barbosa (2021) aponta que o cultivo de PANCs em sistemas agroflorestais reduz a necessidade de insumos, graças à fixação biológica de nutrientes e ao controle de plantas indesejadas. Dessa forma, ao integrar as PANCs em sistemas de produção, especialmente nos agroflorestais, essa estratégia pode não apenas diversificar os produtos cultivados, mas também reduzir a dependência de insumos externos como os agroquímicos. Essa redução nos gastos melhora a rentabilidade das operações agrícolas e também promove práticas mais sustentáveis.

4 CONCLUSÃO

A diversificação e integração das Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) nos sistemas agroflorestais representam uma estratégia promissora para fortalecer a sustentabilidade e a resiliência das comunidades rurais. De acordo com diversos estudos, as PANCs trazem uma série de benefícios, desde o aumento da biodiversidade vegetal até a oferta de alimentos extras e a redução da necessidade de insumos externos na agricultura.

Ao valorizar e incluir as PANCs na agricultura, não apenas se diversificam as opções de cultivo, mas também se criam oportunidades econômicas para os agricultores familiares, tornando-os mais competitivos no mercado. Além disso, o uso das PANCs pode melhorar a segurança alimentar, preservar a biodiversidade e promover práticas agrícolas mais sustentáveis.

Do ponto de vista econômico, as PANCs podem abrir novas oportunidades de mercado. Muitas dessas plantas têm alto valor nutricional e podem ser comercializadas como produtos únicos em restaurantes e mercados locais. Isso não só aumenta a renda dos agricultores, mas também valoriza a cultura local e promove a preservação de variedades tradicionais de plantas.

Portanto, a integração das PANCs nos sistemas agroflorestais não apenas oferece uma maneira viável de enfrentar os desafios atuais da agricultura, mas também aponta para um futuro mais sustentável para as comunidades rurais e o meio ambiente. Essa abordagem pode desempenhar um papel fundamental na orientação da agricultura para um caminho mais resiliente e equilibrado, garantindo um futuro promissor para as próximas gerações.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, F. A. S. *et al.* Indicadores de sustentabilidade para sistemas agroflorestais: levantamento de metodologias e indicadores utilizados. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 60, n. spe, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.246191>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/tVw6DvpYtbHgMJtgbsHqjS/>. Acesso em: 02 abr. 2024.
- BARBOSA, M. R. **Potencialidades de sistemas agroflorestais integrados com plantas alimentícias não convencionais como estratégia para a restauração ecológica.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/14111?show=full>. Acesso em: 05 abr. 2024.
- BEZERRA, J. A.; BRITO, M. M. DE. Potencial nutricional e antioxidantes das Plantas alimentícias não convencionais (PANCs) e o uso na alimentação: Revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7159>.
- COSTA, R.; MELLO, R. Um Panorama Sobre a Biologia da Conservação e as Ameaças à Biodiversidade Brasileira. **SAPIENS - Revista de divulgação Científica**, v. 2, n. 2, p. 50–69, 2020. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/sps/article/view/5493>. Acesso em: 02 abr. 2024.
- DAMO, A.; HERRMANN, L. K.; DURIGON, J.; BESKOW, G. T. Levantamento florístico de plantas alimentícias não convencionais (PANC) em uma agrofloresta no sul do Brasil. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020.
- DURIGON, J.; MADEIRA, N. R.; KINUPP, V. F. Plantas alimentícias não convencionais (panc): da construção de um conceito à promoção de sistemas de produção mais diversificados e resilientes. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 18, n. 1, p. 268-291, 2023. DOI: <https://doi.org/10.33240/rba.v18i1.23722>.
- ECHER, R. *et al.* O saber sobre as Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) na Agricultura Familiar vinculada à Escola Família Agrícola da Região Sul (EFASUL), Canguçu, RS. **Revista Thema**, v. 19, n. 3, p. 635–655, 2021. DOI: <https://doi.org/10.15536/thema.V19.2021.635-655.2109>.
- ESCRIBANO, M.; DÍAZ-CARO, C.; MESIAS, F. J. A participative approach to develop sustainability indicators for dehesa agroforestry farms. **Science of The Total Environment**, v. 640-641, p. 89–97, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.297>.
- JESUS, B. B. S. *et al.* PANCs - plantas alimentícias não convencionais, benefícios nutricionais, potencial econômico e resgate da cultura: uma revisão sistemática. **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer – Jandaia-GO**, v.17, n.33, p. 309-322, 2020.
- LÔBO, R. L. L. *et al.* Sistemas agroflorestais na recuperação de áreas degradadas / Agroforestry systems in the recovery of degraded areas. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n4-326>.
- MORETTO, O. D. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) e agrofloresta: usos e potencialidades em Sistemas Agroflorestais da COOPEFLORESTA em Barra do Turvo/SP.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade de São Paulo (USP), 2018. Disponível em: <https://bdta.abcd.usp.br/item/003031429>. Acesso em: 05 abr. 2024.

OLIVEIRA, J. W. A.; SOARES, U. G.; ROCHA, A. P. S. DA. Estudo da viabilidade econômica e ambiental da implementação de sistemas agroflorestais. **Revista Contemporânea**, v. 3, n. 11, p. 22610–22630, 2023. DOI: <https://doi.org/10.56083/RCV3N11-132>. mai. 2024.

POPPE, J. C. *et al.* Implantação de sistemas agroflorestais em propriedades rurais familiares no Noroeste do Rio Grande do Sul. **Cadernos de Agroecologia - Anais da Reunião Técnica sobre Agroecologia - Agroecologia, Resiliência e Bem Viver**, v. 17, n. 3, 2022.

RAUBER, A. C.; LEANDRINI, J. A.; FRANZENER, G. Plantas alimentícias não convencionais utilizadas pelas famílias agricultoras do núcleo luta camponesa da rede ecovida de agroecologia, Paraná. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 16, n. 2, p.195-204, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33240/rba.v16i2.23331>.

SILVA, G. M. O potencial das plantas alimentícias não convencionais (PANC): uma revisão de literatura. **Brazilian Journal of Development**, v.8, n.2, p. 14838-14853, 2022. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n2-416>.

CAPÍTULO 22

O DESAFIO DOS AGRICULTORES FAMILIARES NA PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL NO AMAZONAS: UM ESTUDO DOS ASSENTADOS DO PA PACIÁ, MUNICÍPIO DE LÁBREA, AM

Lindomar de Jesus de Sousa Silva   
Embrapa Amazônia Ocidental, Brasil

Alessandro Carvalho dos Santos   
Embrapa Amazônia Ocidental, Brasil

Gilmar Antonio Meneghetti   
Embrapa Amazônia Ocidental, Brasil

José Olenilson Costa Pinheiro   
Embrapa Amazônia Ocidental, Brasil

Caroline Bogo Rota   
Embrapa Amazônia Ocidental, Brasil

Tania Nazarena de Oliveira Miranda   
Embrapa Amazônia Ocidental, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.732 



Resumo: A produção sustentável em assentamentos no Amazonas apresenta grandes desafios. O estado tem a maior porcentagem em áreas naturais do Brasil, e concomitantemente há municípios com o maior índice de desmatamento no país. O presente texto foi produzido a partir da pesquisa entre os assentados do PA Pacιά, em Lábrea, AM. Os dados foram tratados segundo a metodologia qualitativa e quantitativa com entrevistas a agricultores familiares que estão diretamente na produção de sistemas produtivos sustentáveis. Busca analisar a convivência da região com a expansão da pecuária, grãos e atividades de intensa escala de terra e capital e a produção sustentável adaptados às condições de produção da agricultura familiar. Como resultado podemos apontar que a produção no assentamento é feita de forma rudimentar e artesanal, com pouca adoção de tecnologia e técnicas de manejo. Essa situação pouco agride os recursos naturais, porém não conduz à construção de uma autonomia dos agricultores familiares, tanto no que consiste a segurança alimentar quanto a geração de renda.

Palavras-chave: Amazônia. Produção. Sistemas de Produção.

1INTRODUÇÃO

O Amazonas apresenta a maior porcentagem de áreas naturais do Brasil. Dados do MapBiomas (2021) indicam que o estado conta com 98,19% de cobertura natural. E ainda tem 54,73% do seu território como área protegida, e desse percentual 14,97% são unidades de conservação federal, 12,06% estadual e 27,7% terras indígenas (SDS, 2013). Tais pressupostos impõem como princípio essencial ao desenvolvimento do Amazonas a necessidade de mudanças de paradigmas capazes de enfrentar o desafio ambiental que está no “centro das contradições do mundo moderno-colonial. Afinal, a ideia de progresso e, sua versão mais atual, desenvolvimento é, rigorosamente, sinônimo de dominação da natureza!” (Porto-Gonçalves, 2017, p. 61).

Sobre esse aspecto, Hurtienne (2005, p.20) analisa que o desenvolvimento com foco na agricultura familiar precisa consolidar “sistemas de uso da terra/sistemas de produção sustentáveis adaptados às condições de produção da agricultura familiar nas vastas áreas que já se alteraram nos últimos 30 anos”, condições presentes em diversas áreas de assentamento no Amazonas.

Ao tratar da agricultura na Amazônia, Costa (2021) identifica sete diferentes trajetórias tecnológicas e produtivas. As que são conduzidas por pequenos agricultores e por agricultores de grande porte. Identifica-se que as trajetórias dos grandes agricultores não são iguais, pois destaca-se pela grande escala e intensidade de terra e capital, como também pela utilização de tecnologias avançadas e alcance do comércio em larga escala. Já os sistemas e as trajetórias familiares, de pequeno porte, ainda segundo esse autor, são dinâmicas organizadas no manejo do solo e da biodiversidade, incorporando a sustentabilidade como parte da produção, valorizando o conhecimento local e de tecnologias que convivem com a floresta, assim evitando sua supressão e uma relação predatória com os serviços ecossistêmicos. Os agricultores familiares suprimem

suas áreas florestais para garantir o cultivo de arroz, feijão, frutíferas, como também, em alguns casos, pastagens, com baixa adoção de tecnologias. Nessa perspectiva, a supressão florestal visa à criação de uma biodiversidade produtiva calcada na diversidade, com claro intuito de garantir a segurança alimentar e a comercialização de excedentes via integração do agricultor familiar aos mercados.

O presente texto pretende analisar as dinâmicas produtivas, com a finalidade de estabelecer uma análise dos desafios para uma produção agropecuária sustentável dos agricultores familiares das comunidades de Lábrea³, o município amazonense que apresenta o maior índice de desmatamento. A perspectiva analisa os desafios da produção sustentável em uma região crítica e com altos índices de supressão florestal, visando à consolidação da pecuária e produção de grãos.

Os dados referentes ao desmatamento em Lábrea mostram que, em 2022, o município perdeu 63.419 ha, superando o município de Altamira, no Pará, campeão em supressão florestal nos últimos 3 anos. Lábrea teve uma área média diária de desmatamento de 171 ha/dia (MapBiomas, 2023). Nesse cenário busca-se compreender os desafios da produção sustentável na região amazônica, em um município de convivência com a expansão da pecuária e grãos, além de atividades florestais e uma agropecuária de coleta e comércio em pequena escala de produtos in natura é uma realidade resultante da necessidade da população local. A sustentabilidade impõe a necessidade de mobilização dos fatores produtivos (capital, mão de obra, tecnologias e terra), como também de enfrentamento de desafios maiores do que em outras regiões, deve considerar como prioridade a bioeconomia, em suas dimensões sociais, ambientais e culturais, antes dos interesses meramente mercantis.

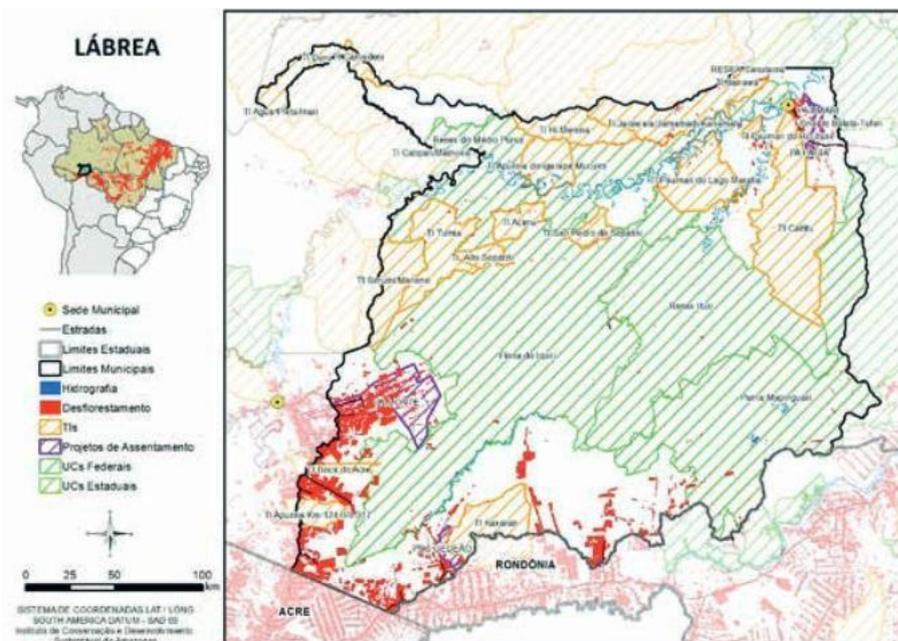
O presente estudo é resultado de um survey de viés quantitativo e qualitativo com 20 agricultores do município de Lábrea. E como resultado conclui-se que o desafio para a produção sustentável das agriculturas familiares está relacionado diretamente com os fatores sociais, econômicos e organizativos, que vão além dos desafios somente produtivos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Lábrea, estado do Amazonas. Esse município possui uma extensão territorial de 68.262,69 km² e uma população de 46.069 (IBGE, 2016). Está localizado na divisa dos estados de Rondônia e Amazonas, a 704 km de distância de Manaus, capital do estado (Figura 1).

¹ O município de Labrea, AM, possui sua geografia organizada pela Rodovia BR-230, conhecida como Transamazônica, com o trajeto de leste a oeste, que abriu a floresta aos fluxos modeladores dos últimos 60 anos na Amazônia.

Figura 1 – Município de Lábrea, Amazonas.



Fonte: Carrero *et al.* (2013) *apud* Viana, Andrade e Gimenez (2014, p.18).

Foram entrevistados 20 agricultores familiares que vivem no Projeto de Assentamento (PA) Pacia, município de Lábrea (Figura 1). O assentamento foi criado em 28 de outubro de 1999, compreendendo uma área de 5.221,3731 ha, com capacidade de 305 unidades agrícolas familiares. O acesso é feito por via terrestre pela BR-230, Km 26, distante 702 km de Manaus e 30 km da sede Lábrea (INCRA, 2011). Entrevistamos todos os agricultores que trabalham com a produção de mandioca, frutas e extrativismo de tucumã, independentemente da escala.

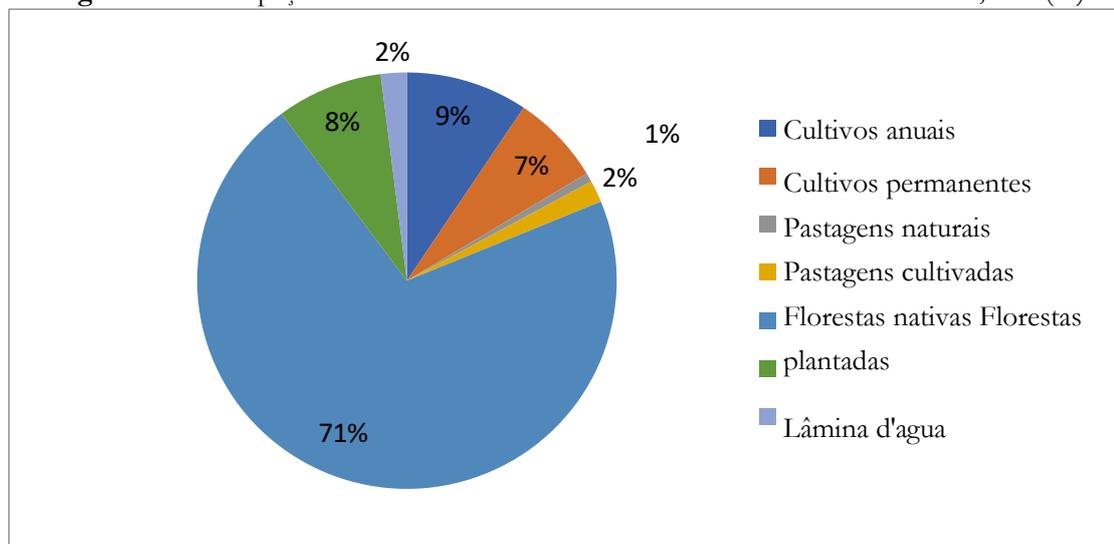
Para Oliveira (2001, p.5), a amostra por conveniência é empregada quando se deseja obter informações de maneira rápida e a baixo custo. Os dados foram coletados e sistematizados entre setembro e novembro de 2023 por meio de um questionário semiestruturado, com questões abertas e fechadas disponibilizado no aplicativo Open Data Kit (ODK), que aciona um conjunto de ferramentas de código aberto possibilitando a coleta de dados por meio de dispositivos móveis, bem como o envio desses dados a um servidor on-line. O formulário contém as seguintes informações: 1) caracterização do agricultor familiar; 2) produtos e ramos de produção; 3) utilização dos recursos naturais. Após a coleta dos dados coletados foram processados em planilha do Microsoft Excel. A estatística descritiva serviu para a análise dos dados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados coletados mostram que a floresta nativa representa 71% das áreas do conjunto dos agricultores familiares, seguido de culturas anuais (9%), principalmente mandioca, abacaxi e

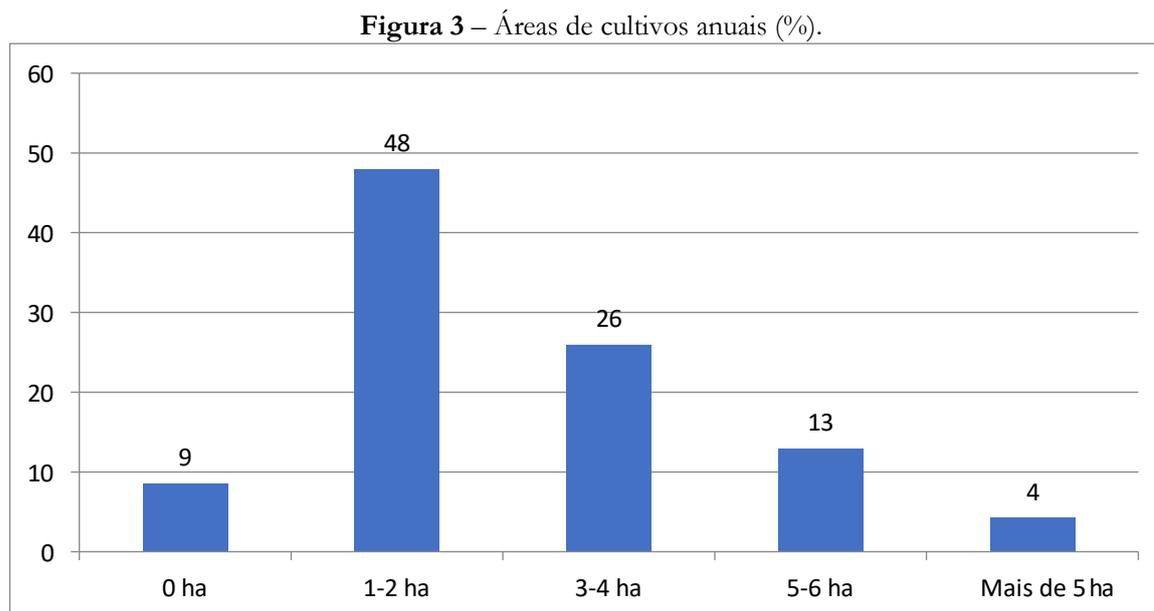
melancia; de florestas plantadas, principalmente com andirobeira (*Carapa guianensis Aubl*); pau-rosa (*Aniba rosaeodora*), castanheira (*Bertholletia excelsa*), entre outras, e por cultivos permanentes, com açaí e banana, que é uma semiperene.

Figura 2 – Participação dos cultivos e florestas nas unidades familiares de Lábrea, AM (%).



Fonte: Pesquisa de campo, organizada pelos autores, em 2023.

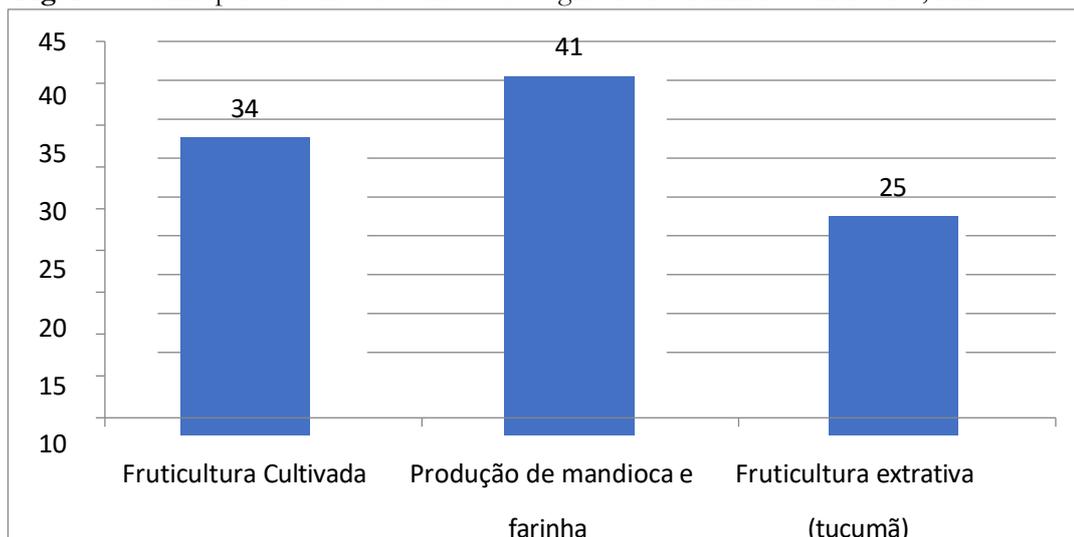
Os cultivos anuais ocupam, em 48% dos casos, áreas de 1 a 2 ha. Juntaram-se às áreas de 3 a 4 ha (26%) e passamos a ter 74% da área cultivada com culturas anuais, onde a mandioca representa 96%. Sendo a mandioca essencial para segurança alimentar e geração de renda aos agricultores, mesmo tendo um rendimento médio de 8 t ha⁻¹, o que pode sinalizar um certo esgotamento do solo, a ausência de práticas de manejo e tecnologias. Nessas condições, para Smeraldi e Santos (2021, p.1), a mandioca resiste como maior cultivo por ser um “tubérculo rústico com capacidade de ser cultivada em solos quimicamente pobres e, ao mesmo tempo, resistir a secas prolongadas”, também é “altamente resistente a pragas. Além disso, a planta pode ser armazenada por um longo período no solo. A combinação desses fatores faz da mandioca uma planta-chave para a segurança alimentar.



Fonte: Pesquisa de campo, organizada pelos autores, em 2023.

O cultivo de mandioca, principal cultura dos agricultores amazonenses, tanto para o autoconsumo como para a comercialização do excedente, no PA Pacιά, Lábrea, faz parte de uma tríade composta pela fruticultura cultivada, principalmente banana e açaí, frutas que fazem parte do autoconsumo e das estratégias de comercialização, como mostra a Figura 4. A terceira parte da tríade são as frutas extrativas, como bacaba (*Oenocarpus bacaba*), buriti (*Mauritia Flexuosa*) e patuá (*Oenocarpus batana*), entre outras, sendo a principal o tucumã (*Astrocaryum aculeatum G.Mey.*), que possui grande demanda por parte da sociedade local e da capital amazonense, com um mercado consumidor de mais de 2 milhões de habitantes.

Os dados coletados no PA Pacιά evidenciam o modo peculiar dos sistemas produtivos dos agricultores familiares no Amazonas, reforçando a leitura feita por Pereira *et al.* (2015, p. 62) de uma prática “multifuncionalidade e pluriatividade” a produções que “derivam da combinação de atividades agrícolas com atividades não tipicamente agrícolas, mas sim do manejo simultâneo de diversos recursos naturais e ecossistemas terrestres (terra firme) e aquáticos (várzea)”, como também de “atividades produtivas que combinam a agricultura e a pecuária com a exploração de recursos florestais, notadamente a exploração dos assim chamados produtos florestais não madeireiros (PFNM), a pesca e a caça”.

Figura 4 – Principais sistemas de cultivos dos agricultores familiares em Lábrea, AM.

Fonte: Pesquisa de campo, organizada pelos autores, em 2023.

A sistematização dos dados colhidos no PA Pacia impõe os desafios da consolidação de sistemas produtivos sustentáveis relacionados a dimensões sociais, econômicas, ambientais e produtivas. No campo social, a baixa escolaridade dos agricultores, com 73% deles não alfabetizados e com ensino fundamental incompleto; o envelhecimento dos agricultores, com 48% acima de 51 anos, como mostra a tabela 1. Tais aspectos revelam que a atividade agrícola não produz rendimento suficiente para a manutenção familiar, o que faz com que os agricultores recorram a outras fontes de renda para manter a reprodução familiar.

Tabela 1 – Perfil dos agricultores familiares do PA Pacia, Lábrea, AM.

Variável	Categoria da estratificação	%
Sexo	Homem	70
	Mulher	30
Idade (faixa etária)	20-30	13
	31-40	17
	41-50	22
	51 a 60	31
	Mais 60	17

Escolaridade	
Não-alfabetizado	26
Ensino Fundamental Incompleto	47
Ensino Fundamental completo	14
Ensino Médio Incompleto	13
Ensino Médio Completo	0
Ensino Superior Incompleto	0
Ensino Superior Completo	0

Fonte: Pesquisa de campo, organizada pelos autores, em 2023.

Um fato que chama atenção é que somente 26% dos agricultores vivem apenas das atividades agrícolas, sem agregação à renda de programas sociais e aposentadoria, o que mostra a dificuldade de 74% de agricultores viverem somente da produção.

No campo de acesso às políticas públicas, 70% não recebem orientação técnica, conseqüentemente têm dificuldade de acesso a tecnologias e práticas de manejo. No campo da comunicação, 92% não possuem acesso à internet. O que conseqüentemente limita o acesso a novas informações, partilhas de técnicas e acesso à produção de agricultores, técnicos e outros agentes do setor primário.

Considerando o mercado como indutor de inovação no PA Pacia, o principal é um mercado convencional, com o monopólio do canal de comercialização dos atravessadores, marreteiro. Os atravessadores abarcam 65% da produção dos agricultores. Esse mercado, definido por Schneider (2016, p.124) como convencional, segue uma dinâmica poderosa dos agentes privados que agem em diferentes níveis e modos, em ampla ação de “vender para comprar e vice-versa” e que a “principal diferença dos mercados convencionais em relação aos territoriais está no fato de dispensar um *locus* físico, são mercados placeless (sem lugar)”, e agem em todos os campos, onde é possível “fazer dinheiro”.

Tais aspectos não contribuem para que o agricultor busque inovações e melhorias do seu processo produtivo. As debilidades vivenciadas no assentamento relacionadas à atividade agrícola impõem certa dúvida sobre a continuidade da atividade entre os agricultores. Sessenta e cinco por cento dos assentados informam que nunca debateram a sucessão familiar ou que não haverá sucessão.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de produção dos assentados do PA Pacιά, Lábrea, AM, constitui uma atividade de baixo impacto ambiental, com manutenção de 71% das florestas nativas, recomposição de áreas degradadas com plantios de novas árvores nativas. Adota a estratégia de cultivos anuais (mandioca, principalmente) e frutíferas (açai e banana) como forma de atender suas demandas pelo autoconsumo e comercialização. Ocorre que a dificuldade de acesso a políticas públicas, tecnologias e técnicas de manejo mantém uma produção muito pequena e sem condições de garantir independências do atravessador e autonomia socioeconômica capaz de garantir seu bem-viver.

Agradecimento e Financiamento

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam); à Secretaria de Produção de Lábrea, pelo auxílio na atividade de campo para o desenvolvimento da pesquisa no município; e aos agricultores do PA Pacιά, em Lábrea, AM, pela acolhida e repasse de informações.

REFERÊNCIAS

CARRERO, G. C.; NOGUEIRA, O. L. M.; BARROS, H. H. D.; CENAMO, M. C.; SOARES, P. G.; PAVAN, M. N. **Análise de mudança de uso da terra e estrutura de governança ambiental nos municípios do Profloram**. Idesam: Manaus-AM, 2013.

COSTA, F. A. Structural diversity and change in rural Amazonia: a comparative assessment of the technological trajectories based on agricultural censuses (1995, 2006 and 2017). **Nova Economia**, v. 31, n. 2, p. 415-453, 2021.

HURTIENNE, T. Agricultura familiar e desenvolvimento rural sustentável na Amazônia. **Novos Cadernos NAEA**. v. 8, n. 1, p. 019-071. 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/47/0>. Acesso em: 8 mar. 2024.

IBGE. **População residente estimada: Estimativas de População – EstimaPop**. 2016.

VIANA, A. L.; ANDRADE, R. A.; GIMENEZ, B. O. Diagnóstico da cadeia produtiva da madeira no município de Lábrea-AM. Brasília: IEB, 2014

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA – INCRA. Pesquisa confirma que reforma agrária é um instrumento de combate à pobreza. **Jornal. Publicação Especial do INCRA**, V. 1, n. 2, 2011.

MAPBIOMAS. **Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil**. MapBiomas Brasil 2021. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/estatisticas/>. Acesso em: 10 mar. de 2024.

MAPBIOMAS. **Relatório Anual de Desmatamento. MapBiomias.** São Paulo, Brasil – MapBiomias.2023 Disponível em: <https://alerta.mapbiomas.org/>. Acesso em: 15 mar 2024.

OLIVEIRA, M. V. O. Amostragem não probabilística: adequação de situações para uso e limitações de amostras por conveniência, julgamento e quotas. **Administração On Line**, v. 2, n. 3, 2001.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **A globalização da natureza e a natureza da globalização** (7^a ed.). Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2017.

SDS, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Amazonas. **Amazonas 10 anos de Política Pública Em Desenvolvimento Sustentável: uma trajetória de conquistas e desafios** (2003 a 2013). Manaus: Reggo, 2013.

SMERALDI, R.; SANTOS, M. S. **Mandioca: entre Subsistência e Negócio.** Amazônia 2030, 2021. Disponível em: <https://amazonia2030.org.br/mandioca/#:~:text=A%20mandioca%2C%20um%20tub%3%A9rculo%20domesticado,e%20resistir%20a%20secas%20prolongadas>. Acesso em: 15 mar. 2024

PEREIRA, H. dos S.; VINHOTE, M. L. A; ZINGRA, A. F. C; TAKEDA, W. M. A multifuncionalidade da agricultura familiar no Amazonas: desafios para a inovação sustentável. **Revista Terceira Margem Amazônia**, v. 1, n. 5, 2015.

SCHNEIDER, S. **Mercados e agricultura familiar.** In: F. C. Marques, M. A. Conterato & S. Schneider (Eds.). **Construção de mercados e agricultura familiar: desafios para o desenvolvimento rural** (pp. 93-135). Editora da UFRGS, 2016.

CAPÍTULO 23

ALTAS DILUIÇÕES DINAMIZADAS NO DESENVOLVIMENTO DA *Beauveria bassiana*

Egabrieli Garbin   

Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV, Brasil

Thais Dal Bello   

Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV, Brasil

Mariana Fiedler   

Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV, Brasil

Pedro Boff   

Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV, Brasil

Mari Inês Carissimi Boff   

Empresa de Pesquisa Agropecuária – Estação Experimental de Lages, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.733 



Resumo: Objetivo: avaliar a velocidade de crescimento micelial da *Beauveria bassiana* tratada com altas diluições dinamizadas. Metodologia: o experimento foi conduzido no Laboratório de Homeopatia e Saúde Vegetal da EPAGRI- Lages/SC, utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se de *Barrita carbonica*, *Kali iodatum* e *Sepia succus*, todos na potência de 30CH (CH=ordem de diluição centesimal hahnemanniana) e água destilada esterilizada como controle. Os tratamentos, na proporção de 5%, foram adicionados ao meio de cultura batata-dextrose-ágar, imediatamente antes da solidificação e vertido em placas de Petri. Em cada placa foi repicado o fungo *B. bassiana* em disco de 0,7 cm de diâmetro. As placas foram transferidas e mantidas em câmara incubadora a 25 °C e fotoperíodo de 12 horas. O diâmetro da colônia foi avaliado durante três dias e transformado em índice de velocidade de crescimento micelial. As médias foram comparados pelo teste de Tukey a 5%. Resultados: valores do índice de velocidade de crescimento micelial da *B. bassiana* não apresentaram diferença estatística. Conclusão: estudos com a associação das altas diluições dinamizadas buscando a promoção de crescimento da *B. Bassiana*, necessita variar suas potencias e ampliar o *screening*.

Palavras-chave: Biomassa fúngica. Controle microbiano. Homeopatia.

1 INTRODUÇÃO

A aplicação de fungos entomopatogênicos como forma de manejo de insetos-praga tem importância essencial na transição de sistemas convencionais para sistemas de cultivo agroecológico, cujos alimentos saudáveis estão em crescente demanda pelo consumidor (Bamisile *et al.*, 2018). O fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*, por habitar diferentes espécies vegetais e de possuir diversos artrópodes como hospedeiros, é a espécie mais comum e populosa do grupo de entomopatógenos (Jones *et al.*, 2018). *B. bassiana* tem sido relatada ocorrer naturalmente em cultivos comerciais de milho (Jones *et al.*, 1994) e cacau (Vega *et al.*, 2003). Também é citada como colonizadora de tecidos de plantas e estimuladora de crescimento (Kwasna *et al.*, 2016).

Microrganismos entomopatogênicos produzidos comercialmente, se limitam na sua estabilidade de formulação e multiplicação em laboratório pelas variações de temperatura, luz e tempo de armazenamento (Sinha *et al.*, 2016). A temperatura ótima para seu desenvolvimento é de 25 °C e a multiplicação ao longo do armazenamento, implica diretamente em curto prazo na validade e/ou viabilidade dos propágulos (Bugeme *et al.*, 2008; Garcia-Estrada *et al.*, 2016). A busca por formas eficientes de multiplicação de fungos entomopatogênicos, que contribuem diretamente para o Manejo Integrado de Pragas, demanda práticas tecnológicas de baixo impacto ambiental, de custos reduzidos e que sejam exequíveis na conservação e manutenção da propagação de seus propágulos em laboratório (Felizatti *et al.*, 2021). Literatura recente, tem demonstrado efeitos significativos de altas diluições dinamizadas sobre fungos (Modolon *et al.*, 2014).

O uso das altas diluições dinamizadas é indicado por seu alto potencial tecnológico para sistemas produtivos orgânico e agroecológico, bem como na redução de agrotóxicos da agricultura convencional (Stangarlin *et al.*, 2020). O equilíbrio de organismos/ ambiente, pode ser atingido com

o uso das altas diluições dinamizadas, por meio de uma tecnologia simples e acessível, principalmente, para pequenos agricultores familiares (Labigaline *et al.*, 2020). Homeopatia é baseada no princípio da semelhança, quando o medicamento possui sintomas semelhantes aos da doença/problema do organismo, ele estimula reatividade homeostática e torna esse organismo saudável (Teixeira, 2012).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o índice de velocidade de crescimento micelial da *B. bassiana* tratada com altas diluições dinamizadas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Homeopatia e Saúde Vegetal da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina- Epagri, Lages/ SC, em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições. A cepa ICBBbas004 do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* foi utilizada, sendo fornecida pela Empresa ICB BIOAGRITEC Ltda.

Os tratamentos constituíram-se das altas diluições dinamizadas de *Barrita carbonica*, *Kali iodatum* e *Sepia succus*, todas na potência de 30CH (CH= ordem de diluição centesimal hahnemanniana) e água destilada e esterilizada como controle. A seleção das altas diluições dinamizadas utilizadas para os testes, foi baseada na analogia com a Matéria Médica Homeopática (Lathoud, 2010). As matrizes das altas diluições dinamizadas foram adquiridas em farmácia Homeopática na potencia 3CH e, antes da aplicação, foram derivadas à potencia de uso em solução de água destilada esterilizada, seguindo a metodologia descrita na Farmacopeia Homeopática Brasileira (Brasil, 2011). O fungo entomopatogênico *B. bassiana* foi multiplicado em meio de batata-dextrose-agar (BDA) e incubadas por 15 dias em câmara incubadora (BOD) a 25 °C e fotófase de 12 horas, até a esporulação completa das colônias.

Na instalação do bioensaio, cada tratamento, na proporção de 5%, foi homogeneizado em 20 ml de meio de cultura Batata- Dextrose- Agar (BDA) antes da solidificação e vertido em placas de Petri. No centro das placas, foi repicado sobre o meio de cultura um disco de 0,7 mm de diâmetro, colonizado com *B. bassiana*. As placas foram acondicionadas em câmara incubadora (BOD) a 25 °C e fotoperíodo de 12 horas.

Durante quatro dias, após a repicagem, com o auxílio de paquímetro digital, mediu-se o diâmetro micelial das colônias, obtido através da média das medidas diametricamente opostas e expresso em centímetros (cm) e considerando o disco inicial (0,7 cm) da *B. bassiana*. A partir desses dados foi calculado o índice de velocidade de crescimento micelial, utilizando a fórmula $\sum(D-D_0)/N$, descrita por Carvalho *et al.* (2011) onde: IVCM = Índice de Velocidade de Crescimento

Micelial; D = diâmetro médio atual da colônia; Da = diâmetro médio da colônia do dia anterior; N = número de dias após a inoculação. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5%, com auxílio do software estatístico R (R Core Team, 2022).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado estatístico do índice de velocidade de crescimento micelial da *Beauveria bassiana*, indica que não houve diferença entre os tratamentos testados (Tabela 1). De modo geral, se observa a compatibilidade entre o fungo entomopatogênico *B. bassiana* e as altas diluições dinamizadas. Damini *et al.* (2014) observaram o aumento da produção de unidades formadoras de colônias da *B. bassiana* tratada com *Calcareo carbonica* 30CH, *Kali iodatum* 100CH, *Phosphorus* 3CH, *Silicea* 30CH, *Staphysagria* 30 CH e *Thuya occidentalis* 200 CH. A variável UFC caracteriza a produção de estruturas de crescimento do fungo, como micélio e hifas e determina o potencial de dispersão e colonização do entomopatógeno em novos locais (Leite *et al.*, 2003; Almeida - Filho, 2006).

Tabela 1 – Índice de velocidade de crescimento micelial do fungo entomopatogênico de *Beauveria bassiana* (ICBBbas004) cultivado no meio BDA com altas diluições dinamizadas na potência de 30CH. Lages, 2024.

Tratamentos	IVCM (cm/ dia)
Controle	2,0 ^{ns}
<i>Barrita carbonica</i>	2,3
<i>Kali iodatum</i>	2,0
<i>Sepia succus</i>	2,0

Nota: ns: não significativo.

Fonte: elaborada pela autora.

Pesquisas já reportadas por Garbin *et al.* (2023), demonstraram que *Carbo vegetabilis* e *Digitalis purpurea* 30CH aumentaram 50% do diâmetro micelial do fungo antagonista *T. asperellum in vitro*. Estudos com o objetivo de promoção da multiplicação de fungos utilizados no controle microbiano de pragas, ainda precisam ser mais explorados de modo a ampliar o *screening* de substâncias e variar suas respectivas potências. Portanto, há necessidade de serem avaliadas altas diluições dinamizadas diferentes e potências, além de utilizar outras metodologias de análise de crescimento da biomassa fúngica, uma vez que, o organismo só se revitalizará, se a alta diluição dinamizada apresentar a mesma frequência/ semelhança ao organismo desequilibrado (Bonato, 2012).

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que os tratamentos testados não influenciaram o índice de velocidade de crescimento micelial do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*.

Agradecimentos e financiamento

A Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação de Santa Catarina- FAPESC (Projeto PAP 2021, conv. FAPESC/2021TR879). CAPES e CNPq pelas bolsas concedidas a primeira e última autora respectivamente.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. E. M.; BATISTA FILHO, A. Controle biológico da cigarrinha-da-raiz da cana-de-açúcar com o fungo *Metarhizium anisopliae*. **Boletim Técnico do Instituto Biológico**. São Paulo. p. 19, 2006.

BAMISILE, B. S. Prospects of endophytic fungal entomopathogens as biocontrol and plant growth promoting agents: an insight on how artificial inoculation methods affect endophytic colonization of host plants. **Microbiol. Res.** v. 217, p. 34–50, 2018.

BONATO, C.M. *et al.* **Homeopatia simples: alternativas para a agricultura familiar**. Marechal Cândido Rondon. Líder, p. 36, 2012

BRASIL. **Farmacopeia Homeopática Brasileira**. São Paulo: Atheneu. ed. 3, p. 364, 2011.

BUGEME, D. M. *et al.* Effect of temperature on virulence of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* isolates to *Tetranychus evansi*. **Exp. Appl. Acarol.** v. 46, 275–285, 2008.

CARVALHO, R. R. C. *et al.* Efeito da temperatura no crescimento micelial, produção e germinação de esporos de *Thielaviopsis paradoxa* isolado de coqueiros em Sergipe. **Scientia Plena**. v. 7, n. 9, p. 5, 2011.

DAMIN, S. *et al.* Preparados homeopáticos sobre a atividade do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Ascomycota: Cordycipitaceae). **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 9, n. 3, p. 41–53, 2014.

FELIZATTI, A. P. *et al.* Encapsulation of *B. bassiana* in biopolymers: improving microbiology of insect pest control. **Frontiers in Microbiology**. v. 12, p. 704812, 2021.

GARBIN, E.; BOFF, P.; BOFF, M. I. C. Ação de altas diluições dinâmicas no crescimento micelial de *Beauveria bassiana*. In: **Anais do Seminário Regional de Plantas Bioativas e Homeopatia**; Jornada Sul Brasileira de Pesquisa em Plantas Mediciniais e Homeopatia. Passo Fundo (RS) UPF; EMATER/RS, 2023. Disponível em: <https://www.event3.com.br/anais/plantasbioativashomeopatia2023/670322-ACAO-DE-ALTASDILUICOES-DINAMIZADAS-NO-CRESCIMENTO-MICELIAL-DE-BEAUVERIABASSIANA>. Acesso em: 23 abr. 2024.

GARBIN, E.; BOFF, P.; BOFF, Mari I. C. Altas diluições dinâmicas no crescimento micelial de *Trichoderma asperellum*. In: **Anais do Seminário Regional de Plantas Bioativas e Homeopatia**; 7 Jornada Sul Brasileira de Pesquisa em Plantas Mediciniais e Homeopatia. Passo Fundo (RS) UPF; EMATER/RS, 2023. Disponível em: <https://www.event3.com.br/anais/plantasbioativashomeopatia2023/670624-ALTAS->

DILUICOESDINAMIZADAS-NO-CRESCIMENTO-MICELIAL-DE-TRICHODERMA-ASPERELLUM. Acesso em: 23 abr. 2024.

GARCÍA-ESTRADA, C.; CAT, E.; SANTAMARTA, I. *Beauveria bassiana* as biocontrol agent: formulation and commercialization for pest management. *In: Agriculturally Important Microorganisms: Commercialization and Regulatory Requirements in Asia*. p. 81–96, 2016.

JONES, K. D. **Aspects of the Biology and Biological Control of the European Corn Borer in North Carolina**. Ph.D. Thesis, North Carolina State University, Raleigh, NC, USA, 1994.

KWASNA, H.; SZEWCZYK, W. Effects of fungi isolated from *Quercus robur* roots on growth of oak seedlings. *Dendrobiology*. v. 75, p. 99–112, 2016.

LABIGALINE, I. *et al.* Green manure, *Trichoderma asperellum* and homeopathy in cultivating the biquinho pepper. *Rev Ciênc Agron*. v. 51, n. 3, p. e20196681. 2020.

LATHOUD, J. A. **Estudos de matéria médica homeopática**. Editora Organon. São Paulo. ed. 3, p. 937, 2010.

LEITE, L. G. *et al.* **Produção de fungos entomopatogênicos**. Ribeirão Preto: Oesp, p. 92, 2003.

MODOLON, T. A. *et al.* Mycelium growth of early tomato blight pathogen, *Alternaria solani*, subjected to high dilution preparations. *Biological agriculture & Horticulture*. p. 2- 3, 2014.

SINHA, K. K.; CHOUDHARY, A. K.; KUMARI, P. Entomopathogenic fungi. **Ecofriendly Pest Management for Food Security**. p. 475–505, 2016.

STANGARLIN, J. R. Homeopatia na agricultura. *In: AMARAL, H. F.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Agricultura em bases agroecológicas e conservacionista*. Ponta Grossa: Atena, p. 267, 2020.

TEIXEIRA, M. Z. Rebound effect of drugs: fatal risk of conventional treatment and pharmacological basis of homeopathic treatment. **International Journal of High Dilution Research**. v. 11, n. 39, p. 69-106, 2012.

VEGA, F. E. *et al.* Fungal entomopathogens: new insights on their ecology. **Fungal Ecol**. v. 2, p. 149–159. 2009.

CAPÍTULO 24

INOCULAÇÃO ENDOFÍTICA DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS EM *Urochloa ruziziensis* [(HOCHST. EX A. RICH.) R. D. WEBSTER PARA O CONTROLE BIOLÓGICO DE *Sipha flava* (HEMIPTERA: APHIDIDAE)

Michelle Oliveira Campagnani   

Pós-Doutorado – Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora – MG, Brasil

Alexander Machado Auad   

Pesquisador A – Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora – MG, Brasil

Tiago Teixeira de Resende   

Técnico A - Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora – MG, Brasil

Luís Augusto Calsavara   

Bolsista Iniciação Científica CNPq – Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora – MG, Brasil

Bruno Antônio Verissimo   

Doutorando PPG Biodiversidade e Conservação da Natureza – UFJF - Juiz de Fora – MG, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.734 



Resumo: A gramínea *Urochloa ruziziensis* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster (*sin. Brachiaria ruziziensis*) [Hochst. ex A. Rich Stapf] fonte de pastejo para o gado é atacada por *Sipha flava* (Forbes) (Hemiptera: Aphididae), causando danos às plantas. Uma alternativa sustentável no controle biológico desses insetos é usar fungos entomopatogênicos. Assim, objetivou-se avaliar a capacidade de infecção dos fungos entomopatogênicos *Fusarium* sp.: UFMGCB 11443 e *Metarhizium* sp.: UFMGCB 11444 aplicados via tratamentos de sementes de *U. ruziziensis* para controlar *S. flava*. No ensaio com *S. flava* foram 10 repetições por tratamento com 10 pulgões adultos por planta; os fungos foram aplicados via tratamento de sementes. Cada vaso foi coberto por gaiola para evitar fuga dos insetos. Após 30 dias, o número de insetos vivos foi quantificado. Os fungos *Fusarium* sp. e *Metarhizium* sp. reduziram significativamente o número de *S. flava* comparado ao controle, onde sementes de *U. ruziziensis* não foram tratadas com fungos entomopatogênicos. Entre os fungos testados a maior eficiência foi constatada em plantas advindas de sementes tratadas com *Metarhizium* sp. UFMGCB 11444 com redução de 50% comparado a testemunhas, na qual a população média era de 1966 indivíduos. Endofítia com fungos entomopatogênicos é promissora no controle biológico.

Palavras-chave: Controle Microbiano. Forragem. Pragas.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o país responsável por deter o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, sendo este desde 2020 o país que mais exporta a carne bovina no mundo, ultrapassando o segundo maior exportador a Austrália em mais de 40%. A maior parte do gado brasileiro é criada em sistema de pecuária extensiva e ingere grande quantidade de biomassa de gramíneas suplementadas com sal e minerais (De Lima *et al.*, 2014; Cunha, 2020; USDA, 2021).

O Brasil enfrenta vários problemas devido a esses sistemas extensos. Extensas monoculturas de *Urochloa* spp. [(Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster (sinônimo de *Brachiaria* spp.) [Hochst. ex A. Rich Stapf], são atacadas por diversas pragas em pastagens. Os afídeos, como a *Sipha flava* (Forbes) (Hemiptera: Aphididae), em níveis populacionais altos causam danos injetando substâncias tóxicas que ocasionam clorose nas folhas das gramíneas (Kolbe, 1969).

Um dos métodos de controle destas pragas é o controle biológico, que é alternativo ao uso dos inseticidas sintéticos e tomando como preferência a utilização de fungos entomopatogênicos que promoveram uma agricultura sustentável (Parra *et al.*, 2002). Os fungos *Fusarium* sp. UFMGCB 11443 (Link ex Grey, 1821) (Ascomycota) e *Metarhizium* sp. UFMGCB 11444 (Metsch.) (Ascomycota) são eficientes no controle de insetos-praga (Campagnani *et al.*, 2017; Oliveira Netto *et al.*, 2023). Portanto, levantou-se a hipótese de que estas espécies de fungos, colonizam as plantas de *Urochloa ruziziensis* (R. Germ.& Evrard) Crins tornando-a vetores eficientes no controle biológico de *S. flava* por meio da endofítia, via tratamento de sementes.

Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o potencial de redução da população de *Shipa flava* em *U. ruziziensis* por meio do tratamento de sementes com fungos entomopatogênicos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os fungos entomopatogênicos *Fusarium* sp. UFMGCB 11443 (GenBank=ON831395) e *Metarhizium* sp.: UFMGCB 11444 (GenBank=ON831396) foram previamente isolados de cigarrinhas *Mahanarva spectabilis* (Distant) (Hemiptera: Cercopidae) em um sistema silvipastoril no Estado do Maranhão, Brasil.

O experimento foi conduzido em julho de 2023 e constituído de um delineamento inteiramente casualizado (DIC) testando 3 tratamentos, ou seja, plantas advindas de sementes inoculadas com o fungo *Metarhizium* sp. UFMGCB 11444, plantas advindas de sementes inoculadas com o fungo *Fusarium* sp. UFMGCB 11443 e o controle, que constituiu de plantas sem nenhum tipo de inoculação pelos fungos.

Para inoculação dos fungos, as sementes de *U. ruzizienses* foram higienizadas com etanol a 70% (1 min), lavadas com água destilada estéril (2 min), imersas em 2% de hipoclorito de sódio (1 min) e lavadas novamente com água destilada estéril (2 min). Logo em seguida, cerca de metade das sementes foram imersas em suspensões dos três tipos de tratamento separadamente (*Metarhizium* sp. UFMGCB 11444 ou *Fusarium* sp. UFMGCB 11443 ou água destilada estéril) na concentração de 1×10^8 conídios/ml, durante 30 min. Logo após, as sementes tratadas e aquelas não tratadas (controle) foram plantadas em casa de vegetação em vasos de plásticos de 1L, preenchidos com solo obtido no campo Experimental da Embrapa Gado de Leite (CEJHB), em Coronel Pacheco, MG.

Dez sementes depositadas em cada vaso foram cobertas com vermiculita. Os vasos contendo as dez sementes tiveram irrigação automática três vezes ao dia, durante 15 minutos. Após 45 dias, foi realizada a primeira poda, deixando as plantas com 15 cm de altura. Os insetos utilizados vieram da coleção de afídeos do Laboratório de Entomologia na sede da Embrapa Gado de Leite em Juiz de Fora, MG.

No ensaio com *S. flava* foram realizadas 10 repetições por tratamento com 10 pulgões adultos em cada planta, advindas de sementes tratadas com fungos entomopatogênicos ou água destilada estéril. Cada vaso foi coberto por uma gaiola para evitar a fuga dos insetos. Após 30 dias, o número de insetos vivos foi quantificado.

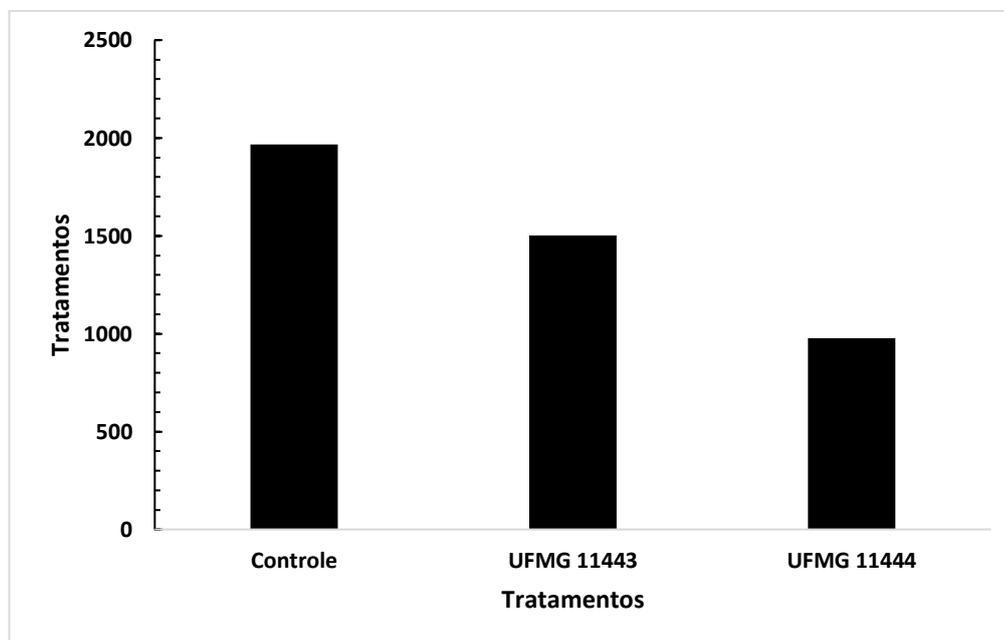
Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, pelo programa estatístico SPSS Statistics versão 22.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fungos entomopatogênicos são multifuncionais, além da sua ação direta de biocontrole contra pragas de insetos por diferentes técnicas de inoculação, estes também podem desempenhar um papel importante na redução da herbivoria, após sua colonização de plantas como endófitos. A presença de entomopatogênicos endofíticos podem influenciar a dinâmica populacional de insetos, diminuindo o ataque de pragas (Gurulingappa *et al.*, 2010). Este fato foi comprovado na presente pesquisa, na qual denotou-se que os fungos *Fusarium* sp. UFMGCB 11443 e *Metarhizium* sp. UFMGCB 11444 reduziram significativamente ($F_{(30,2)} = 299,83$; $p \leq 0,001$) o número de *S. flava* comparado ao controle, no qual as sementes de *U. ruziziensis* não foram tratadas com fungos entomopatogênicos.

Entre os fungos testados a maior eficiência foi constatada em plantas advindas de sementes tratadas com *Metarhizium* sp. UFMGCB 11444 (Fig.1) com redução de 50 %, quando comparado a testemunhas, na qual a população média era de 1966 indivíduos. Esses mesmos fungos também foram capazes de conter o aumento populacional de *Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera) em *Brassica oleracea* var *acephala*, L., reduzindo em mais de 50% a infestação dos pulgões em relação ao controle (Campagnani, 2021).

Figura 1 – Densidade populacional média de *Sipha flava*, 30 dias após serem infestadas com 10 ninfas em plantas de *Urochloa ruziziensis*, advindas de sementes tratadas com os fungos entomopatogênicos *Metarhizium* sp. UFMGCB 11444, *Fusarium* sp. UFMGCB 11443, bem como aquelas sem a presença de fungos (controle). Letras diferentes entre os tratamentos indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey a 5%.



Fonte: Autores, 2024.

Os fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* (Bals.) e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok são mundialmente conhecidos e utilizados como agentes biocontroladores de pragas agrícolas de várias espécies em diversas ordens (Alves *et al.*, 2008), inclusive a dos afídeos em geral (Loureiro; Moino Jr., 2006). O estudo realizado por Kim *et al.* (2007) relatou que fungos entomopatogênicos, como *B. bassiana* e *Lecanicillium lecanii* [= *Verticillium lecanii* (Zimmerman) Viégas], controlaram a população de *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera: Aphididae) no algodão. Loureiro e Moino Jr. (2006) obtiveram 100% de mortalidade de *A. gossypii* e *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) após oito dias da infecção com *L. lecanii* e *Paecilomyces fumosoroseus* (Wise) (Deuteromycotina: Hyphomycetes) reafirmando a eficiência dos fungos entomopatogênicos no controle de pulgões. Porém, enfatiza-se que essas pesquisas foram realizadas via pulverização dos fungos nas plantas. Por meio dos resultados da presente pesquisa foi possível confirmar a endofítia via tratamento de semente, dos fungos utilizados, sendo essa técnica promissora no controle de pragas na agricultura.

4 CONCLUSÃO

A técnica de inoculação de fungos entomopatogênicos por endofítia via tratamento de sementes em *U. ruzizienses*, é uma alternativa viável para diminuir populações de *S. flava* que foram suscetíveis aos fungos entomopatogênicos *Metarhizium* sp. UFMGCB 11444 e *Fusarium* sp. UFMGCB 11443.

Agradecimentos e financiamento

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e tecnológico (CNPq, Brasil) e a FAPEMIG, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS

ALVES, S. B., LOPES, R. B., VIEIRA, S. A., TAMAI, M. A. **Fungos Entomopatogênicos usados no controle de pragas na América latina.** In: ALVES, S. B.; LOPES, R. B. Controle microbiano de pragas na América Latina. Piracicaba: Fealq, p.69-110, 2008.

CAMPAGNANI, M. O. **Inoculação endofítica de fungos entomopatogênicos como meio de controle de insetos-praga.** São João Del Rei: UFSJ, 2021. 188 p. Tese (Doutorado em Bioengenharia) – Programa de Pós-Graduação em Bioengenharia, Universidade Federal de São João Del Rei, São João Del Rei. Brazil.

CAMPAGNANI, M. O., GARCIA, W. C., ROSA, H.L., AUAD, A. M., AMORIM, S. S., CANGUSSU, M., MAURICIO, M. R. Prospection and Fungal Virulence Associated with *Mahanarva spectabilis* (Hemiptera: Cercopidae) in an Amazon Silvopastoral System. **Florida Entomologist**, v. 100, n. 2, p. 425-432, 2017.

CUNHA, C. F. C. **Análise de viabilidade da produção de carne bovina premium via confinamento.** Tese de Doutorado. 2020.

DE LIMA, J. G., BANNINK, A., DESSELARR, A., BARIONI, L. G., SIQUEIRA, G. R., BELONI, T., SANTOS, P. M. **Emissão de metano em sistemas de produção de bovinos de corte brasileiro**, 2014.

GURULINGAPPA, P., SWORD, G., MURDOCH G., MCGEE, P. A. Colonization of crop plants by fungal entomopathogens and their effects on two insect pests when in planta. **Biol Control**, v. 55, p. 34–41, 2010.

KIM, J. J. Influence of *Lecanicillium attenuatum* on the development and reproduction of the cotton aphid, *Aphis gossypii*. **BioControl**, v. 52, p. 789–799, 2007.

KOLBE, W. Investigaciones sobre la aparición de diversas espécies de pulgones como causa de merma de rendimento y calidad em cerealicultura. Pflanzenschutz – Nachrichten Bayer, **Leverkusen**, v. 22, p. 187-224, 1969.

LOUREIRO, E. S., MOINHO, JR. A. Patogenicidade de fungos hifomicetos aos pulgões *Aphis gossypii* (Glover) e *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Neotrop Entomol**, v. 35, p. 660-665, 2006.

OLIVEIRA NETTO, P. M., AUAD, A. M., MENDONÇA, M. O. C., RESENDE, T. T., DUARTE, M., VERÍSSIMO, B. A., CALSAVARA, L. A., OLIVEIRA, C. M. **Endophytic Potential of Entomopathogenic Fungi Associated with *Urochloa ruziziensis* for the Control of Spittlebugs (Hemiptera: Cercopidae).** Florida Entomologist, 2024.

PARRA, J. R. P., BOTELHO, P. S. M., CORRÊA-FERREIRA, B. S., BENTO, J. M. S. Controle Biológico: uma visão inter e multidisciplinar. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle Biológico no Brasil: parasitóides e predadores.** São Paulo: Manole, 1, 125-142, 2002.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - **Market and trade data.** 2021. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/index.php> (Acesso em: 15 Fev 2024).

CAPÍTULO 25

LEVANTAMENTO DE COCCINELÍDEOS ASSOCIADOS A CULTIVO DE SORGO NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO

Lucas Matheus Monteiro dos Santos   

Graduando em Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE-UAST), Serra Talhada –PE, Brasil

Cláudia Helena Cysneiros Matos   

²Docente, Doutora em Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE-UAST), Serra Talhada –PE, Brasil

Maria Janiele Alexandre Carvalho   

Graduanda em Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE-UAST), Serra Talhada –PE, Brasil

Carlos Romero Ferreira de Oliveira   

Docente, Doutor em Entomologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE-UAST), Serra Talhada –PE, Brasil

Marta Laura de Souza Alexandre   

Graduanda em Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE-UAST), Serra Talhada –PE, Brasil

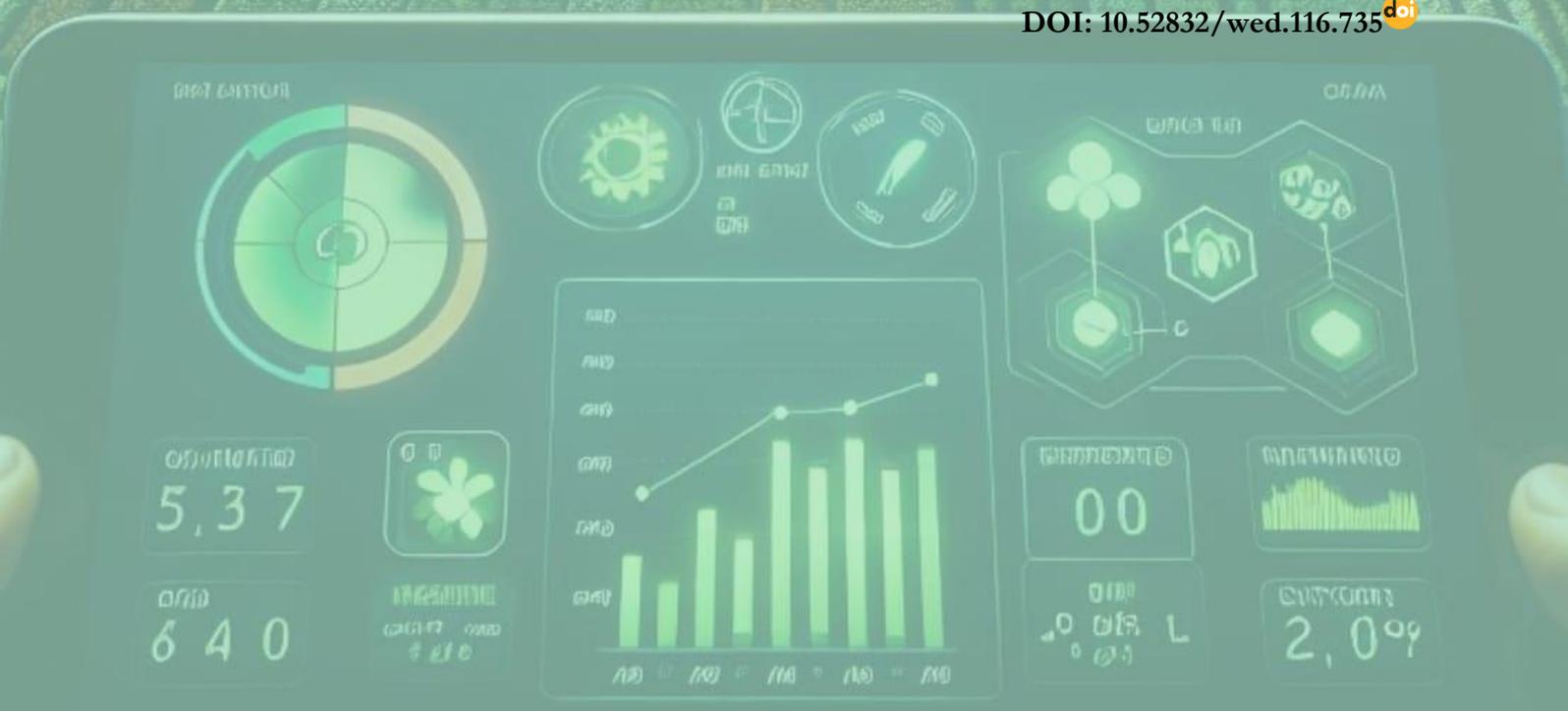
Pamela Estefane de Souza Santos   

Graduanda em Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE-UAST), Serra Talhada –PE, Brasil

Nadyelly Rayres Moraes Muniz   

Graduanda em Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE-UAST), Serra Talhada –PE, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.735 



Resumo: Nos últimos anos, os danos ocasionados pelo complexo *Melanaphis sacchari/sorghii* (Hemiptera: Aphididae) têm limitado o desenvolvimento adequado do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) no estado de Pernambuco. O objetivo desta pesquisa foi realizar o levantamento de coccinelídeos associados ao cultivo de sorgo variedade SF15 a fim de promover estudos futuros sobre o possível potencial de controle biológico sobre *M. sacchari/sorghii*. Foram realizadas coletas semanais (6 coletas), com uso de sugador entomológico e armadilhas do tipo *Moericke*. Os insetos coletados foram identificados em nível de espécie e calculou-se os seguintes índices: Shannon-Weaner, Margalef e Pielou, além dos índices faunísticos Dominância, Abundância, Frequência e Constância, por meio do programa ANAFAU. Foram coletados 180 exemplares de Coccinellidae: *Hippodamia convergens* (168 indivíduos), *Cycloneda sanguinea* (3 indivíduos), *Curinus* sp. (7 indivíduos) e *Zagreus bimaculosus* (2 indivíduos). Os índices faunísticos mostraram *H. convergens* como espécie predominante nos levantamentos (93,33%) no agroecossistema estudado. A espécie *H. convergens* foi o coccinelídeo com maior abundância no cultivo de sorgo. Estas informações servem de base para implementação de programas de manejo integrado de pragas na referida cultura e possibilitam estudos futuros para avaliação do potencial deste coccinelídeo no controle biológico de *M. sacchari/sorghii*.

Palavras-chave: Controle biológico. *Hippodamia convergens*. Índices de diversidade. *Sorghum bicolor*.

1 INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma das principais culturas agrícolas produzidas no Brasil e é o quinto cereal mais produzido no mundo. Hoje, o sucesso com a produção desta cultura está atrelado a fatores como o melhoramento genético que tem proporcionado o desenvolvimento de variedades adaptadas às diferentes regiões do país. Além disso, na região Nordeste, esta cultura tem ganhado espaço devido às suas características de tolerância a fatores abióticos, como o estresse hídrico, salinidade e encharcamento (Simplício *et al.*, 1999; Tabosa *et al.*, 2002).

Dessa forma, muitos produtores, em regiões com escassez de chuva, estão optando pelo cultivo do sorgo em substituição ao milho (Ávila, 2018; Monteiro *et al.*, 2004; Tabosa *et al.*, 2002), tendo em vista que esta cultura possui maior eficiência no uso da água, por ser considerada resistente a seca (Simplício *et al.*, 1999) e em condições de restrição hídrica o seu potencial chega a equiparar-se ao do milho (Devnarain *et al.*, 2016; Tabosa *et al.*, 2019).

Apesar do sucesso com a produção desta cultura no semiárido, muitos problemas de ordem fitossanitária têm limitado sua produtividade. Dentre as principais pragas que podem causar danos econômicos ao sorgo, os pulgões representam um importante grupo, onde os danos ocasionados são em decorrência da alimentação dos adultos e ninfas por meio da sucção da seiva dos vasos liberianos, além de injetar toxinas e transmitir viroses às plantas (Chung *et al.*, 2021; Fernandes *et al.*, 2021; Setokuchi; Muta, 1993).

Dentre as espécies de maior relevância estão o pulgão-verde *Schizaphis graminum* Rondani (1852), o pulgão-do-milho, *Rhopalosiphum maidis* Fitch (1856), o pulgão-da-cana-de-açúcar *Melanaphis sacchari* Zehntner (1897) e o pulgão-do-sorgo *Melanaphis sorghii* Theobald (1904). Nos

últimos anos, no Brasil, *M. sacchari* tem assumido maior importância (Fernandes *et al.*, 2021) junto com *M. sorghi* causando danos significativos nas lavouras desde 2019 (Mendes *et al.*, 2020). Na safra de 2019/2020 o pulgão *M. sacchari/sorghi* foi registrado causando danos econômicos em várias regiões do país.

Matheus (2023) em estudos com sorgo registrou pela primeira vez no semiárido pernambucano a ocorrência do complexo *Melanaphis sacchari/sorghi*. Desde então, esta praga vem se expandindo e ocasionando danos significativos aos cultivos, devido ao seu rápido crescimento populacional. Hoje, ainda não há produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o manejo de *M. sacchari/sorghi* (Agrofit, 2024). No entanto, o principal método adotado pelos produtores é a aplicação de defensivos químicos sintéticos (Brewer *et al.*, 2017; Rodríguez; Terán, 2015). Entretanto, o uso de moléculas não registradas pode resultar em problemas ecológicos como a ocorrência de resistência da praga a estes produtos e a morte da entomofauna benéfica (Islam *et al.*, 2022; Zeb *et al.*, 2016), além da contaminação do solo e cursos de água devido ao uso indiscriminado.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi realizar o levantamento de coccinelídeos associados a cultivo de sorgo variedade SF15 a fim de promover estudos futuros sobre o possível potencial de controle biológico para *M. sacchari/sorghi*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em área experimental na Unidade Acadêmica de Serra Talhada da Universidade Federal Rural de Pernambuco (07° 57' 01" S e 38° 17' 53" O). A região é caracterizada por apresentar clima do tipo BswH segundo a classificação de Köppen (clima semiárido e quente) (Alvares *et al.*, 2014).

As amostragens foram realizadas no período de janeiro a fevereiro de 2023 em área de sorgo da variedade SF15 com aproximadamente 400 m² (Figura 1). Para isto, utilizou-se sugadores entomológicos e armadilhas do tipo *Moericke*. Para a coleta ativa (sugador), foram amostradas dez plantas adotando o caminhar em ziguezague, enquanto que para a coleta passiva foram distribuídas, de forma aleatória na área de cultivo, seis armadilhas do tipo *Moericke* confeccionadas com recipientes plásticos de coloração amarela, contendo no seu interior 300 mL de água e detergente neutro (5%). Semanalmente os insetos foram coletados e o líquido da armadilha renovado. Os espécimes foram levados ao laboratório para triagem e identificação, sob microscópio estereoscópico, com base em Gallo *et al.* (2002); Fujihara *et al.* (2011) e Milléo e Meira (2012).

Figura 1 – A: Área de estudo, B: Armadilha *Moericke*, C: Coleta com sugador entomológico, D: Danos ocasionados por *M. sacchari/sorghii* em sorgo, E: Infestação de *M. sacchari/sorghii* e F: *M. sacchari/sorghii*.



Fonte: Autores, 2024.

Calculou-se os seguintes índices: índice de diversidade de Shannon-Weaner (H'), índice de riqueza de Margalef (DMg), índice de Equitabilidade de Pielou (J') e os índices faunísticos (Dominância, Abundância, Frequência e Constância) por meio do programa ANAFAU (Moraes *et al.*, 2003).

- Índice de Shannon-Weaner (H'):

$$H' = \sum_{i=1}^S pi \log \log pi$$

S = Número de espécies; pi = abundância relativa de cada espécie, calculada pela proporção dos indivíduos de uma espécie pelo número total dos indivíduos na comunidade

- Índice de Margalef (DMg):

$$DMg = S - 1 / \ln(N)$$

S = Número de espécies; N = Número total de indivíduos na comunidade; ln = Logaritmo natural

- Índice de Pielou (J'):

$$J' = H' / \ln(S)$$

H' = Índice de Shannon-Weaner; S = Número de espécies; ln = Logaritmo natural

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletadas 180 espécies de Coccinellidae, onde 75 estavam presentes nas armadilhas *Moericke* e 105 referentes às coletas com sugador entomológico. Foi possível observar a ocorrência

de quatro espécies de coccinelídeos associados ao cultivo de sorgo var. SF15: *Hippodamia convergens*, *Cycloneda sanguinea*, *Curinus* sp. e *Zagreus bimaculosus* (Tabela 1).

Tabela 1 – Espécies de coccinelídeos coletados em cultivo de sorgo var. SF15, no período de janeiro a fevereiro de 2024.

Família	Espécie	Quantidade de espécimes coletados	
		Sugador	Armadilha
Coccinellidae	<i>Hippodamia convergens</i>	93	75
	<i>Cycloneda sanguinea</i>	3	0
	<i>Curinus</i> sp.	7	0
	<i>Zagreus bimaculosus</i>	2	0

Fonte: Autores, 2024.

Os índices faunísticos calculados mostraram que *H. convergens* foi predominante neste estudo (93,33%) se mostrando dominante nos levantamentos (Tabela 2 e Figura 2). Além disso, esta espécie se mostrou muito frequente e com ocorrência constante. *Curinus* sp. foi a segunda espécie com maior ocorrência (3,89%). Os índices faunísticos mostraram que esta ocorreu de forma dominante, frequente e acessória. *C. sanguinea* e *Z. bimaculosus* foi não dominante, frequentes e ocorreram de forma acessória e acidental, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2 - Quantidade (n), porcentagem (%) e índices faunísticos de espécies de Coccinellidae coletados com armadilhas do tipo *Moericke* e sugador entomológico em cultivo de sorgo var. SF15, no município de Serra Talhada-PE, no período de janeiro a fevereiro de 2024.

Espécie	n	%	Dominância	Abundância	Frequência	Constância
* <i>Hippodamia convergens</i>	168	93,33	D	Ma	MF	W
<i>Cycloneda sanguinea</i>	3	1,67	ND	Ma	F	Y
<i>Curinus</i> sp.	7	3,89	D	Ma	F	Y
<i>Zagreus bimaculosus</i>	2	1,11	ND	Ma	F	Z
Total	180	100	–	–	–	–

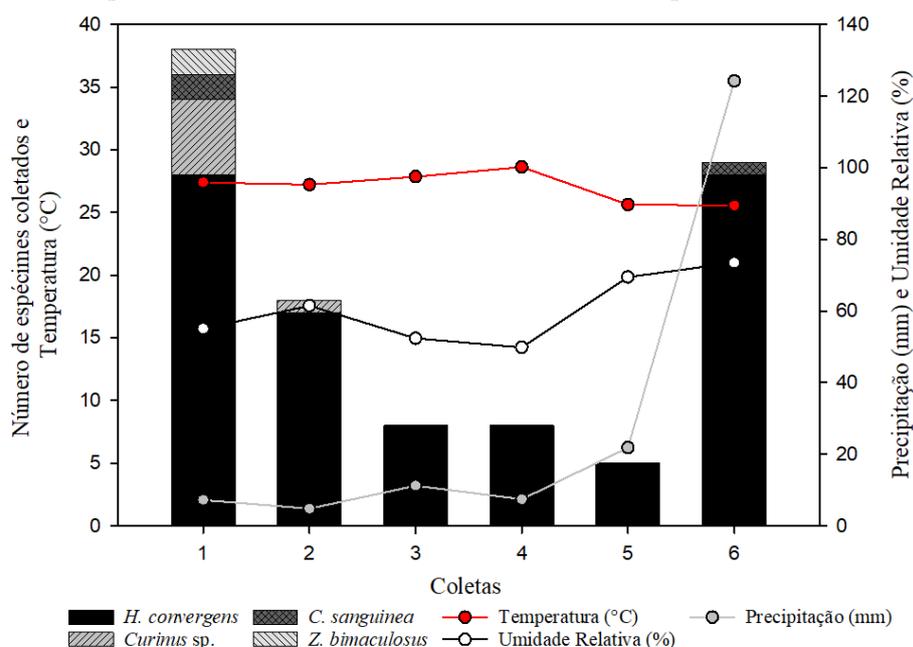
* = Espécie predominante; ND= Não dominante; D= Dominante; ma= muito abundante; F= Frequente; MF= Muito frequente; W= constante; Y= acessória; Z=acidental

Em relação a diversidade de Coccinellidae no cultivo de sorgo da UAST/UFRPE, os índices ecológicos mostraram uma baixa diversidade, de acordo com o índice de Shannon-Weaner ($H' = 0,30$), uma baixa riqueza de espécies ($DMg = 0,57$) e também uma baixa equitabilidade ($J' = 0,22$). Estes valores podem ser explicados pelo fato de que os ambientes agrícolas são considerados ambientes simplificados (Sengonga, 1998) o que torna comum a predominância de poucos táxons.

Diversos trabalhos entomofaunísticos mostram a baixa predominância de espécies ou famílias de insetos em ambientes agrícolas (Monteiro-dos-Santos *et al.*, 2023; Lemos, 2016).

A equitabilidade de Pielou é um valor derivado do índice de Shannon-Weaner utilizado para descrever o padrão de distribuição de abundância relativa das espécies coletadas. Os valores de J' variam de 0 a 1, sendo que 1 representa que as espécies apresentam a mesma abundância relativa no ecossistema estudado e quanto mais próximo de 0 indica dizer que uma espécie apresenta forte dominância, o que explica a predominância de *H. convergens* neste trabalho ($J' = 0,22$).

Figura 2 – Flutuação populacional de coccinelídeos coletados com sugador entomológico em plantio de sorgo var. SF15, no período de janeiro a fevereiro de 2024, no município de Serra Talhada, PE.



Fonte: Autores, 2024.

De acordo com Silveira Neto *et al.* (1976), insetos que se mostram dominantes têm a capacidade de modificar um impacto recebido do ambiente em benefício próprio, podendo influenciar tanto o surgimento quanto o desaparecimento de outros organismos. Isto mostra que a espécie *H. convergens* possui mecanismos de manutenção que impactam diretamente na redução das populações de outros coccinelídeos que estejam se alimentando da mesma presa, o que pode explicar a baixa riqueza de espécies na área ($DMg = 0,57$) (valores menores que dois indicam baixa riqueza). Ainda é possível inferir, que a predominância desta espécie possa ser resultado de uma competição interespecífica com os outros coccinelídeos, o que ocorre devido ao fato de todas as espécies estarem se alimentando do mesmo inseto, e que além de possuírem mesmo tipo de alimentação compartilham a mesma planta, onde o inseto-praga se mantém, fazendo com que

coexistem no tempo e no espaço, aumentando a probabilidade de haver competição (Schoener, 1974; Connell, 1980).

Além disso, a diversidade reduzida observada pode ser resultado do uso de inseticidas de amplo espectro em áreas próximas ao cultivo de sorgo, o que não confere seletividade aos inimigos naturais, como observado por Lemos (2016) em estudos com melão. O uso de moléculas químicas não seletivas pode causar impacto direto na entomofauna benéfica, o que compreende os inimigos naturais e polinizadores (Costa-Lima *et al.*, 2016).

Somado a estes fatores supracitados, a época de levantamento também pode influenciar diretamente na dinâmica populacional dos coccinelídeos, tendo em vista que fatores abióticos como temperatura, umidade relativa e precipitação podem interferir diretamente no desenvolvimento dos insetos (Figura 2). Durante os levantamentos a temperatura média foi de 27,04 °C, UR de 60,26 % e precipitação acumulada de 176,60 mm (Figura 2).

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho amplia os conhecimentos acerca de espécies de coccinelídeos associados ao cultivo de sorgo no Semiárido pernambucano, contribuindo com informações que possibilitam o entendimento das interações existentes entre as espécies que coexistem no agroecossistema estudado. Foi possível observar que *H. convergens* é a espécie de maior relevância no ambiente, devido a sua dominância e constância. Ademais, as informações aqui citadas servem como base para implementação de programas de manejo integrado de pragas na referida cultura e possibilitam estudos futuros sobre o potencial destes predadores em programas de controle biológico para a *Melanaphis sacchari/sorgho*.

REFERÊNCIAS

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em 15 mai. 2024.

ALVARES, C. A. *et al.* Koppen's climate classification map of Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.

ÁVILA, R. **Indução de tolerância à seca em sorgo cultivado sob déficit hídrico e suplementada com silício e nitrato de potássio no pré-florescimento**. 2018. 123 p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

BREWER, M. J. *et al.* Sugarcane aphid population growth, plant injury, and natural enemies on selected grain sorghum hybrids in Texas and Louisiana. **Journal of economic entomology**, v. 110, n. 5, p. 2109-2118, 2017.

CHUNG, S. H. *et al.* Rapid screening of pest resistance genes in maize using a sugarcane mosaic virus vector. **BioRxiv**, v. 1, p. 1-24, 2021.

CONNELL, J. H. Diversity and the coevolution of competitors, or the ghost of competition past. **Oikos**, p. 131-138, 1980.

COSTA LIMA, T. C. *et al.* Guia sobre mosca-branca em meloeiro: monitoramento e táticas de controle. Petrolina: Embrapa Semiárido, 8p. (Circular Técnica, 112), 2016.

DEVNARAIN, N. *et al.* Physiological responses of selected African sorghum landraces to progressive water stress and re-watering. **South African Journal of Botany**, v. 103, p. 61-69, 2016.

FERNANDES, F. O. *et al.* Manejo do pulgão da cana-de-açúcar (*Melanaphis sacchari/sorghii*) na cultura do sorgo. 2021.

FUJIHARA, R. T. *et al.* Insetos de importância econômica: guia ilustrado para identificação de famílias. **Botucatu, SP: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais**, 2011.

GALLO, D. *et al.* Entomologia Agrícola. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

ISLAM, Y. *et al.* Age-stage, two-sex life table and predation parameters of *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae), reared on *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Homoptera: Aphididae), at four different temperatures. **Crop Protection**, v. 159, p. 106029, 2022.

LEMOS, L. J. U. **Entomofauna associada ao meloeiro (*Cucumis melo* L.) no semiárido de Pernambuco**. 2016. 31 p. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2016.

MATHEUS, M. L. T. **Parâmetros biológicos e atividade predatória de *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae) sobre o pulgão *Melanaphis sacchari/sorghii* (Homoptera: Aphididae) na cultura do sorgo variedade SF15 no semiárido Pernambucano**. 2023. 74 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, 2023.

MENDES, S. M. *et al.* Pulgão-da-cana-de-açúcar no sorgo: um velho conhecido, mas um novo problema!, 2019.

MILLÉO, J.; MEIRA, W. V. Morfologia dos Coccinellini (Coleoptera: Coccinellidae) Depositados na Coleção Entomológica dos Campos Gerais do Paraná, Ponta Grossa, Paraná. **EntomoBrasilis**, v. 5, n. 2, p. 146-163, 2012.

MONTEIR-DOS-SANTOS, L. M.; CARVALHO-LIMA, J. C. L.; UCHÔA-LEMOS, L. J. Diversidade de insetos associados a cultivos de palma forrageira no município de Floresta –PE, **Revista Semiárido De Visu**, v. 11, n. 2, p. 566–577, 2023.

MONTEIRO, M. C. D. *et al.* Avaliação do desempenho de sorgo forrageiro para o semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 3, n. 1, p. 52-61, 2004.

MORAES, R. C. B. *et al.* Software para análise faunística - AnaFau. In: **Simpósio de Controle Biológico**, 8., 2003, São Pedro. Anais ...São Pedro: SEB, 2003. p. 195.

RODRÍGUEZ, L. A. B.; TERÁN, A. P. *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae): A new sorghum insect pest in Mexico. **Southwestern Entomologist**, v. 40, n. 2, p. 433-434, 2015.

SCHOENER, T. W. Resource Partitioning in Ecological Communities, **Science**, v. 185, n. 4145, p. 27-39, 1974.

SENGONCA, Ç. Conservation and enhancement of natural enemies in biological control. **Phytoparasitica**, v. 26, p. 187-190, 1998.

SETOKUCHI, O.; MUTA, T. Ecology of aphids on sugarcane III. Relationship between alighting of aphid vectors of sugarcane mosaic virus and infecting in fields. **Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology**, v. 37, n. 1, p. 11-16, 1993.

SILVEIRA NETO, S. *et al.* Manual de ecologia dos insetos. **São Paulo, Agronômica Ceres**, 1976. 419 p.

SIMPLÍCIO, J. B.; TABOSA, J. N.; LIMA, G. S. Avaliação potencial de sorgo forrageiro, na alimentação animal, no Estado de Pernambuco, **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v.11, n. especial, p.89-99, 1999.

TABOSA, J. N. *et al.* Importância do melhoramento genético de diferentes tipos de sorgo para as mesorregiões do Agreste, Sertão e afins do Semiárido Brasileiro. 2019. *In*: XIMENES, L. F.; SILVA, M. S. L.; BRITO, L. T. L. **Tecnologias de convivência com o Semiárido brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2019. cap. 4, p. 515-569.

TABOSA, J. N. *et al.* Comportamento de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes ambientes agroecológicos dos Estados de Pernambuco e Alagoas. **Rev. Bras. milho e sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 2, p. 47-58, 2002.

ZEB, Q. *et al.* Effect of insecticides on the population of aphids, natural enemies and yield components of wheat. **Pakistan Journal of Zoology**, v. 48, n. 6, 2016.

CAPÍTULO 26

CURVA DE EMBEBIÇÃO E TESTE DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Vigna unguiculata* BRS ARACÊ SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES SALINAS

Juliane Pereira Portugal   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Brasil

Juliana Araújo da Silva   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Brasil

Maria Eduarda Almeida Matos   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Brasil

Antônio Batista Cavalcanti Bisneto   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Brasil

Talita Oliveira dos Santos   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Brasil

Ingrid Barros Meira   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Brasil

Ronieri Sousa Lima   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Brasil

Maiara Costa Silva   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Brasil

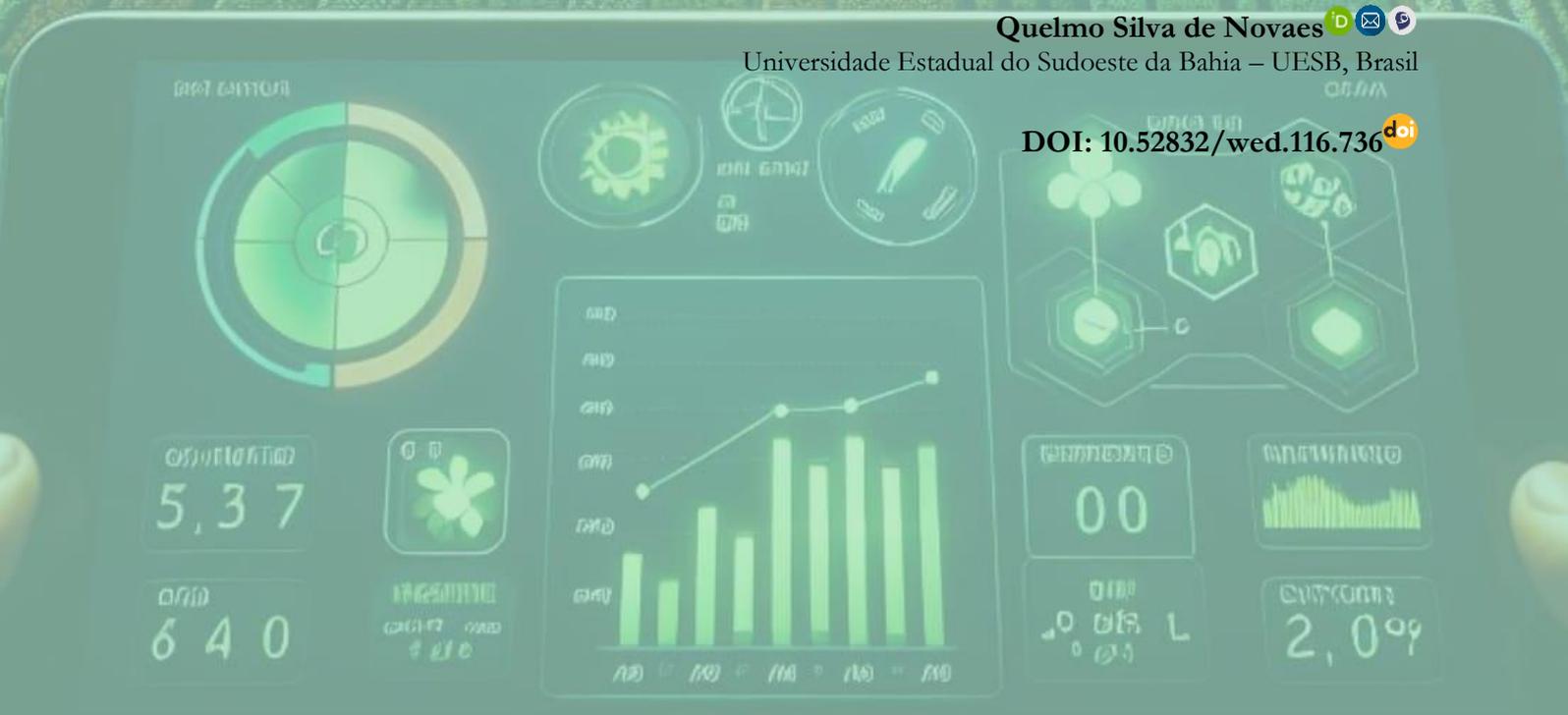
Gisele Brito Rodrigues   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Brasil

Quelmo Silva de Novaes   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.736 



Resumo: O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) desempenha um relevante papel econômico no Brasil, particularmente no Nordeste, devido à sua significativa qualidade nutricional. Contudo, a influência da salinidade na germinação e no crescimento das sementes é insuficientemente compreendida. Este estudo investigou os impactos da salinidade nas sementes da variedade BRS Aracê. Conduzido no Laboratório de Sementes da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, o experimento expôs as sementes a diferentes concentrações de cloreto de sódio (NaCl), variando em condutividades de 0,0 (T1); 4,0 (T2); 8,0 (T3) e 12,0 (T4) dS.m⁻¹. Os resultados revelaram uma significativa redução na velocidade de germinação, especialmente em concentrações mais elevadas de salinidade. Ademais, observou-se uma gradual diminuição na proporção de plântulas normais germinadas à medida que a concentração de sal aumentou. A cultivar BRS Aracê manifestou baixa tolerância a concentrações de salinidade superiores a 1 g/L de NaCl. Esses resultados enfatizam a necessidade de compreender e manejar adequadamente os efeitos da salinidade para garantir a eficácia da produção agrícola, particularmente em áreas onde a salinidade do solo é uma preocupação premente.

Palavras-chave: Feijão-Caupí. Fisiologia Vegetal. NaCl. Salinidade. Semiárido.

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é uma leguminosa da família Fabaceae, cultivada principalmente no Norte e Nordeste do Brasil. Este feijão é um componente importante da dieta das populações dessas regiões devido às suas propriedades nutricionais, que são consideradas superiores às do feijão-comum (Vale *et al.*, 2017). Desempenha um papel significativo no PIB brasileiro como uma alternativa econômica viável na agricultura, com faturamento anual em exportações alcançando US\$ 30,2 milhões nos anos de 2021/2022. Com destaque para os estados da Bahia, Ceará, Tocantins, Piauí e Mato Grosso. Com expectativas de exportações de 150 mil toneladas para o ano de 2024 (Sinimbu, 2023).

A variedade examinada neste estudo é a cultivar de feijão-caupi BRS Aracê, lançada em 2009 pela Embrapa Meio-Norte (Teresina-Piauí), que apresenta uma composição genética de 18,75% de germoplasma brasileiro, 56,25% africano e 25% americano. Essa linhagem foi selecionada devido aos seus atributos distintivos, como qualidade dos grãos, intensidade e durabilidade da cor verde, resistência a doenças, estrutura da planta e produtividade (Freire Filho *et al.*, 2009; Rocha *et al.*, 2017).

Solos salinos são predominantemente encontrados em regiões de clima árido e semiárido, resultante de precipitações escassas e elevadas taxas de evaporação. Essa condição pode ser agravada pelo manejo inadequado do solo em atividades agrícolas. Assim, a salinidade pode interferir na germinação das sementes ou, em casos mais severos, comprometer a sobrevivência das plantas (Ribeiro *et al.*, 2017).

A absorção de água pelas sementes pode ser afetada pela presença de altas concentrações de sais no ambiente. Isso ocorre porque a água fica osmoticamente presa na solução salina,

reduzindo sua disponibilidade para a planta. Consequentemente, a escassez de água, juntamente com a toxicidade causada pelo excesso de sais, pode retardar os processos fisiológicos e bioquímicos durante a germinação, dificultando ou até mesmo impedindo a germinação das sementes (Pedrotti, 2015; Ribeiro *et al.*, 2017).

Desta forma, tendo em vista a carência de informações sobre a tolerância do feijão-caupi, BRS Aracê, na presença de salinidade é de grande importância à realização de pesquisas, de modo a gerar informações que possam subsidiar o melhor manejo em áreas de plantio. Pois, o conhecimento da capacidade de germinação das sementes é crucial para os produtores. Geralmente, essa característica é avaliada por meio do teste de germinação, que, quando executado corretamente, auxilia na determinação da viabilidade das sementes e fornece informações valiosas sobre seu potencial germinativo ao avaliar lotes ou origens distintas (Bessa *et al.*, 2015). Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica e germinação de sementes de BRS Aracê submetidas a diferentes concentrações de cloreto de sódio (NaCl).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Sementes, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus de Vitória da Conquista - Bahia. Foram utilizadas sementes de BRS Aracê, procedentes da Embrapa. As soluções salinas foram preparadas de acordo com Richards (1980), utilizando-se as seguintes condutividades: 0,0; 4,0; 8,0 e 12,0 dS.m^{-1} , a partir de soluções de NaCl (Tabela 1).

Tabela 1- Condutividade elétrica (C.E.), concentração de NaCl e potencial osmótico de soluções utilizadas.

C.E. (dS.m^{-1})	NaCl (g.L^{-1}) (500 ml)	Potencial Osmótico (Ψ O) (MPa)
0	0	0
4	1.0	-0,8
8	2.2	-0,16
12	3.3	-0,24

Fonte: Autores, 2024.

Antes de cada teste realizado no experimento, as sementes foram desinfestadas, sendo submersas em Hipoclorito de sódio a 1%/1 min; álcool 70%/1 min. O teste de germinação foi conduzido com quatro repetições de 25 sementes distribuídas em rolo de papel germitest umedecidos com cada uma das soluções na proporção 2,5 vezes a massa do papel seco e mantidas em BOD sob temperatura de 25 °C, de acordo com as instruções do Brasil (2009), com fotoperíodo

de 12 horas. As contagens de germinação foram efetuadas no 5 e no 8 dia após a instalação do teste, seguindo recomendações de Brasil (2009). Considerou-se germinada uma semente que formou uma plântula normal ou anormal. Foram contabilizadas plântulas normais e anormais por tratamento. Entendendo-se por planta normal, aquela com estruturas bem formadas, partes completas e com crescimento adequado.

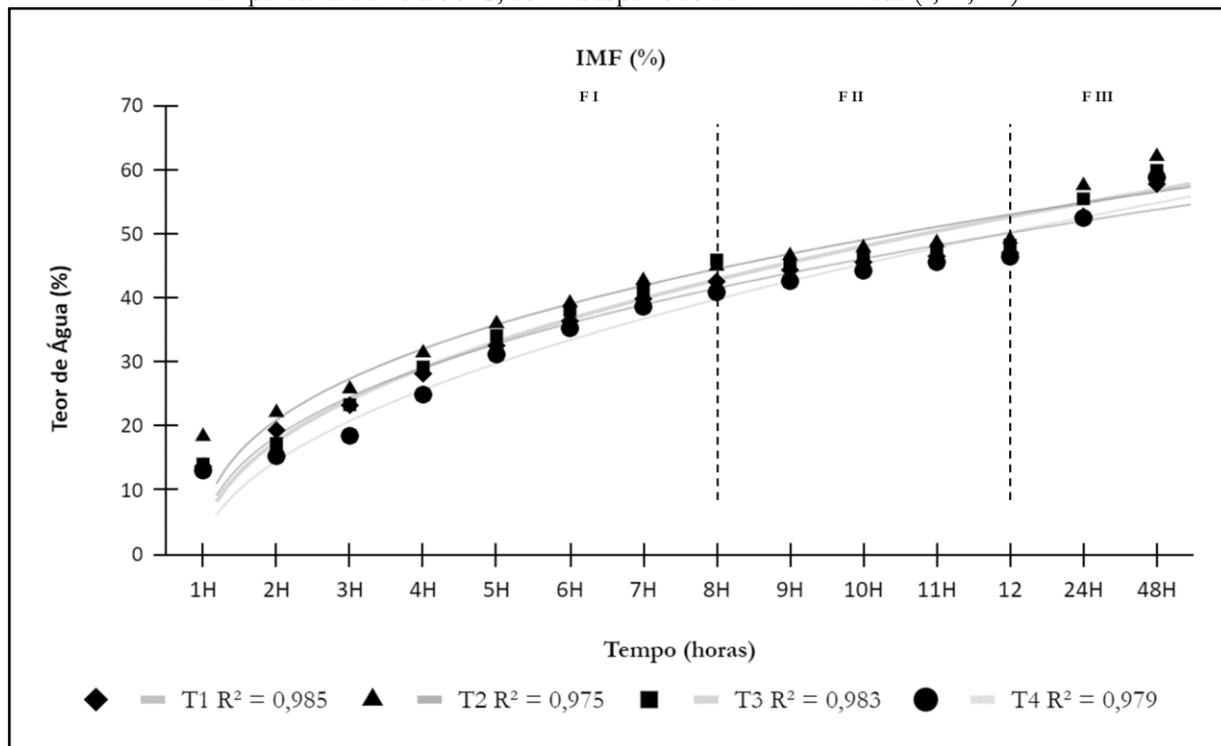
O índice de velocidade de germinação foi determinado concomitante com o teste de germinação, sendo computado diariamente o número de sementes que formaram uma plântula normal. O índice de velocidade de germinação foi calculado de acordo com Maguire (1962). O tempo médio e a velocidade média de germinação foram calculados de acordo com Labouriau (1983).

O teste de embebição foi conduzido em BOD regulada a 20 a 30 °C, sob fotoperíodo de 12 horas, sendo as sementes distribuídas em rolo de papel germitest, umedecidas com a quantidade de 2,5 vezes a massa do papel nas seguintes condutividades: 0,0 (T1); 4,0 (T2); 8,0 (T3) e 12,0 (T4) dS.m⁻¹, a partir de soluções de NaCl (Tabela 1). Utilizou-se quatro repetições de 25 sementes para cada concentração. Após intervalos de tempo predeterminados (de hora em hora nas doze primeiras horas, depois a cada 24 horas até 48 horas), as sementes eram retiradas das soluções, pesadas e colocadas novamente para embeber conforme método descrito por Baskin e Baskin (2001). Por fim, os dados obtidos nos diferentes testes foram submetidos à análise de variância, e as médias em percentuais, agrupadas pelo teste de Scott - Knott a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes da cultivar BRS Aracê submetidas aos tratamentos T1, T2, T3 e T4 tiveram um crescimento expressivo a partir da 1 às 8 horas após a embebição (HAE) (Fase I). Com estabilização a partir das 8 às 12 HAE (Fase II). Dando início a emissão da radícula (germinação) a partir das 24 HAE (Fase III) conforme é possível observar no Figura 1.

Figura 1 - Curva de Embebição de sementes representada pelo Índice de Massa Fresca (IMF) da cultivar BRS Aracê submetida aos tratamentos T1 (0 dS.m⁻¹), T2 (4 dS.m⁻¹), T3 (8 dS.m⁻¹), e T4 (12 dS.m⁻¹), com temperatura de 20 a 30°C, com fotoperíodo de 12h. F = Fase (I, II, III).



Fonte: Autores, 2024.

Conforme citado no estudo de Galeriani e Cosmo, 2020, a germinação está diretamente relacionada com a embebição ou reidratação das sementes, nesta primeira etapa há uma relação entre o potencial hídrico entre a semente com o meio externo, o que contribui para a ativação do metabolismo. Esta troca de água está sujeita a permeabilidade dos invólucros das sementes, e varia conforme o decorrer do tempo. Onde na primeira fase há uma grande entrada de água, que se estabiliza na segunda fase e tem como a germinação visível ocorrendo na terceira fase com a emissão da radícula. Reforçando o modelo trifásico de absorção atestado por Bewley e Black (2013).

No ensaio conduzido, foi constatado um IVG médio significativo a um nível de 5% de significância, conforme determinado pelo teste estatístico de Scott - Knott. A análise revelou que o índice de velocidade de germinação (IVG) foi diretamente afetado pela variação de salinidade, resultando em uma maior velocidade de germinação no grupo controle (T1). Contudo, ao se comparar os tratamentos T2 e T3, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre eles. Por outro lado, o tratamento T4 demonstrou a menor velocidade de germinação dentre os tratamentos avaliados neste estudo (Tabela 2).

Tabela 2 – Índice de Velocidade de Germinação (%) e Teste de Germinação: Germinação de Plântulas Normais (%), Plântulas Não Germinadas, submetidas aos tratamentos T1 (0 dS m⁻¹), T2 (4 dS m⁻¹), T3 (8 dS m⁻¹), e T4 (12 dS m⁻¹) por 8 dias, com temperatura de 20 a 30°C, com fotoperíodo de 12h.

Tratamentos (dS.m ⁻¹)	IVG Médio (%)	Germinação (%)	Plântulas Não Germinadas (%)
T4	0,0050 a	1,0000 a	99,0000 a
T2	0,1250 b	26,0000 b	74,0000 b
T3	0,1525 b	33,0000 b	67,0000 b
T1	0,4250 c	62,0000 c	38,0000 c
CV (%)	28,44	32,12	17,23

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Fonte: Autores, 2024.

Em trabalho realizado por Das Chagas *et al.* (2018) com feijão-caupi BR3 Tracuateua, quando se utilizou NaCl houve redução de germinação conforme aumentaram-se as concentrações nos tratamentos utilizados. Ambos resultados, foram semelhantes aos encontrados no presente estudo, sobre a influência negativa da salinidade sobre o IVG nas sementes de BRS Aracê.

Inicialmente, sob condições de ausência de salinidade, observou-se um índice de 62% de plântulas normais germinadas, com uma redução gradual deste índice à medida que a concentração de sal aumentou. Os tratamentos T2 e T3 demonstraram uma variação na germinação, situando-se entre 26% e 33%, enquanto o tratamento T4 exibiu o desempenho mais desfavorável, conforme demonstrado na Tabela 2.

Conforme apresentado no trabalho realizado por Lewandowski, *et al.* (2016), onde foi possível observar que a porcentagem de germinação de sementes de girassol foi reduzida conforme aumentou a concentração salina (NaCl) na irrigação. Assim como, no trabalho de Gomes Filho, *et al.* (2019), o aumento da salinidade com soluções de NaCl e KCl na água também contribuiu para a diminuição da porcentagem de sementes de feijão-caupi germinadas. Portanto, pode-se dizer que, a determinação da tolerância das plantas ao excesso de sais frequentemente se baseia na observação da porcentagem de germinação em substratos salinos, destacando-se como um método amplamente utilizado para tal avaliação.

O tratamento T4 apresentou um número significativamente maior de sementes não germinadas, indicando uma relação direta entre a germinação e a concentração elevada de sais no ambiente. Por outro lado, não foi observada diferença estatística entre os tratamentos T2 e T3, ambos exibindo uma porcentagem de plântulas não germinadas que variou entre 50% e 80%. É

importante ressaltar que o tratamento testemunha registrou a menor porcentagem de plântulas não germinadas em comparação com os demais tratamentos.

Dutra *et al.* (2017) destacam que para muitas espécies, o estresse salino imposto pelo meio de crescimento é capaz de inibir a germinação e o seu estabelecimento inicial em campo. Em trabalho realizado por Coelho *et al.* (2017) foram encontrados resultados semelhantes aos deste estudo, onde variedades avaliadas de feijão caupi submetidas a diferentes concentrações de NaCl apresentaram baixa tolerância à salinidade, com limitações para o processo de germinação e crescimento inicial das plântulas, indicando um provável efeito negativo dos íons Na⁺.

Calman *et al.* (2014) notaram uma diminuição de cerca de 10% na germinação de sementes de feijão-caupi a um potencial de -1,2 MPa. No presente trabalho, a germinação foi menor a um potencial de -0,24 MPa. Por outro lado, Ferreira *et al.* (2017), ao estudar o efeito do estresse salino em sementes de feijão-caupi, observaram que as sementes toleram condições até -0,8 MPa, mas que potenciais abaixo disso inibiram a germinação. Este resultado difere dos encontrados no estudo, já que a inibição da germinação foi maior em potenciais acima de -0,8 MPa.

4 CONCLUSÃO

Conforme o nível de salinidade, a cultivar BRS Aracê apresentou diferenças no percentual de germinação. Apresentando baixa tolerância a concentrações de salinidade superiores a 1 NaCl (g L⁻¹)(500 ml).

Agradecimentos e financiamento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

BASKIN, C.C.; BASKIN, J.M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination.** New York: Academic Press, 666p, 2001.

BESSA, J. F. V. *et al.* Armazenamento do crambe em diferentes embalagens e ambientes: Parte I - Qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 3, p.231–237, 2015.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination.** Springer Science & Business Media, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes.** Brasília: MAPA/ACS, 399p, 2009.

CALMAN, B. A., *et al.* Indução de tolerância ao estresse hídrico na germinação de sementes de feijão-caupi. **Comunicata Scientae**, v.5, n.4, p.449-455, 2014.

COELHO, D. S., *et al.* Germinação e crescimento inicial de variedades de feijão caupi submetidas a diferentes concentrações salinas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 2, p. 261-266, 2017.

DAS CHAGAS, C. *et al.* Sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) submetidas a estresse salino. **Revista Cultivando o Saber**, v. 11, n. 3, p. 37-43, 2018.

DUTRA, T. R. *et al.* Efeito da salinidade na germinação e crescimento inicial de plântulas de três espécies arbóreas florestais. **Pesquisa florestal brasileira**, Colombo, v. 37, n.91, p. 323-330, 2017.

FERREIRA, A. C. T. *et al.* Water and salt stresses on germination of cowpea (*Vigna unguiculata* cv. BRS Tumucumaque) seeds. **Revista Caatinga**, v.30, n.4, p.1009-1016, 2017.

FREIRE FILHO, F. R., *et al.* **BRS Aracê: cultivar de feijão-caupi com grãos de cor verde persistente rica em ferro e zinco.** In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 2., 2009, Belém, PA. Da agricultura de subsistência ao agronegócio: anais. Belém, PA: Embrapa. Amazônia Oriental, 2009. p. 349-353., 2009.

FRETTI, J. J.; PILL, W.G.; MORNEAU, D. C. A comparison of priming agents for tomato and asparagus seeds. **HortScience**, v.26, n.9, p.1158-1159, 1991.

GALERIANI, T. M.; COSMO, B.M.N. Noções de fisiologia vegetal: germinação, transpiração, fotossíntese e respiração celular. **Revista Agronomia Brasileira**, v. 4, n.1, 2020.

GOMES FILHO, A. *et al.* Estresse hídrico e salino na germinação de sementes de feijão-caupi cv. BRS Pajeú. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 4, p. 60–73, 1 ago. 2019.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes.** Washington: OEA, 174 p, 1983.

LEWANDOSKI, C. F., *et al.* Avaliação da germinação de girassol em estresse salino. **Acta Iguazu**, v. 5, n. 3, p. 47–57, 2016. DOI: 10.48075/actaiguazu.v5i3.15557. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/15557>. Acesso em: 1 maio. 2024.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MURILLO-AMADOR, B. *et al.* Effect of NaCl salinity in the genotypic variation of cowpea (*Vigna unguiculata*) during early vegetative growth. **Revista Scientia Horticulturae**, v.108, n.1, p.423-431, 2006.

PEDROTTI, A. *et al.* Causas e consequências do processo de salinização dos solos. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. **Santa Maria**, v. 19, n. 2, p. 1308-1324. 2015.

RIBEIRO, R. C. *et al.* Efeito do estresse salino na germinação e crescimento inicial de plântulas de *Erythrina velutina* Willd. (Fabaceae). **Gaia Scientia**, v. 11, n. 4, p. 65-78, 2017.

RICHARDS, L. A. **Suelos salinos y sodicos**. Instituto nacional de investigaciones agrícolas. México, 171p, 1980.

ROCHA, M. de M. *et al.* **Cultivares**. In: BASTOS, E. A. (Ed.). Cultivo de Feijão-Caupi. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. Versão eletrônica. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1071691>. Último Acesso: 01/05/2024

SINIMBU, F. **Tecnologia da Embrapa Ajuda a Manter Ritmo das Exportações de Feijão-Caupí**. Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação. Embrapa: 2023. Disponível em: [VALE, JC; BERTINI C, BORÉM A. **Feijão-caupi: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV,; 267p, 2017.](https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/79871978/tecnologia-da-embrapa-ajuda-a-manter--ritmo-das-exportacoes-de-feijao-caupi#:~:text=Embrapa%20Meio%2DNorte-As%20exporta%C3%A7%C3%B5es%20brasileiras%20de%20feij%C3%A3o%2Dcaupi%20(feij%C3%A3o%2Dde%2D,exporta%C3%A7%C3%A3o%20de%20feij%C3%A3o%20do%20Pa%C3%ADs. Acesso: Abril/2024.</p></div><div data-bbox=)

CAPÍTULO 27

ESTRESSE SALINO NA GERMINAÇÃO E CURVA DE EMBEBIÇÃO DE SEMENTES DE FEIJÃO CAUPI cv. BRS GUARIBA (*Vigna unguiculata* L. Walp.)

Ingrid Barros Meira   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Brasil

Maiara Costa Silva   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Brasil

Ronieri Souza Lima   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Brasil

Talita Oliveira dos Santos   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Brasil

Juliane Pereira Portugal   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Brasil

Juliana Araújo da Silva   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Brasil

Maria Eduarda Almeida Matos   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Brasil

Antônio Batista Cavalcanti Bisneto   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Brasil

Gisele Brito Rodrigues   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Brasil

Quelmo Silva de Novaes   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.737 

0101 2020/01

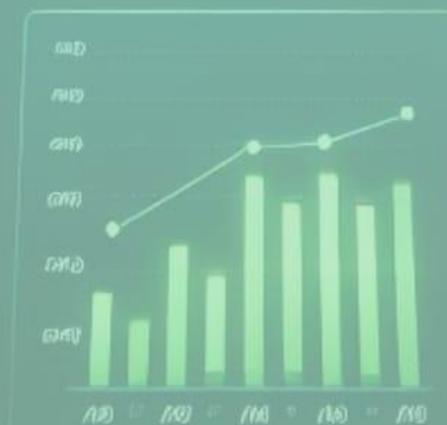


5,37



640

2,00



00

2,00

2,00

2,00

Resumo: O estresse salino é um dos fatores que mais afetam o desenvolvimento das plantas, principalmente na região semiárida. Os testes de germinação e a curva de embebição são alguns dos instrumentos utilizados para compreender a interferência deste no processo de desenvolvimento da semente. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo investigar os efeitos de diferentes níveis de salinidade sobre a curva de germinação e embebição de sementes de feijão caupi cultivar BRS Guariba (*Vigna unguiculata* L. Walp.). O experimento foi conduzido em DIC, com quatro tratamentos com concentrações de NaCl com diferentes potenciais osmóticos. Para caracterização das sementes, determinou-se o peso de mil sementes, o grau de umidade e massa seca e a condutividade elétrica. O teste de germinação foi realizado a partir de contagens diárias de plântulas. A curva de embebição foi realizada com pesagens das sementes em intervalos predeterminados. Os dados foram submetidos a análise estatística. A germinação das sementes nos tratamentos demonstrou diferença significativa, sendo os tratamentos com maior concentração salina os que obtiveram menor percentual de germinação. Na curva de embebição, constatou-se um alargamento da fase dois devido à diferença do potencial osmótico nos tratamentos com maior concentração salina, que dificultou o processo de embebição.

Palavras-chave: Embebição. Salinidade. Potencial osmótico.

1 INTRODUÇÃO

Para assegurar a produtividade elevada em um plantio, necessita-se a realização de testes nos lotes de sementes para garantia de uma qualidade fisiológica alta, gerando assim um cultivo com elevada uniformidade de plantas. Alguns dos testes realizados para avaliar a origem e qualidade é o de germinação e de vigor. O teste de germinação é realizado em condições controladas para identificar a capacidade máxima de germinação, ao tempo, que os testes de vigor avaliam a capacidade da semente de originar uma plântula normal em variação de condições de campo (Araújo *et al.*, 2022).

É possível verificar de absorção de água das sementes de feijão-caupi através do procedimento da curva de embebição, sendo observada em processo trifásico, nas primeiras horas de observação ocorre a fase I, em que acontece uma ligeira absorção de água pela semente, na fase II essa rápida absorção entra em equilíbrio e ocorre a diminuição da absorção de água, intensificando os processos metabólicos necessários para germinação, por fim, na fase III ocorre o rápido aumento na absorção de água e é caracterizada pela protusão da raiz primária (Caçula, 2017; Caçula *et al.*, 2022).

O estresse salino está entre os principais estresses abióticos que prejudicam o desenvolvimento de plantas, inclusive o feijão caupi (*Vigna unguiculata*), prejudicando a qualidade fisiológica da semente. Algumas cultivares de feijão são resistentes à salinidade, contudo, tem o vigor reduzido. A salinidade ocorre principalmente em regiões semi-áridas, com baixa precipitação, como é o caso da região Nordeste, que cultiva muito esse tipo de feijão. O estresse salino reduz a absorção de água nas sementes, influenciando na hidrólise de substâncias de reserva nos tecidos de

armazenamento e afetando a germinação e vigor. Os sais têm efeitos tóxicos pois aumentam a concentração de íons no eixo embrionário, além disso, em concentrações elevadas induzem a seca fisiológica, reduzindo o potencial hídrico das sementes e, conseqüentemente, a absorção de água (Caçula, 2017).

O feijão caupi (*Vigna unguiculata*) é, também, muito conhecido como feijão-de-corda, feijão-fradinho ou feijão-frade. É uma leguminosa de bastante importância socioeconômica para o país, principalmente para as regiões Norte e Nordeste. No Nordeste seu cultivo se dá em grande parte por pequenos e médios produtores e a causa da sua baixa produtividade pode estar associado, principalmente, à escassez e irregularidade de chuvas, baixa tecnologia e sementes de menor qualidade. É um alimento rico em nutrientes, possui alta rentabilidade de produção, boa adaptabilidade e contribui com a geração de emprego e renda para famílias de baixa renda. Destaca-se por ser a base da dieta alimentar e nutrição das populações, sendo uma das principais fontes de proteína acessível às famílias mais carentes (Barros, 2021; Araújo *et al.*, 2022; Caçula *et al.*, 2022).

Todas essas características tornam essa cultura atrativa para estudos que busquem avaliar e melhorar as suas condições de cultivo, dessa maneira, o presente estudo teve como objetivo investigar os efeitos de diferentes níveis de salinidade sobre a curva de germinação e embebição de sementes de feijão caupi cultivar BRS Guariba (*Vigna unguiculata* L. Walp).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Sementes da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB. As sementes da cultivar BRS Guariba foram doadas por um produtor familiar do interior da Bahia.

2.1 Caracterização das sementes:

Para caracterização do material utilizado, realizou-se a determinação do grau de umidade e massa seca pelo método de estufa a 105 ± 3 °C. Para acomodar as sementes foram utilizadas latas de alumínio, previamente secas em estufa e resfriadas em dessecador, pesadas em balança com sensibilidade de 0,001g. As sementes foram distribuídas uniformemente em quatro repetições de 25 sementes, e pesadas para determinar o peso inicial. Em seguida, o material foi levado à estufa a uma temperatura de 105 ± 3 °C. Após 24 horas, as amostras foram retiradas e colocadas em dessecador para resfriar e, seguidamente, foram pesadas para determinação do peso final. As fórmulas utilizadas para determinação do Grau de umidade e massa seca foram:

$$\% \text{ de Umidade (U)}: \frac{100 (P - p)}{P - t}$$

$$\text{Massa Seca (g)} = p - t/50$$

Para a determinação do peso de mil sementes separou-se oito subamostras de 100 sementes cada, colocou-as em copos de plástico identificados com número de repetição. Um copo vazio foi colocado na balança para a tara, em seguida, pesou-se as amostras uma a uma anotando o resultado de cada repetição. Posteriormente, calculou-se a média das repetições para obtenção da massa de mil sementes, utilizando a equação de acordo com Brasil (2009).

Para a determinação da condutividade elétrica, pesou-se quatro subamostras de 25 sementes para cada tratamento, mediu-se a condutividade da água pura e, posteriormente, depositou-se as sementes em copos plásticos com 75mL de água destilada. Após 24 horas de embebição sob temperatura de 25°C, determinou-se a condutividade com auxílio de condutímetro Digimed CD 21, com resultados expressos em $\mu\text{S/cm/g}$.

2.2. Teste de Germinação

O teste de Germinação foi realizado com quatro repetições de 25 sementes, submetidas a quatro tratamentos com diferentes concentrações de soluções de 0 ds, 4 ds, 8 ds e 12 ds, preparadas de acordo com Richards (1980), com diluição de 0, 2, 4.4 e 6.6 g de NaCl/L, respectivamente. As sementes foram distribuídas em rolo de papel Germitest umedecidos com as soluções de na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. As amostras foram mantidas em BOD sob temperatura de 25 °C, com fotoperíodo de 12 horas. A cada 24 horas as amostras foram avaliadas, para determinação do percentual de sementes germinadas, quantidade de plantas normais e anormais e velocidade de germinação.

2.3 Curva de embebição

Para curva de embebição, utilizou-se quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento com soluções de NaCl com potenciais osmóticos de 0 ds, 4 ds, 8 ds e 12 ds. As sementes foram distribuídas entre papel Germitest, umedecidos com a solução multiplicada 2,5 vezes a massa do papel. As sementes foram pesadas antes de serem umedecidas para determinação do peso inicial; nas primeiras doze horas foram pesadas a cada hora; e depois foram pesadas a cada 24 horas até atingir as 168 horas contadas a partir do início do experimento.

2.4 Análise estatística dos dados

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade (Lilliefors e Kolmogorov-Smirnov) e homogeneidade (Cochran e Bartlett). Posteriormente, foi feito um teste de médias (Teste de

Tukey a 5% de probabilidade) para avaliar o efeito dos tratamentos na porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, plântulas normais e anormais, tempo médio de germinação e velocidade média de germinação, utilizando o software StatSoft Statistica[®] version 12.0 (STATSOFT, 1974-2009) e SigmaPlot version 14.0 (SYSTAT, 2010) para construção dos dados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização das sementes

As características fisiológicas do lote de sementes de Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* cultivar BRS Guariba) utilizadas neste estudo estão descritas na Tabela 1. Foi observada umidade média das sementes de 12%, massa seca média de 0,08g e peso de mil sementes de 332,58g. A condutividade elétrica ficou em torno de $0,3 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1} 25^\circ\text{C}$.

Tabela 1 – Caracterização das sementes de *Vigna unguiculata* cultivar BRS Guariba.

Cultivar	U (%)	MS (g)	PMS (g)	CE ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1} 25^\circ\text{C}$)
BRS Guariba	12.14489016	0.08018	332.578	0.285135563

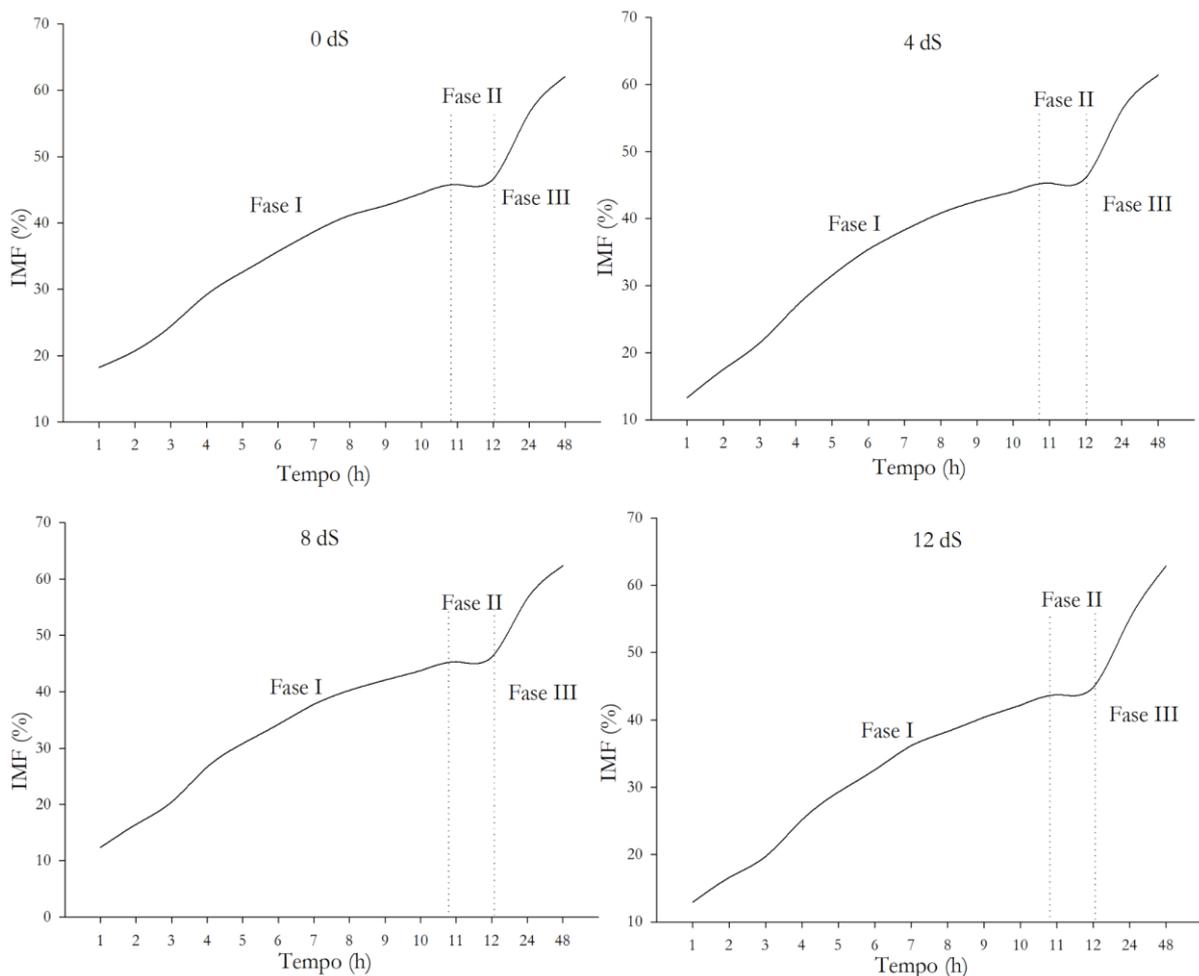
Nota: U – umidade; MS – massa seca; PMS – peso de mil sementes; CE – condutividade elétrica.

Fonte: Autores, 2024.

3.2 Curva de embebição das sementes

As sementes de *Vigna unguiculata* cultivar BRS Guariba submetidas às soluções salinas, apresentaram padrão trifásico de embebição semelhante ao da testemunha (Figura 1). A fase I, caracterizada por uma rápida absorção de água e proporcionar maior incremento de massa fresca das sementes, ocorreu entre as 11 primeiras horas do presente estudo, logo após houve uma estabilização na taxa de incremento de massa fresca, caracterizando a fase II. Entre as primeiras 12 horas e as 24 horas seguintes houve um aumento expressivo da absorção de água, novamente, caracterizando o início da fase III. Comportamento semelhante foi observado por Caçula *et al.* (2018) em seu estudo onde avaliou o potencial germinativo de sementes de feijão caupi, cultivar BRS Potengi, após condicionamento fisiológico das sementes.

Figura 1 – Curvas de embebição de sementes de *Vigna unguiculata* cultivar BRS Guariba, submetidas a estresse salino.

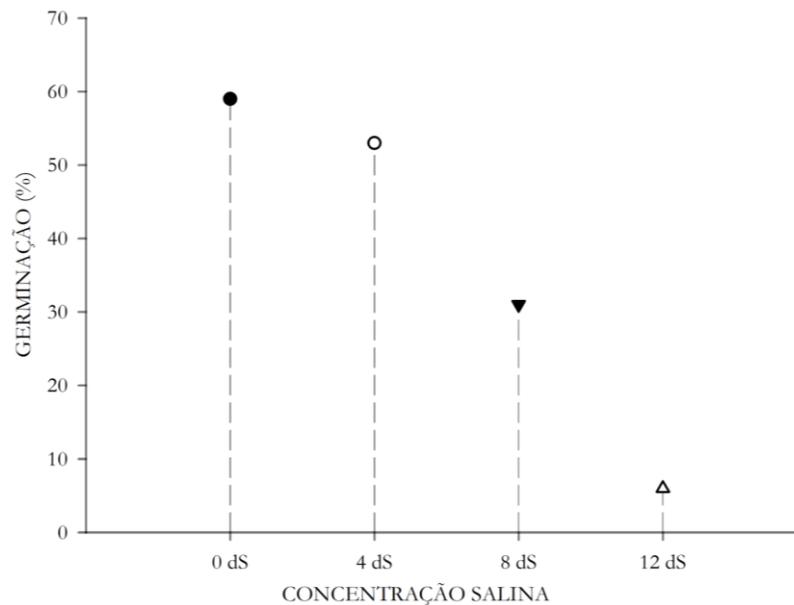


Nota: IMF - índice de massa fresca das sementes; 0 dS - sementes submetidas a solução de concentração salina de 0 dS (testemunha); 4 dS - sementes submetidas a solução de concentração salina de 4 dS; 8 dS - sementes submetidas a solução de concentração salina de 8 dS; 12 dS - sementes submetidas a solução de concentração salina de 12 dS.

Fonte: Autores, 2024.

Embora os tratamentos salinos tenham apresentado o mesmo padrão de embebição de sementes, o percentual de germinação (Figura 2) evidencia o efeito do estresse salino na germinação de sementes de feijão caupi cultivar BRS Guariba, através de sua expressiva redução.

Figura 2 – Porcentagem da germinação de sementes de *Vigna unguiculata* cultivar BRS Guariba, submetidas a estresse salino.



Nota: 0 dS - sementes submetidas a solução de concentração salina de 0 dS (testemunha); 4 dS - sementes submetidas a solução de concentração salina de 4 dS; 8 dS - sementes submetidas a solução de concentração salina de 8 dS; 12 dS - sementes submetidas a solução de concentração salina de 12 dS;

Fonte: Autores, 2024.

3.3 Teste de germinação

No experimento conduzido em laboratório, foi possível observar que *V. unguiculata* cultivar BRS Guariba, apresentou diferença estatística significativa, na sua taxa de germinação ao ser utilizado NaCl como produto para geração do estresse salino. Constatamos que dentre todas as concentrações que foram utilizadas, concentração mais baixa (0.4 ds) de NaCl, as taxas de germinação permaneceram estáveis ou pelo menos próximas a testemunha (0.0 ds), indicando que concentrações iguais ou inferiores a esse valor não afetam significativamente a germinação das sementes (Tabela 2). No entanto, a partir de 0.8 ds, observou-se uma redução gradual na germinação, culminando em valores abaixo de 10% na concentração mais alta (0.12 ds).

Resultados semelhantes foram observados no estudo realizado por Deuner *et al.* (2011) para sementes de feijão miúdo. De acordo com Khan e Panda (2008), a salinidade se destaca como um dos principais fatores abióticos de estresse que limita o crescimento das plantas, impactando significativamente seus processos fisiológicos e bioquímicos. A influência da salinidade nas plantas não é uniforme, variando entre diferentes partes da mesma planta e entre diferentes espécies. Além disso, a capacidade de adaptação ao estresse salino pode variar entre diferentes estádios fenológicos dentro da mesma espécie (Morales *et al.*, 2001). Essa adaptação também pode ser observada após a germinação, já que a tolerância das plantas aumenta com o desenvolvimento.

Tabela 2 – Porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, avaliação de plântulas normais e anormais, tempo médio e velocidade média de germinação de sementes de *Vigna unguiculata* cultivar BRS Guariba.

TRAT.	GER	IVG	NOR	ANOR	TMG	VMG
0 dS	59,0 a	4,064 a	53,888 a	46,111 a	16,534 a	0,061 b
4 dS	53,0 ab	2,823 a	65,199 a	34,800 a	12,943 ab	0,078 ab
8 dS	31,0 bc	1,397 b	67,559 a	32,440 a	11,784 b	0,088 a
12 dS	6,0 c	0,402 b	25,000 a	75,000 a	16,000 a	0,063 b

Nota: Trat - tratamento; 0 dS - sementes submetidas a solução de concentração salina de 0 dS (testemunha); 4 dS - sementes submetidas a solução de concentração salina de 4 dS; 8 dS - sementes submetidas a solução de concentração salina de 8 dS; 12 dS - sementes submetidas a solução de concentração salina de 12 dS; GER - germinação das sementes em porcentagem; IVG - índice de velocidade de germinação; NOR - plântulas normais em porcentagem; ANOR - plântulas anormais em porcentagem; TMG - tempo médio de germinação em dias; VMG - velocidade média de germinação em dias.

Fonte: Autores, 2024.

4 CONCLUSÃO

O aumento da salinidade resulta em expressiva redução na taxa de germinação de sementes de *Vigna unguiculata* cv. BRS Guariba.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. B. N. de; SILVA, M. A. D.; ALVES, R. M.; SILVA, J. N. da. Testes de vigor de estresse e bioquímicos em sementes de feijão caupi – uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, p. 1-15, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i12.34550>. Acesso em: 26/04/2024.

BARROS, J. R. A. **Feijão-caupi: parâmetros produtivos, biométricos, fisiológicos, bioquímicos e prospecção de genes, frente ao aumento da temperatura e do déficit hídrico**. 2021. 200 f. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais). Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. Feira de Santana, BA.

CAÇULA, B. T. de S. **Alterações fisiológicas de sementes de feijão Caupi tratadas com ácidos salicílico ou ascórbico e submetidas ao estresse salino**. 2017. 97 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. Serra Talhada, PE.

CAÇULA, B. T. DE S.; SILVA, M. A. D. DA; SILVA, J. N. DA; BEZERRA, L. DE A. Potencial germinativo de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, após condicionamento

fisiológico. **Diversitas Journal**, v. 7, n. 1, p. 90-105, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.48017/dj.v7i1.2109>. Acesso em: 27/04/2024.

DEUNER, C; MAIA, M. S; DEUNER, S; ALMEIDA, A. S; MENEGHELLO, G. E. Viabilidade e atividade antioxidante de sementes de genótipos de feijão-miúdo submetidos ao estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, p. 711-720, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222011000400013>. Acesso em: 26/04/2024.

KHAN, M. H.; PANDA, S. K. Alterations in root lipid peroxidation and antioxidative responses in two rice cultivars under NaCl-salinity stress. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 30, n. 1, p. 81-89, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11738-007-0093-7>. Acesso em: 26/04/2024

MORALLES, M. A.; OLMOS, E.; TORRECILLAS, A.; ALARCON, J. J. **Differences in water relations, leaf ion accumulation and excretion rates between cultivated and wild species of *Limonium* sp. grown in conditions of saline stress.** *Flora, Jena*, v. 196, n. 5, p. 345-352, 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0367-2530\(17\)30070-1](https://doi.org/10.1016/S0367-2530(17)30070-1). Acesso em: 04/05/2024.

RICHARDS, L.A. **Suelos salinos y sodicos.** Instituto nacional de investigaciones agrícolas. México, 1980. 171 p.

CAPÍTULO 28

PARÂMETROS ESTABELECIDOS NA GESTÃO DE QUALIDADE DA ARBORIZAÇÃO URBANA DE PORTO ALEGRE – RS

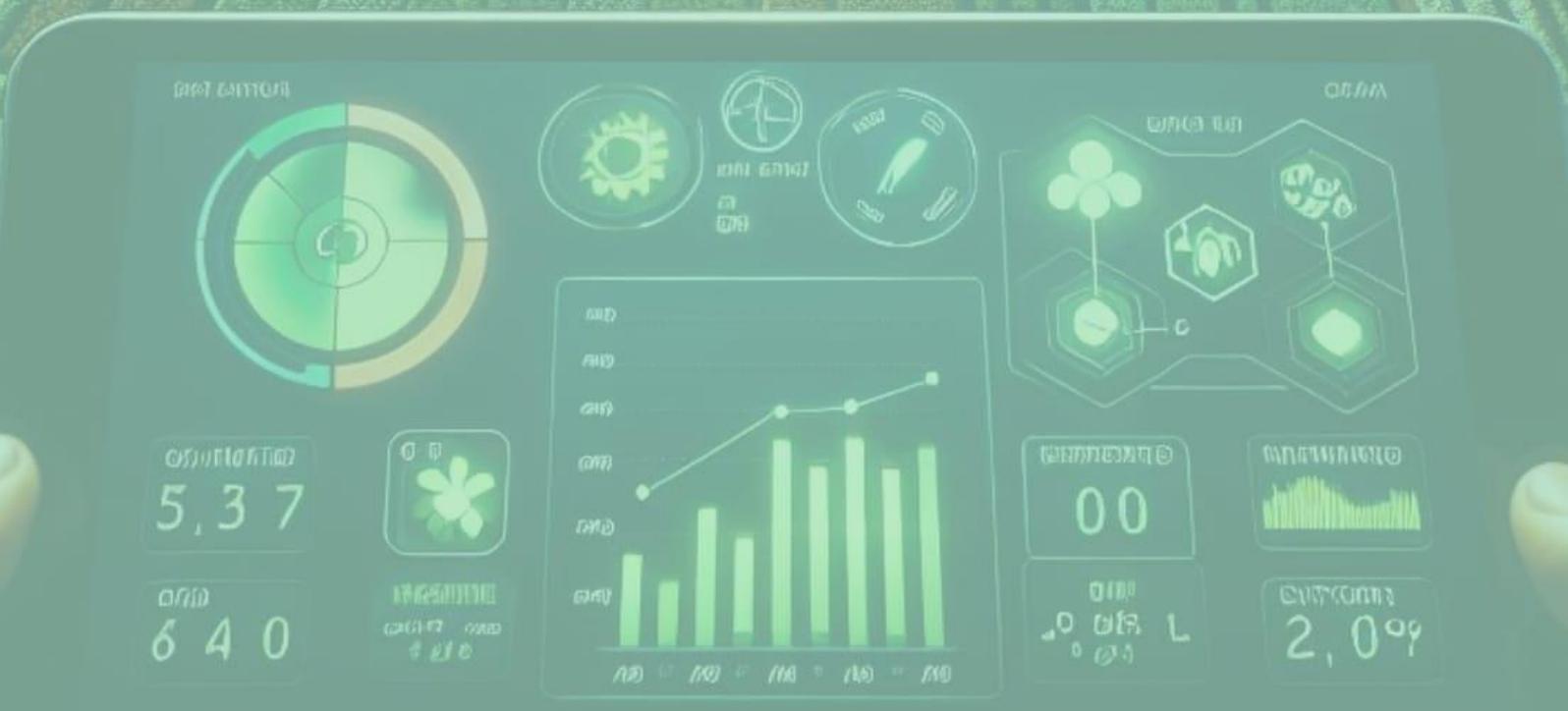
Anderson da Silva Massolino   

Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI, Brasil

Bruna Casanova Silva   

Universidade Luterana do Brasil – Ulbra, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.738 



Resumo: A Logística é fundamental em qualquer situação para administrar um caminho que planejamos e o planejamento de uma arborização urbana é considerada complexa, pois não depende somente da logística operacional como também de fatores externos que influenciam na gestão e uma delas são as mudanças climáticas, as quais vêm sofrendo mudanças significativas no decorrer dos anos. O temporal que atingiu a cidade de Porto Alegre no dia 16 de junho de 2023, resultou na alteração da programação durante dois meses. No entanto, este trabalho teve por finalidade analisar se a logística adotada pela Secretaria de Serviços Urbanos foi eficaz e eficiente com todo os equipamentos e materiais humanos que teve a disposição. Foi utilizado para o levantamento de dados a quantidade de motosserras e coletores em contratos com as empresas terceirizadas e a quantidades de protocolos que entraram no portal 156 da Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Constatou-se que o município necessita de no mínimo oito equipes extras em casos de fenômenos atípicos como temporais com ventos próximos de 100 Km/h e auxílio de apoio técnico especializado.

Palavras-chave: Árvores. Equipes. Logística.

1 INTRODUÇÃO

As cidades de um modo geral passaram a ter um papel cada vez mais significativo no planeta, tanto em termos quantitativos como qualitativos. Ressalta-se, principalmente nos países periféricos, como o Brasil, a necessidade de novas estruturas e formas urbanas para fazer face aos problemas que vêm se acumulando dramaticamente. É preciso repensar as cidades, sob a ótica da justiça social, da qualidade de vida urbana, da gestão ambiental e da governabilidade, refazendo novas práticas de construção e a arborização urbana tem grande importância na melhoria das condições de vida nos centros urbanos. Com o crescimento populacional das cidades, as mesmas deparam-se com a falta de um planejamento urbano organizado e bem estruturado (Melo; Romanini, 2007).

Segundo Chiavenato (2005) nos diz que uma boa logística tem que ter a capacidade de planejamento, implementação, gestão e armazenamento eficiente e eficaz. Mas quando temos um planejamento a médio ou curto prazo, temos mais tempo de pensar para não errar em ali na frente, mas quando temos que pensar em um curto prazo de tempo, temos que ter uma capacidade de raciocínio rápido para errar o menos possível.

Um exemplo de logística complexa seria a gestão de podas e remoção de vegetais da arborização urbana de Porto Alegre, RS. Onde temos uma estimativa de cerca de um milhão de vegetais em vias, parques e praças, sem contar em áreas privadas e próprios municipais (Escolas, Postos de Saúde e Cemitérios), e você tem a disposição 3 empresas terceirizadas, com 7 equipes cada um operando em 3 zonais da cidade (Norte, Sul e Centro-Leste).

Temos agora que implementar a logística para executarmos um passivo de aproximadamente vinte mil protocolos com demandas com atraso de até cinco anos, o ideal sempre

é fazermos uma programação semanal com um número aproximado de 30 demandas em cada eixo que as empresas conseguem executar e com um menor deslocamento possível, mas sempre há um contratempo que vai nos fazer mudar os planos e teremos que fazer uma gestão com pensamento rápido a curto prazo.

Temos um caso em Porto Alegre no dia 15 de junho de 2023 onde um grande temporal com ventos de até 130 Km/h atingiu a cidade, derrubando aproximadamente três mil vegetais de pequeno, médio a grande porte. Agora vem o momento de reflexão: quais vegetais retirar primeiro? Pois ao sairmos na rua e olharmos para os lados vemos árvores caídas em cima de residências, postes, no meio de avenidas, dentro de escolas, postos de saúde, calçadas, parques e praças.

Como temos a disposição 3 empresas terceirizadas com 7 equipes cada uma cada equipe é constituída de motorista, técnico, operadores de motosserra e auxiliares com uma quantidade de 35 motosserras, e cada empresa possuem caminhão coletor com capacidade de 16 toneladas.

O estudo visou avaliar a logística empregada no temporal de junho de 2023 do recolhimento das árvores caídas no sistema viário de Porto Alegre, RS.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O município de Porto Alegre possui aproximadamente 1.332.570 habitantes, segundo o Censo de 2023. Com uma área de 470,25 Km², sendo que os bairros mais populosos são: Rubem Berta (87.367 habitantes), Sarandi (59.707 habitantes), Restinga (51.569 habitantes) e Lomba do Pinheiro (51.415 habitantes).

O Clima de Porto Alegre é do tipo Subtropical, com condições climáticas marcadas pelas expressivas mudanças de temperaturas ao longo do ano, com quedas bruscas das médias térmicas no inverno e elevação das temperaturas no verão. Já a vegetação porto-alegrense é formada por espécies vegetais de dois dos principais biomas brasileiros: Mata Atlântica e Pampas. Desse modo, há uma diversidade de espécies vegetais, com destaque para a presença de árvores de grande porte.

As matas e outros tipos de vegetação com espécies arbóreas ocorrem de maneira relictual no município de porto alegre, principalmente ao longo dos morros e áreas inundáveis da margem do lago Guaíba e seus tributários. Muitas dessas comunidades vegetais e dos elementos florísticos que as compõem são poucos conhecidos e vêm sofrendo danos crescentes a rápida expansão urbana (BRACK *et al.*, 1998)

A Prefeitura Municipal de Porto Alegre conta com a Secretaria de Serviços Urbanos (SMSURB) que atua na coordenação e no controle de ações de Zeladoria urbana, tais como limpeza e manutenção. É encarregada da política de prestação de serviços urbanos e zeladoria, cabe também

à secretaria o manejo, a poda e a supressão de arbóreos em áreas públicas e, excepcionalmente, em áreas privadas caso o requerente comprove ser baixa renda (até três salários mínimos).

O estudo consiste em uma pesquisa de caráter exploratório, quali quantitativo através da construção de planilhas pelo Microsoft Excel computando os dados transcorridos durante do temporal de 16 de junho de 2023, onde foram contabilizados números dos protocolos gerados pelo sistema 156, endereço, bairros, números de árvores tombadas e galhos caídos.

Posteriormente realizou-se um levantamento bibliográfico dos contratos estabelecidos das empresas terceirizadas com a Prefeitura Municipal de Porto Alegre, apontando quantitativo de equipamentos, mão de obra utilizada, número de funcionários, estimativa de resíduos gerados, entre outros.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos dias 15 e 16 de junho de 2023, um forte temporal com ventos de até 130 Km/h atingiu cerca de 88 bairros de Porto Alegre, iniciando por chamados da Defesa Civil a comunicar queda de árvores sobre residências, como também com o apoio da Empresa Pública de Transporte e Circulação (EPTC), no auxílio das quedas de árvores caídas sobre as vias obstruindo a passagem de veículos e de pedestres. No entanto, chegou a totalizar 34 chamados de árvores caídas por meio do portal 156 da Prefeitura Municipal de Porto Alegre.

No final do dia 16 de junho de 2023 já totalizam 1200 protocolos, exceto as duplicidades, já tínhamos aproximadamente 88 bairros diferentes e registrados mais de 1500 vegetais, sem contar parques e praças, pois em Porto Alegre há 6 parques e 700 Praças. Se somarmos as quedas de vegetais com parques e praças, teremos aproximadamente 3000 vegetais caídos.

A primeira prioridade da logística era a desobstrução de vias, não sendo necessário o recolhimento dos resíduos, o importante era picar e alocar os mesmos próximos a calçada para fluir o trânsito de veículos. Em segundo momento a prioridade era a queda de vegetais sobre residências com risco iminente, sendo está sob responsabilidade do Corpo de Bombeiros.

Nesta ação contamos com aproximadamente 21 equipes de empresas terceirizadas e com o Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU) com recolhimento de galhos de pequeno porte. Houve também gargalos de deslocamento, devido a logística inadequada do transbordo dos resíduos pelos caminhões coletores.

O sinistro não atingiu somente a arborização viária como também as escolas municipais, postos de saúde e próprios municipais que foram afetados, visando atribuir uma logística rápida e com o apoio da Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE) de forma a minimizar o número de residências sem energia e descontentamento da população porto-alegrense.

Contamos também com o atendimento de 700 praças e 6 parques em diversos pontos da cidade, gerando desgaste físico dos funcionários ultrapassando 30 dias de trabalho semanal com revezamento de equipes, o que condiciona o retardamento do serviço executado a um custo benefício inviável pela mão de obra hoje existente.

A logística, ocorreu em 88 bairros de Porto Alegre, alguns sendo mais atingidos com quantidades diferenciadas de árvores caídas, sendo o bairro Sarandi mais afetado contabilizando vinte e quatro vegetais tombados somente no sistema viário. Os vegetais de grande porte requerem maior tempo para ser cortado e recolhido além de ocupar maior volume de resíduos nos caminhões, os quais suportam aproximadamente 20 toneladas.

Portanto, para organizar a cidade em plenas condições habitáveis e ambientalmente equilibrada levou aproximadamente 70 dias com 21 equipes em ação. Esse fenômeno da natureza resultou em aprendizado para os próximos temporais, como contratação de novas empresas emergenciais e solicitação de outros apoios técnicos através de abertura de novas licitações mediante liderança de profissionais devidamente capacitados e com experiência profissional de no mínimo 5 anos garantindo maior eficiência e eficácia em menor período de tempo com resultados anuais positivos para a Prefeitura.

Os pontos básicos para adquirir uma boa gestão de qualidade é alinhar as etapas fundamentais dentro dos processos administrativos, planejamento, organização, liderança e controle financeiro a fim de obter eficiência operacional sem gargalos ao longo de todo o processo produtivo.

Um exemplo destes entraves, é o que ocorre atualmente na unidade de Podas e Remoções Vegetais da Prefeitura de Porto Alegre que consta com contratos ineficientes a serviço da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SMSURB), os quais consta com capacitação técnica terceirizada precária dos profissionais contratados na área ambiental e planejamento ineficaz do respectivo contrato sob liderança de profissionais não habilitados, hoje composto por engenheiro civil, para atender as demandas de outro setor específico, ou seja, podas e supressões de vegetais.

Esta incompatibilidade de serviços x profissionais acabam interferindo negativamente na gestão operacional e, conseqüentemente gera um déficit no fluxo de caixa da Prefeitura e prospectivas das solicitações dos cidadãos Porto-Alegrense.

Tabela 1 – Bairros mais afetados pelo temporal em Porto Alegre.

Bairros	Protocolos
CRISTAL	8
JARDIM DO SALSO	8
MORRO SANTANA	8
SANTA TEREZA	8
VILA SAO JOSE	8
NONOAI	9
VILA NOVA	9
CAVALHADA	10
PARTENON	10
SAO SEBASTIAO	10
IPANEMA	11
FLORESTA	11
TRISTEZA	11
VILA IPIRANGA	11
BELEM NOVO	14
PETROPOLIS	14
LOMBA PINHEIRO	15
SARANDI	24

Fonte: Portal 156, Prefeitura Municipal Porto Alegre.

De acordo com Barcellos *et al.* (2018) os efeitos da urbanização que mais interferem no planejamento da arborização de ruas estão relacionados com as dimensões das ruas, calçadas e acessibilidade, canteiros das árvores, alterações das condições físicas e químicas do solo, presença de rede de energia elétrica, canalização subterrânea de água, esgoto e gás, fluxo de automóveis e pedestres.

Com relação a gestão municipal, refere-se na maioria das vezes a falta de capacitação de recursos humanos para as atividades de planejamento, produção de mudas, implantação, manutenção e monitoramento da arborização. Qualquer incompetência destes fatores poderá acarretar conflitos permanentes ou de difícil solução (Barcellos *et al.*, 2018).

O Plano de arborização urbana é um documento oficial nos municípios que legitima e descreve as ações referentes a gestão, implantação, plantio, manutenção e monitoramento das

árvores. As ações deste plano podem servir tanto para intervir na arborização já existente como atuar em áreas que ainda sejam isentas de arborização (Barcellos *et al.*, 2018).

A gestão de resíduos da arborização deve relacionar ações técnicas e incorporação de políticas públicas, que incentivem práticas adequadas e sempre atualizadas para sua minimização e valorização, cabendo a necessidade de revisão dos sistemas e das técnicas de podas atualmente utilizadas.

Por fim, diante deste estudo, pôde-se perceber que a logística de recolhimento de resíduos das árvores urbanas é de suma importância na obtenção de uma gestão municipal de qualidade, pois um gerenciamento inadequado acarreta altos custos para os municípios, com comprometimento de grandes áreas para disposição dos resíduos gerados, aumento do risco de incêndios em aterros, degradação da paisagem e poluição do ar e da água. Além do desperdício de materiais com potencial energético e matéria-prima que poderia ser aplicada na fabricação de produtos sólidos de madeira e compostagem (Meira, 2010).

Tais condições mencionadas acima conforme Meira (2010), são primordiais também para evitar possíveis catástrofes ambientais que ocorreram nos últimos anos em Porto Alegre, como apresentado no estudo em questão.

4 CONCLUSÃO

A logística do temporal de 2023 foi insatisfatória pelo período transcorrido para o recolhimento dos resíduos, totalizando aproximadamente 60 (sessenta) dias. Com relação as prioridades de atendimento de desobstrução das vias, manter residências para o corpo de bombeiros e priorizar as escolas e postos de saúde, de maneira geral foi satisfatório pois estes estabelecimentos conseguiram manter seus atendimentos a população enquanto atendíamos aos vegetais de pequeno porte tombados no sistema viário. Porém, o que precariza os serviços é a mão de obra insuficiente e a falta de profissionais devidamente capacitados na região.

Porém, a fim de melhorar a logística para uma boa gestão de qualidade é necessário modificar o fluxo de recolhimento dos resíduos gerados, realizar contratos emergenciais de corte e recolhimento e também procurar apoio do exército. Em se tratando de uma localidade de grande população o recolhimento tem q ser de forma rápida, pois a população exige celeridade para melhor conforto térmico e qualidade de vida da mesma.

O índice populacional e a dimensão de Porto Alegre atualmente é inversamente proporcional ao quadro de técnicos capacitados e habilitados que hoje atuam no setor público para atendimento da demanda no município, sendo hoje necessário no mínimo 80 (oitenta) equipes de execução de serviços de manejo de podas e supressões a fim de atender satisfatoriamente a

população porto-alegrense. Esta condição é passível de ser realizada se, contratada 8 (oito) empresas de caráter emergencial e obtiver apoio de 32 (trinta e dois) membros do exército, além da adição de, pelo menos, um contrato de empresa terceirizada de execução acompanhado de as empresas já atuantes, contemplando assim, no mínimo três equipes para atender as zonais existentes em Porto Alegre e, reduzir contratos hoje existentes que não geram resultados positivos e acabam prejudicando no custo-benefício sem retorno financeiro da prefeitura.

O tempo estimado seria de 30 (trinta) dias para deixar Porto Alegre totalmente desobstruída, reestruturada e equilibrada ambientalmente.

REFERÊNCIAS

- BARCELLOS, A. *et al.* **Manual para elaboração do plano municipal de arborização**/organização Paula Broering Gomes Pinheiro. 2. Ed. Curitiba: Procuradoria-Geral de Justiça, 2018. 67 p.
- BRACK, P. *et al.* **Árvores e arbustos na vegetação natural de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil**. Publicado em Iheringia n. 51. 1998. 16 p.
- MEIRA, A. M. de. **Gestão de Resíduos da Arborização Urbana**. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2010. 179 p.
- MELO, E. F. R.Q; ROMANINI, A. A gestão da arborização urbana na cidade de Passo Fundo/RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 2, n. 1, p. 1-16, 2007.
- CAMPOS, M. **Porto Alegre: bandeira, mapa, população, cultura** - Mundo Educação. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/porto-alegre.htm>. Acesso em: 19 maio 2024. Licitações do Brasil. Disponível em: <https://www.portaldecompraspublicas.com.br/>. Acesso em: 19 maio 2024.
- LOGÍSTICA E SUA APLICAÇÃO PRÁTICA - UM ESTUDO DA PRODUTIVIDADE A PARTIR DA ESTRUTURAÇÃO E PLANEJAMENTO**. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/1012/o/LOGÍSTICA_E_SUA_APLICAÇÃO_PRÁTICA_-_UM_ESTUDO_DA_PRODUTIVIDADE_A_PARTIR_DA ESTRUTURAÇÃO_E_PLANEJAMENTO.pdf. Acesso em: 19 maio 2024.
- POPULAÇÃO em Porto Alegre (RS) é de 1.332.570 pessoas, aponta o Censo do IBGE**. Disponível em: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2023/06/28/populacao-em-porto-alegre-rs-e-de-1332570-pessoas-aponta-o-censo-do-ibge.ghtml>. Acesso em: 19 maio 2024.
- PORTAL 156 POA**. Disponível em: <https://156poa.procempa.com.br/sistemas/156/>. Acesso em: 19 maio 2024.

CAPÍTULO 29

AVALIAÇÃO DO VIGOR E QUALIDADE DE PLANTAS DE MANDIOCA PRODUZIDAS A PARTIR DE RAMAS ATACADAS E NÃO ATACADAS PELA MOSCA-DO-BROTO (*Neosilba perezii*)

Érica Frazão Pereira De Lorenzi   

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI, Santa Catarina, Brasil

Betina Emerick Pereira   

Iparque/Unesc, Brasil

Henrique Belmonte Petry   

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI, Santa Catarina, Brasil

Eduardo da Costa Nunes   

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI, Santa Catarina, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.739 



Resumo: Dentre os insetos-praga associados à mandioca, está a espécie de Diptera *Neosilba perezii* Romero e Ruppel, pertencente à família Lonchaeidae, popularmente denominada mosca-do-broto da mandioca. Considerando a importância das manivas para formação de novas lavouras, o presente estudo objetivou entender a influência do ataque da mosca no material propagativo. A pesquisa foi conduzida nas safras 2017/18, 2018/19 e 2019/20 e conduzida em área da Estação Experimental de Urussanga. Os tratamentos foram manivas da variedade Sambaqui provenientes de plantas que sofreram Muito Ataque (MA) e Pouco Ataque (PA) na safra anterior. Os dados foram analisados por MANOVA e os parâmetros avaliados na colheita comparados por ANOSIM. Estes foram organizados e representados em gráfico pelo Teste de Análise de Coordenadas Principais – PCA. O teste ANOSIM indicou diferença estatística em números absolutos e o PCA revelou que a diferença se deu na altura da primeira bifurcação e altura das plantas, no entanto, o peso e número das raízes não foram influenciados pelo ataque da mosca. Conclui-se que o dano da mosca se restringe a qualidade do material propagativo.

Palavras-chave: inseto-praga, *Manihot esculenta*, material propagativo, produção, qualidade.

1 INTRODUÇÃO

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) (Euphorbiaceae) é amplamente difundida em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, pois além de possui um grande valor energético, os custos de produção e manejo não são onerosos ao agricultor (Cristé; Cohen, 2006). Ela é cultivada nas Américas, África e Ásia, portanto a ocorrência de insetos associados a ela varia entre as regiões produtoras, estima-se que aproximadamente 200 artrópodes estejam associados ao cultivo, só na região neotropical, de forma benéfica e/ou antagônica (Bellotti; Van Schoonhoven, 1978).

Dentre os insetos associados de forma antagônica ao cultivo, está inclusa a espécie *Neosilba perezii* Romero e Ruppel, pertencente à família Lonchaeidae, popularmente denominada mosca-do-broto da mandioca (Bellotti; Van Schoonhoven, 1978). Embora a família Lonchaeidae seja conhecida por suas espécies possuírem hábito alimentar polífago, a *N. perezii* tem como único recurso alimentar a mandioca (Gislotti, 2009; Gislotti; Prado, 2013).

As fêmeas de *N. perezii* colocam seus ovos entre as folhas da parte apical do broto – onde o tecido é mais tenro, facilitando a entrada das larvas – suas larvas perfuram o broto e causam a morte do ponto de crescimento. O ataque gera a quebra da dominância apical, dessa forma, há retardo no crescimento das plantas juvenis e indução de brotação das gemas laterais, que também são passíveis de novos ataques da praga (Gislotti; Prado, 2013; De Lorenzi; Nora, 2016). De acordo com Bellotti *et al.* (2002) os danos ao material propagativo da mandioca ocorrem com ataques até os três meses após o plantio.

Apesar de ser considerada uma praga chave para o cultivo (Gallo *et al.*, 2002) ainda existem poucos estudos sobre sua bioecologia, possivelmente devido à dificuldade taxonômica na identificação das moscas presentes nesta família, que se dá através da genitália dos machos, para o

gênero *Neosilba* (Gislotti, 2009). Isto posto, levando em consideração a importância das manivas para que o agricultor possa perpetuar sua lavoura (Cereda, 2001), o presente estudo visou compreender como o ataque desta praga e os danos às manivas pode influenciar o vigor, o desenvolvimento e a produtividade das plantas no estabelecimento da nova lavoura a partir deste material.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em área da Estação Experimental de Urussanga, SC. Foram utilizadas manivas provenientes da variedade Sambaqui, por ser uma variedade que não bifurca naturalmente até seu completo desenvolvimento vegetativo. As ramas que deram origem às manivas utilizadas no estudo foram separadas na colheita da safra, entre Muito Atacadas (MA) e com Pouco Ataque (PA) pela mosca-do-broto, constituindo-se nos tratamentos avaliados. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com 10 repetições por tratamento, tendo 10 plantas cada bloco. A lavoura foi plantada num espaçamento de 0,9 x 0,8 m e os blocos foram separados por 3 linhas de plantio, consideradas bordaduras. O experimento foi repetido nas safras 2017/18, 2018/19 e 2019/20. Não foram aplicados inseticidas ao longo das safras em estudo sendo realizados apenas os tratos culturais de adubação e capina.

Após a emergência das plantas e expansão total de suas primeiras folhas, aproximadamente 45 dias após o plantio, todas as plantas tiveram suas alturas medidas quinzenalmente, anotando-se ainda falhas de plantio e a presença ou não de ataque pela mosca-do-broto, até os quatro meses após o plantio. Na colheita do experimento, foram avaliados os seguintes parâmetros: altura das plantas, número de bifurcações, altura da primeira bifurcação, número de raízes e peso das raízes.

Nas safras 2018/19 e 2019/20 foram separadas amostras de ramas e raízes após a colheita para análise do teor de matéria seca (MS), visando complementar as informações e determinar se o ataque da praga influencia a produtividade de raízes e parte aérea (hastes e folhas). O teor de amido foi determinado pelo método da balança hidrostática.

Para determinação da MS de raízes, após a colheita foram selecionadas raízes de tamanho médio, oriundas da mesma unidade amostral utilizada para determinação do teor de amido pelo método da balança hidrostática. Destas foram retiradas pelo menos cinco amostras de raízes com aproximadamente 1000 gramas cada. Foi calculada a produtividade média por hectare de cada tratamento e o rendimento em sacas de farinha.

Para determinação da matéria seca das hastes, após a colheita foram retiradas amostras em triplicata usando o terço médio das hastes colhidas. Estas foram trituradas, pesadas (Peso inicial-fresco) e na sequência, colocadas para secagem em estufa de circulação de ar forçada regulada à

temperatura de 70 °C (± 5) até atingirem peso constante (Peso final-seco). A MS (%) é dada pela fórmula: $MS (\%) = \text{Peso final da amostra (seco)} / \text{peso inicial da amostra (fresco)}$.

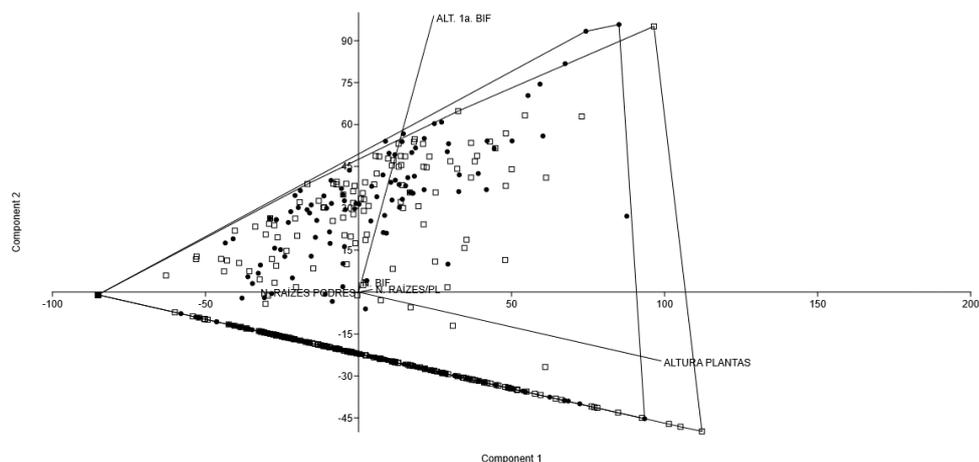
Os dados dos parâmetros obtidos na colheita foram analisados por MANOVA e comparados por ANOSIM. Em seguida foram ordenados e representados em gráfico pelo Teste de Análise de Coordenadas Principais – PCA, sendo discutidos os principais fatores que influenciaram os resultados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos parâmetros avaliados na colheita foi realizado o teste ANOSIM, que indicou uma diferença estatística em números absolutos entre os tratamentos (utilização de ramas muito atacadas ou com pouco ou nenhum ataque no plantio). Posteriormente foi realizado um teste de Análise de Componentes Principais - PCA (Figura 01) para verificar quais parâmetros das plantas avaliados durante a colheita foram os mais afetados pelos tratamentos.

Os parâmetros altura das plantas e altura da primeira bifurcação são os que mais contribuem para explicar os dados, com nível de explicação de 60% e aproximadamente 30%, respectivamente. A altura da planta foi um parâmetro diretamente relacionado ao tratamento, ou seja, plantas formadas a partir de ramas com pouco ou nenhum ataque também geraram plantas menos atacadas e mais altas. Enquanto a altura da primeira bifurcação foi um parâmetro inversamente proporcional ao tratamento, ou seja, ramas muito atacadas geraram plantas que também sofreram mais ataques e bifurcaram mais.

Figura 1 - Análise de Coordenadas Principais da influência dos tratamentos nos parâmetros avaliados na colheita. Os quadrados vazados representam as plantas muito atacadas e os círculos pretos as plantas pouco atacadas.

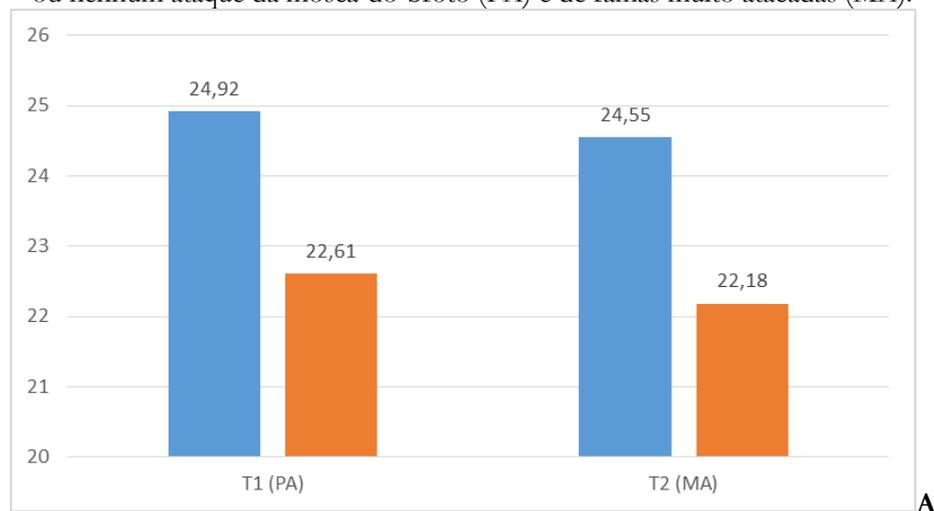


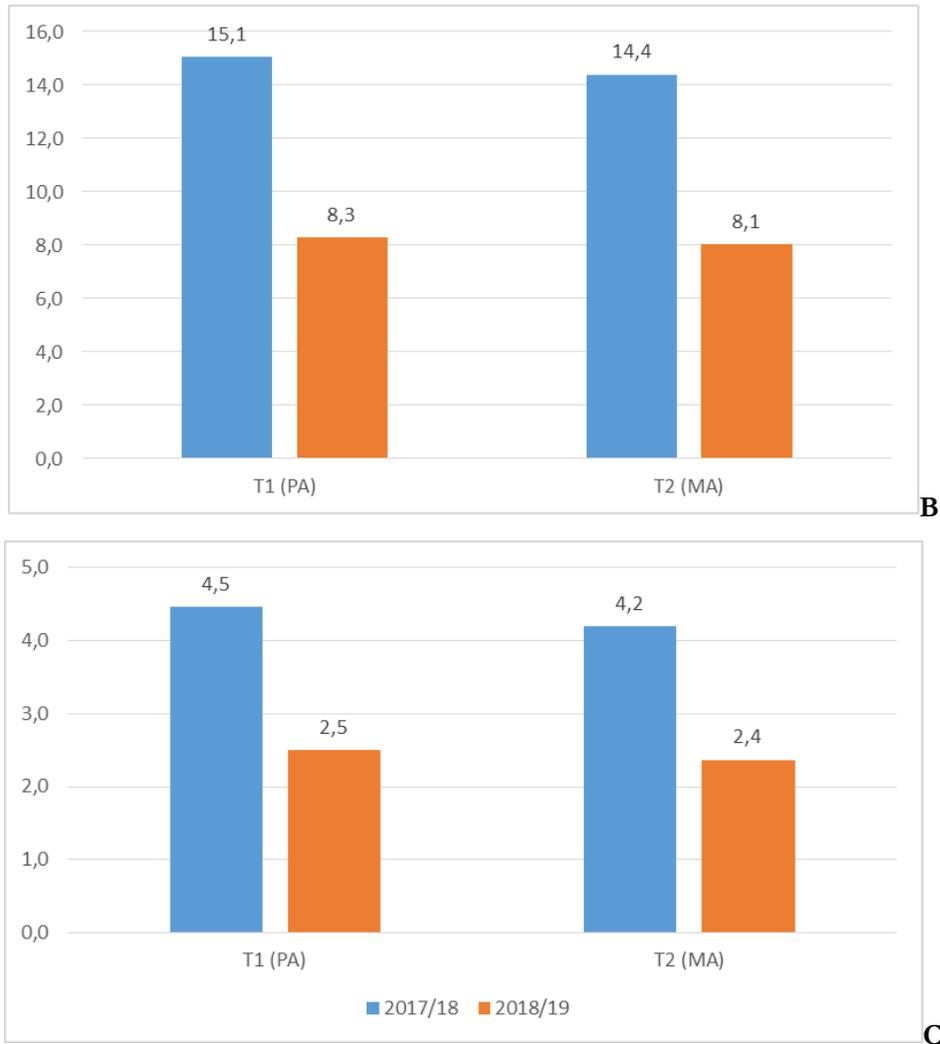
Fonte: Pereira, 2020.

Com relação ao peso de raízes total por parcela e peso por planta foi realizado um teste de MANOVA que não identificou diferença estatística, comprovando que os tratamentos não afetaram esses parâmetros. Pelo teste de PCA se evidencia a falta de peso dos tratamentos em relação às raízes observando-se que o parâmetro ficou muito próximo de zero. Os resultados corroboram os dados de Lourenção *et al.* (1996), em seu estudo de dano simulado os autores relataram a não influência do dano no peso e número de raízes, ou seja, o ataque da mosca-do-broto resulta em perda do material propagativo, dificultando a continuidade da lavoura na safra seguinte. Dessa forma, o agricultor precisa recorrer à compra de material vegetativo de outras localidades e, portanto, estar sujeito a importar possíveis doenças e pragas para sua localidade.

Quanto às análises de teor de matéria seca (MS) da parte aérea (rama), produtividade e rendimento em sacas de farinha por hectare foi observado que o tratamento PA apresentou índices um pouco superiores, mas que não afetaram de maneira geral o resultado em relação ao tratamento MA (Figura 2).

Figura 2 – Determinação dos teores de Matéria Seca (MS) da parte aérea (A), produtividade de raízes (B) e do rendimento em sacas de farinha (C) de plantas de mandiocas produzidas a partir de ramos com pouco ou nenhum ataque da mosca-do-broto (PA) e de ramos muito atacadas (MA).





Fonte: De Lorenzi, 2020.

4 CONCLUSÃO

Os resultados indicam que, apesar das manivas muito atacadas desenvolverem plantas menores e mais sujeitas aos ataques da mosca-do-broto, não influenciam o peso e nem o número de raízes. Sendo assim, conclui-se que o dano ocasionado pela mosca se restringe a qualidade do material propagativo.

REFERÊNCIAS

BELLOTTI, A. C.; SCHOONHOVEN, A. V. Mite and insects pests of cassava. **Annual Review of Entomology**, v. 23, p. 39-67, 1978.

BELLOTTI, A. C.; ARIAS, B. V.; VARGAS, O. H.; REYES, J. A. Q.; GUERRERO, J.M. Insectos y acaros dañinos a la yuca y su control. In: OSPINA, B.; CEBALLOS, H. (Eds.). **La yuca em el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización**. Cali: CIAT/CLAYUCA, 2002. 586p.

CEREDA, M. **Manejo, Uso e Tratamento de Subprodutos da Industrialização da Mandioca**. São Paulo: Fundação Cargill, v.4, 320 p., 2001.

CRISTÉ, R. C. COHEN, K. O. **Estudo do Processo de Fabricação da Farinha de Mandioca**. EMBRAPA Amazônia Oriental. Documentos n° 267, 75 f., 2006.

DE LORENZI, E. F. P.; NORA, I. Danos e manejo da mosca-do-broto da mandioca. **Agropecuária Catarinense**, v. 29, n. 3, p. 38-41, 2016.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S. *et al.* **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ. 920p., 2002.

GISLOTTI, L. J. **Aspectos ecológicos e biológicos de *Neosilba perezii* (Romero & Ruppel, 1973) (Diptera: Lonchaeidae) associados à cultura de mandioca *Manihot esculenta* Crantz**. 2008. 103 f. Dissertação (Mestre em Parasitologia) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2009.

GISLOTTI, L. J.; PRADO, A. P. Aspectos da biologia e morfologia de machos da mosca-dos-brotos (Diptera: Lonchaeidae). **Arquivos do Instituto Biológico**. v. 80, n. 4, p. 416-423, 2013.

LOURENÇÃO, A. L.; LORENZI, L. O. AMBROSANO, G. M. B. Comportamento de clones mandioca em relação a infestação por *Neosilba perezii* (Romero & Ruppel) (Diptera: Lonchaeidae). **Scientia Agricola**, v. 53, n. 2/3, p. 304-308, 1996.

CAPÍTULO 30

AVALIAÇÃO AGRONÔMICA DE REBROTA DO CAPIM-ELEFANTE (*Pennisetum purpureum*, schum) CV. BRS CAPIAÇU NAS CONDIÇÕES EDAFLOCLIMÁTICA DO MUNICÍPIO DE SÃO RAIMUNDO DAS MANGABEIRAS – MA

Álvaro Ryan da Silva Soares   

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFPI, *Campus* São Raimundo das Mangabeiras, Maranhão, Brasil

Francisco Barros Neto   

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFPI, *Campus* São Raimundo das Mangabeiras, Maranhão, Brasil

Rodrigo de Souza Pinheiro   

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFPI, *Campus* São Raimundo das Mangabeiras, Maranhão, Brasil

Luziel Rodrigues Arruda Junior   

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFPI, *Campus* São Raimundo das Mangabeiras, Maranhão, Brasil

Luís Eduardo da Silva   

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFPI, *Campus* São Raimundo das Mangabeiras, Maranhão, Brasil

Roberto Barros Aguiar   

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFPI, *Campus* São Raimundo das Mangabeiras, Maranhão, Brasil

Kevin Chaves de Lima Reis   

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFPI, *Campus* São Raimundo das Mangabeiras, Maranhão, Brasil

Denis Pereira Ribeiro   

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFPI, *Campus* São Raimundo das Mangabeiras, Maranhão, Brasil

Ana Carolina de Assis Dantas   

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFPI, *Campus* São Raimundo das Mangabeiras, Maranhão, Brasil

Richardson Soares de Souza Melo   

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFPI, *Campus* São Raimundo das Mangabeiras, Maranhão, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.740 

Resumo: O capim-elefante, com destaque para a cultivar BRS Capiaçú, é reconhecido por sua alta produção de biomassa e valor nutricional, sendo uma opção econômica para suplementação alimentar de animais através de silagem ou consumo fresco. O presente trabalho teve como objetivo avaliar diferentes períodos de corte da cultivar BRS Capiaçú em primeira rebrota no município de São Raimundo das Mangabeiras- MA. A pesquisa foi realizada no Instituto Federal do Maranhão - IFMA campus de São Raimundo das Mangabeiras. O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizados com três repetições e quatro tratamentos com as seguintes idades de corte 50, 70, 90 e 110 dias de rebrota, as variáveis analisadas foram altura, produção de matéria fresca e seca e relação folha/colmo. Os dados obtidos foram avaliados estatisticamente através da ANOVA, seguindo o modelo de blocos ao acaso em parcelas e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com o auxílio do software SISVAR[®]. Os tratamentos de 90 e 110 dias foram os melhores resultados, atingindo respectivamente teores de matéria seca de 22,7% e 26,48%, alturas de 2,31 m e 2,47 m com produtividade de massa fresca de 152,7 t ha⁻¹ e 117 t ha⁻¹.

Palavras-chave: BRS Capiaçú. Produtividade. Rebrota.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos líderes mundiais na produção comercial de gado, desempenhando um papel proeminente no mercado global de exportação de carne bovina. Apesar de já encontrar-se em um cenário positivo, as expectativas ainda são de aumentos consideráveis na produção nos próximos anos. Diferentemente de muitos outros países produtores de carne bovina, a pecuária no Brasil tem sua base fundamentada nas pastagens. Essas áreas, compostas por pastos nativos e cultivados, ocupam aproximadamente 160 milhões de hectares, representando cerca de 45% da área total das propriedades agrícolas do país. O que ressalta a significativa contribuição da pecuária de pastagem para a economia brasileira (Pezzopane, 2019).

As pastagens desempenham um papel crucial como fonte primária de alimento para a pecuária. Durante a estação chuvosa, há uma abundância de forragem de alta qualidade, o que beneficia significativamente a produção. No entanto, as variações climáticas ao longo do ano podem resultar em flutuações na disponibilidade de forragem e, conseqüentemente, afetam negativamente os índices de produção (Carvalho *et al.*, 2017).

Nessas áreas afetadas por longos períodos de estiagem, a produção animal sofre impactos negativos devidos, tanto à diminuição do crescimento das pastagens, como também no decréscimo nos teores nutricionais. Isso torna essencial a suplementação alimentar para mitigar a escassez de nutrientes nos rebanhos. Nesse contexto, o cultivo de capineiras emerge como uma alternativa eficaz para a produção de volumoso durante períodos de escassez de forragem nos pastos brasileiros (Santos *et al.*, 2016).

Visando alternativas que contornem este problema nos períodos de estiagem, o capim elefante (*Pennisetum purpureum*) possui cultivares com atributos que auxiliam na suplementação dos

animais. Entre essas cultivares, destaca-se a cultivar BRS Capiáçu, que é reconhecido como uma planta forrageira de grande potencial. Onde possui a capacidade de produção de biomassa que alcança médias de até 300 t ha/ano, além disso, possui uma qualidade nutritiva satisfatória e é bem aceito pelos animais. Sua utilização pode variar principalmente na forma de silagem ou picado verde no cocho. A sua utilização como capineira, tornou-se uma fonte importante de alimento, especialmente para suplementação volumosa fora da estação chuvosa, sendo particularmente relevante em pequenas propriedades devido ao seu custo de produção acessível (Rosa *et al.*, 2019).

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) cv. BRS Capiáçu tem demonstrado uma alta produtividade, e com isso se sobressaindo de diversas forrageiras. No entanto, não há registros de dados para a região sul do Maranhão, com isso faz-se necessário avaliar os diferentes períodos de corte da cultivar BRS Capiáçu em primeira rebrota no município de São Raimundo das Mangabeiras- MA.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma área de capineira já estabelecida localizada no Instituto Federal do Maranhão - IFMA campus de São Raimundo das Mangabeiras, com localização geográfica: 7°1'19.75"S e 45°28'49.95" e altitude de 246 metros do nível do mar, situada a 83 km Norte-Leste de Balsas. De acordo com a Köppen e Geiger, o clima dessa região é classificado como Aw, ou seja, de clima tropical, apresentando irregularidades nas estações: chuvosa no verão (novembro a abril) e seca no inverno (maio a outubro). A temperatura média anual é de 26,4 °C com pluviosidade média anual de 1157 mm.

As plantas forrageiras utilizadas foram o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) cv. BRS Capiáçu cultivadas anteriormente. O solo da área experimental foi classificado por (Silva, 2018) como latossolo. A adubação da área foi aplicada conforme os resultados da análise química de solo realizada antes da data de corte da capineira.

O espaçamento das plantas utilizados foram de 0.80m entre linhas, o corte aconteceu de forma manual utilizando facões. O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizados com três repetições e quatro tratamentos com as seguintes idades de cortes após o rebrote: 50, 70, 90 e 110 dias. As parcelas possuíam dimensões de 3,0m x 4,0m totalizando 12,0m², e espaçamento das ruas de 1m. Para cada idade de corte foram aferidas as alturas das plantas com o uso de uma trena de 5 m de comprimento. As leituras eram realizadas em dez pontos aleatório por unidade experimental, antes dos cortes de avaliação, tendo como referência a curvatura da folha (Sanchês, 2017).

Para a determinação dos parâmetros produtivos das plantas, foram colhidas duas amostras de material verde, representativas, antes do corte, com um auxílio de uma armação de 0,25 m². Essa estrutura era posicionada em pontos representativos das parcelas no momento da amostragem e, as plantas que estavam no interior eram cortadas conforme uma altura de resíduo (Sanchês, 2017). Considerou-se uma área de 0,5 m de largura como bordadura.

A forragem da área total de 0,5 m² foram pesadas verdes para a determinação da massa fresca, em seguida as amostras foram encaminhadas para o laboratório, onde foram colocadas em estufa de ar forçado a 65 °C por 72 horas até peso constante para determinação do teor de matéria seca (Souza, 2018).

Os dados obtidos foram avaliados estatisticamente através da ANOVA, seguindo o modelo de blocos ao acaso em parcelas e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com o auxílio do software SISVAR[®]. As tabelas foram geradas através do software de análise de dados Excel[®].

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1. São apresentados os dados avaliados nos diferentes períodos de cortes da cultivar BRS Capiacu para as variáveis altura de planta (AP), produção de massa fresca (PMF) e teor de matéria seca (TMS). Observa-se que para as três variáveis houve diferença significativa entre os tratamentos ($P \leq 0,05$).

A altura das plantas durante os intervalos de corte que variaram de 50 a 110 dias após o rebrote, registraram um aumento significativo de 69,17% ao decorrer do avanço da idade de corte. Notavelmente, observou-se que o período de corte de 110 dias resultou em uma maior altura média, alcançando 2,47 metros, enquanto o período de 90 dias apresentou uma estatura média de 2,31 m, sem diferença estatisticamente significativa entre eles. Por outro lado, os períodos de 50 e 70 dias produziram os resultados mais baixos e exibiram discrepâncias estatisticamente significativas entre si, gerando alturas de 1,94 metros e 1,46 metros, respectivamente.

Costa *et al.* (2020), em seus estudos sobre a influência da idade de rebrota do capim elefante CV. BRS Capiacu sobre a produtividade e valor nutricional da forrageira, observou alturas variando entre 1,03 e 4,98 metros em diversos intervalos de corte, abrangendo 30, 60, 90, 120 e 150 dias, o que resultou em resultados superiores em comparação com os achados do presente estudo. Dados que também superam os deste estudo foram descritos por Pereira *et al.* (2016). Ao avaliar o desenvolvimento da CV. BRS Capiacu em diferentes idades de corte, variando de 50 a 110 dias, encontrou-se alturas mínimas de plantas de 2,10 metros e alturas máximas de 4,10 metros.

Tabela 1 – Altura de plantas (AP); Produção de massa fresca (PMF); Teor de Matéria Seca (TMS).

DIAS DE CORTE	ALTURA DE PLANTA (m)	PRODUÇÃO DE MASSA FRESCA t ha ⁻¹ (PMF)	TEOR DE MATÉRIA SECA (TMS)
50	1,46 c	84,360 c	16,48 b
70	1,94 b	116,693 ab	19,74 ab
90	2,31 a	152,700 a	22,7 a
110	2,47 a	117,093 ab	26,48 a
CV%	3.44	13.76	6.45

Fonte: Soares, 2024.

Para a variável PMF, o tratamento de 90 dias se sobressaiu aos demais com uma produtividade média de aproximadamente de 152,7 t ha⁻¹, seguidos pelo tratamento de 110, 70 e 50 dias com produtividades de 117, 116,6 e 84,3 t ha⁻¹, respectivamente, com diferença estática entre-se. O tratamento de 90 dias apresentou um maior acúmulo de chuvas, sendo acumulados 118 mm durante o intervalo que variou dos 70 dias aos 90, o que refletiu em uma maior taxa de umidade no solo e no ar e influenciou diretamente a massa fresca das plantas. O mesmo comportamento foi observado nos tratamentos de 50 e 70 dias, onde as chuvas ocorridas principalmente próximas ao período de corte participaram diretamente nos resultados encontrados, sendo acumulado um total de 37 mm aos 50 dias e 84 mm aos 70 dias. Para o tratamento de 110 dias o acumulado de chuva se concentrou no início do período, com uma quantidade de 71 mm acumulados, o que não influenciou com tanta intensidade sobre os resultados descritos.

Retore (2021) em suas avaliações com a Cv. BRS Capiáçu, encontrou uma produção de biomassa inferior ao do presente trabalho, sendo mencionadas uma produção de biomassa de 49,2 t ha⁻¹ no período de 60 dias, 56,4 t ha⁻¹ no período de 90 dias e 67,5 t ha⁻¹ para o intervalo de 120. Resultados inferiores ao do presente trabalho também são descritos por Costa (2020), onde o mesmo menciona encontra uma produtividade média de 63,3, 125, e 145 t ha⁻¹ para as diferentes idades de corte no rebrote, sendo os tratamentos de 60, 90 e 120 dias respectivamente.

Os resultados deste estudo indicam que o tratamento de 70, 90 e 110 apresentaram desempenho superior às médias mencionadas por Pereira *et al.* (2016). Enquanto Pereira *et al.* destacam que ao ciclo de produção do BRS Capiáçu alcança uma média de 100 t ha⁻¹ e em cada corte de massa fresca, totalizando 300 toneladas por hectare anualmente em três cortes ao longo do ano. O presente estudo revela um rendimento de produção que é aproximadamente três vezes maior do que o obtido nas colheitas de milho e sorgo.

Os maiores teor de matéria seca (TMS) foram apresentados pelos tratamentos de 110 e 90 dias de corte, onde os valores encontrados foram de 26,48% e 22,7%, respectivamente, ambos não

apresentaram diferenças estatísticas significativas entre-se. Os tratamentos de 50 e 70 dias apresentaram resultados próximos entre eles e baixos quando comparados aos demais tratamentos, sendo observados respectivamente valores de 16,48% e 19,74%. Para os tratamentos de 50 e 70 dias não houve diferenças estatísticas.

Pereira *et al.* (2016) em seus estudos avaliando a produtividade da BRS Capiaçú, observou que nos períodos de 90 e 110 dias, momento esse o mais próximo do ideal para o corte, a BRS Capiaçú apresenta teores de matéria seca variando de 16,5 a 19,7%, resultados próximos ao encontrado pelo presente trabalho. Ainda de acordo com os dados do presente estudo, Paula *et al.* (2020) avaliando a composição bromatológica da silagem de capim- elefante BRS Capiaçú com inclusão de fubá de milho, constatou ter encontrado um teor 19,5% de matéria seca aos 90 dias de corte.

Magalhães *et al.* (2006) observaram que o aumento da idade de corte do capim-elefante resulta em maiores rendimentos de matéria seca. Entretanto, a qualidade da forragem está intimamente ligada ao estágio de desenvolvimento da planta no momento da colheita, devido às mudanças que aumentam o teor de fibra. Estágios avançados de maturação resultam em uma redução nas atividades metabólicas das plantas, levando a uma diminuição na síntese de compostos proteicos e na digestibilidade da forragem das espécies tropicais (VAN SOEST, 1994). Portanto, a seleção de uma idade de corte adequado é crucial, pois permite o equilíbrio entre os aspectos qualitativos e quantitativos, maximizando o aproveitamento do potencial produtivo da forrageira como alimento animal.

Dados de matéria seca como os encontrados no presente estudo, evidenciam a capacidade da cultivar de ser utilizada na forma de silagem, uma vez que o elevado nível de umidade presente nas plantas forrageiras representa um dos principais motivos que resultam na produção de silagens com valores nutricionais reduzidos. A conservação da biomassa com alto teor de umidade durante o processo de ensilagem pode comprometer a fermentação no silo, levando a perdas adicionais através do vazamento de líquidos (Bernardes; Rêgo, 2014).

4 CONCLUSÃO

Aos 90 dias de idade de corte, no município de São Raimundo das Mangabeiras - MA, região Sul do Maranhão, a cultivar BRS Capiaçú já possui características desejáveis para o corte, com produção de 152,7 t ha⁻¹ de matéria fresca e teor de 22,7 % de matéria seca.

Agradecimentos e financiamento

Agradecemos ao Instituto Federal do Maranhão- campus São Raimundo das Mangabeiras pelo apoio financeiro e ao Núcleo de Agricultura de Precisão e Irrigação (NUAPI).

REFERÊNCIAS

ALVES, J. P. **Potencial forrageiro das cultivares BRS Kurumi e BRS Capiaçú**. Dourados, MS: UFGD, 2021.

BERNARDES, T. F.; RÊGO, A. C. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 3, p. 1852–1861, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7181>

CARVALHO, W. T. V. *et al.* Pastagens degradadas e técnicas de recuperação: Revisão. **Pubvet**, v. 11, p. 0947-1073, 2017.

COSTA, M. A. M. S. **Produtividade e valor nutricional do Capim-Elefante cv. BRS Capiaçú em diferentes idades de rebrota**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), UNIMONTES. Universidade Estadual de Montes Claros, 2020.

MAGALHÃES, J. A. *et al.* Influência da adubação nitrogenada e da idade de corte sobre o rendimento forrageiro do capim-elefante. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 91-96, 2006.

PAULA, P. R. P. *et al.* Composição bromatológica da silagem de capim-elefante BRS Capiaçú com inclusão de fubá de milho. **Pubvet**, v. 14, n. 9, 2020.

PEREIRA, A. V. *et al.* **BRS Capiaçú: cultivar de capim-elefante de alto rendimento para produção de silagem**. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2016.

PEZZOPANE, J. R. M. *et al.* **Cenários futuros das pastagens no Brasil**. 2019.

RETORE, M. *et al.* **Manejo do capim BRS Capiaçú para aliar produtividade à qualidade. Comunicado técnico**. EMBRAPA, Dourados, MS, 2021.

ROSA, P. P. *et al.* Características do Capim Elefante Pennisetum purpureum e suas novas cultivares BRS Kurumi e BRS Capiaçú. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 25, n. 1/2, p. 70-84, 2019.

SANCHÊS, S. S. C. **Caraterísticas agronômicas, anatômica e valor nutritivo do capim-elefante em diferentes idades de corte**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha-Ma, 2017.

SANTOS, M. P. *et al.* Importância da calagem, adubações tradicionais e alternativas na produção de plantas forrageiras: Revisão. **Pubvet**, v. 10, n. 1, p. 001-110, 2016.

SILVA, J. F. **Caracterização dos solos do Instituto Federal do Maranhão, Campus São Raimundo das Mangabeiras, região sul-maranhense**. Jaboticabal, 2018.

SOUZA, J. A. S. de. **Produção de gramíneas forrageiras dos gêneros *Urochloa* e *Megathyrsus* nas condições edafoclimáticas de Manaus, AM.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant.** Ithaca: Constock Publishing Associates, 1994.

CAPÍTULO 31

AVALIAÇÃO PRODUTIVA DO PIQUIAZEIRO (*Caryocar villosum*)

Fernanda Miranda da Silva   

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Brasil

Robson Pinto Cardoso   

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Brasil

Iris Armanda da Silva Aragão   

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Brasil

Sara Cristine Farias de Oliveira   

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.741 



Resumo: O piquiá (*Caryocar villosum*) é uma espécie nativa da Amazônia e destaca-se por sua importância econômica e características únicas. O objetivo deste trabalho é avaliar e classificar o produto com maior produtividade e potencial econômico da espécie. A metodologia adotada para a pesquisa baseou-se por um vasto levantamento de dados disponíveis em sites e bases governamentais, complementado por uma revisão bibliográfica criteriosa. Os resultados obtidos a partir do levantamento de dados indicaram que houve o mapeamento de 371.378 árvores da espécie *Caryocar villosum* e que o seu ciclo de vida possui 80 anos, o principal produto oriundo da espécie é o fruto, classificado como produto florestal não madeireiro e o alternativo é a madeira. Na última atualização de mercado, o quilo do fruto chegou a R\$18,00 reais e o m³ do alternativo alcançou o total de R\$127,00 reais. Todavia, o produto principal possui capacidade de produção durante todo o ciclo de vida da espécie, enquanto que o madeireiro não. Ao final, o valor médio por árvore para o fruto foi de R\$503.968,00 reais contra R\$21,49 do produto alternativo. Concluiu-se que a maior produtividade e maior potencial econômico da espécie são oriundos do fruto.

Palavras-chave: Amazônia. Fruto. Madeireiro. Piquiá. Produtividade.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado o terceiro maior produtor de frutas no mundo, a floresta Amazônica possui a maior biodiversidade vegetal do planeta. O piquiá (*Caryocar villosum*) é uma espécie nativa amazônica, pertencente à família *Caryocaraceae* é uma árvore de grande porte que pode atingir grandes dimensões como 40 a 50 metros de altura. Floresce durante os meses de agosto e setembro e a partir de fevereiro e março ocorre sua frutificação até maio, sem ter uma produção contínua (RABELO, 2012).

O fruto é composto por 65% de casca, 30% de polpa e 5% de amêndoa, a polpa tem 72% de óleo, 3% de proteína, 14% de fibra e 11% de outros carboidratos, sendo seus principais usos os alimentícios e os madeireiros. Da polpa do fruto é extraído o óleo que, além de utilizado na culinária, é também empregado na indústria cosmética, e como produto medicinal, no combate as doenças inflamatórias, apresenta uma madeira resistente e de alta qualidade, utilizada na construção civil e na produção de móveis.

Caryocar villosum é uma espécie nativa da Região Amazônica, comumente conhecido como piquiá, uma palavra indígena originária do tupi que significa “casca espinhosa”. Possui como sinônimas: *Caryocar butyrosom* (Aubl.) Willd., *Caryocar villosum* var. *aesculifolium* Wittm., *Caryocar villosum* var. *macrophyllum* Wittm., *Pekea butyrosa* Aubl. e *Pekea villosa* (Aubl.) Poir (Rabelo, 2012).

A árvore não tolera sombra, não se regenera facilmente na sombra, mas em pleno sol cresce rapidamente, o que é comum entre as árvores emergentes. Sua polinização é feita por morcegos. De acordo com Shanley e Medina (2005), um piquiazeiro não produz frutos todos os anos. Algumas árvores “descansam” em um ano e produzem no outro, produção bienal. Em Manaus e Belém, a floração ocorre durante julho a novembro e a frutificação ocorre 6 a 8 meses depois, nos meses de março a maio (Clement, 2000).

A espécie possui ocorrência na Amazônia brasileira e Guiana Francesa, sobretudo em florestas de terra firme, sobre solos argilosos bem drenados em ecossistemas de platô e vertente. As árvores de *Caryocar villosum* são de grande porte atingindo 40 a 50 m de altura. Possuem caule cilíndrico, sendo alongado em florestas fechadas e curtos em áreas de insolação intensa. A copa da árvore possui ramificações espalhadas com folhagens abundantes e agrupadas no ápice dos ramos. As flores são amarelas, bissexuais, actinomorfas, estames numerosos, conados na base formando um anel, anteras rimosas (Rabelo, 2012; Prance; Silva, 1999).

Segundo Shanley *et al.* (1998), quando as folhas do topo da árvore estão verdes, os frutos ainda não estão maduros. O fruto cai da árvore quando maduro, devendo ser coletado diretamente do chão e ser processado rapidamente para evitar rancidez, devido ao seu alto conteúdo em óleo.

Seus frutos são comestíveis, elipsóide a oblongo-globosa, com endocarpo lenhoso, frequentemente com espinhos proeminentes (Prance; Silva, 1999). Possuem o formato quase redondo, do tamanho em média de uma laranja constituído por 1 a 3 bagas reunidas sob a mesma casca parda, carnuda, espessa e muito rica em taninos. A casca adere fortemente às bagas, mas quando amadurecem soltam-se facilmente. Essas bagas são constituídas por um caroço muito maduro recoberto por uma camada de 3 a 5 mm de espessura com uma polpa amarela muito doce e perfumada, o endocarpo, constituído por uma grande quantidade de espinhos finos e duros (Pesce, 2009).

O piquiá quando fresco possui o peso médio de 280 g, composto por 65% de casca fina e cor cinza amarronzada (epicarpo), 11% de uma polpa amarela moderadamente grossa (0,5 a 2 cm) oleosa e densa (mesocarpo) e 24% de uma semente dura e espinhosa, contendo espinhos curtos (0,5 a 1,5 cm) localizados na camada interna envolvendo a castanha (Clement, 2000). A polpa tem 72% de óleo, 3% de proteína, 14% de fibras e 11% de outros carboidratos. A amêndoa descascada contém 70,4% de óleo (16,7% do caroço); óleo branco e meio sólido (Pesce, 2009). O piquiá é uma excelente fonte de calorias e energia. Os animais que comem as flores também aproveitam os nutrientes do piquiá. As flores são compostas de 71% de carboidratos, 8% de proteínas e 3% de gorduras (Shanley; Medina, 2005).

O piquiá tem diversos usos, dentre eles: alimento humano, cosmético, curtume, saboaria, medicinal, tinturaria dentre outros. A espécie ainda possui origens quase que exclusivamente extrativista, a sua colheita ainda é extremamente dependente da floresta nativa, não possuindo grandes cultivos comerciais no país.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar minuciosamente os produtos oriundos da espécie, destacar o produto com maior produtividade e classificar o produto com maior retorno econômico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para conduzir este estudo sobre os principais produtos florestais da espécie *Caryocar villosum*, foram utilizados dados obtidos de sites especializados na disponibilização de informações referentes aos valores e processos de produção desses produtos. A pesquisa teve como objetivo investigar de forma detalhada as características e o potencial econômico dos principais recursos provenientes dessa espécie florestal.

Inicialmente, foi realizada uma extensa revisão bibliográfica para identificar os sites confiáveis que fornecem dados atualizados sobre os produtos derivados do *C. villosum*. Posteriormente, foram selecionadas fontes que apresentavam informações relevantes, como o valor de mercado dos produtos. Os dados coletados foram submetidos a uma análise minuciosa, onde foram comparadas diferentes fontes para garantir a precisão e consistência das informações.

Além disso, foram considerados fatores como sazonalidade, variações regionais e métodos de coleta dos dados para garantir a robustez dos resultados obtidos. Nesta pesquisa, os dados referentes à espécie *Caryocar villosum* foram coletados meticulosamente a partir de fontes confiáveis e instituições governamentais. Para determinar o valor do principal produto derivado do *C. villosum*, utilizou-se a cotação de preços disponíveis no site Precota, que se baseia nas informações da Central de Abastecimento S/A (CEASA), uma importante referência no mercado de produtos agrícolas. Além disso, para estimar o valor do produto madeireiro proveniente do *C. villosum*, recorreu-se à base de dados da Secretaria de Estado da Fazenda (SEFA), que disponibiliza informações detalhadas sobre a produção e comercialização de produtos florestais. A escolha dessas fontes de dados foi fundamentada na sua reputação e credibilidade no fornecimento de informações precisas e atualizadas sobre os preços e a comercialização dos produtos agrícolas e florestais. A utilização dessas fontes de dados permitiu uma avaliação abrangente e detalhada do valor econômico dos produtos derivados do *C. villosum*.

É importante ressaltar que a escolha do *Caryocar villosum* como espécie de estudo ocorreu devido à sua relevância na indústria florestal, sendo conhecida por sua ampla gama de produtos derivados, que incluem desde óleos essenciais até madeiras de alta qualidade. Por fim, os dados compilados foram analisados utilizando técnicas estatísticas e de modelagem adequadas, permitindo uma compreensão abrangente do panorama atual dos produtos florestais provenientes do *C. villosum* e suas implicações econômicas e ambientais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir de um inventário florestal disponibilizado pela Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS), foram avaliadas 371.378 árvores da espécie *Caryocar villosum*. Esse

extenso levantamento forneceu uma visão abrangente da distribuição e abundância dessa espécie em determinada região, sendo crucial para o manejo e conservação desses recursos florestais.

Os dados do Centro Internacional de Pesquisas Florestais (CIFOR) revelaram que o ciclo produtivo do *C. villosum* abrange um período de 80 anos. Essa informação é essencial para o planejamento sustentável da utilização dos recursos florestais, garantindo sua renovação e perpetuação ao longo das gerações.

O principal produto derivado do *C. villosum* é o fruto, classificado como um produto não madeireiro e de classificação alimentícia, de acordo com a classificação de Mok (1991). O fruto é reconhecido pelo seu valor nutricional e pelas diversas aplicações na culinária regional. Segundo dados da Central de Abastecimento de São Paulo (CEASA), o valor do fruto alcançou R\$18,00 por quilo na última atualização, refletindo sua importância econômica e demanda no mercado. Estima-se que a produção média de frutos por árvore seja de 350 frutos.

Além do uso alimentício, o *C. villosum* também possui um potencial madeireiro significativo, sendo o principal produto alternativo da espécie. O valor por metro cúbico da madeira foi registrado em R\$127,00 reais, conforme dados atualizados da Secretaria de Estado da Fazenda (SEFA). Essa informação destaca a relevância econômica da espécie não apenas pela produção de frutos, mas também pela exploração sustentável de sua madeira, que é valorizada por suas propriedades ecológicas e comerciais.

Os valores médios obtidos por árvore em um período médio de 80 anos para os dois tipos de produto demonstraram elevada discrepância (Tabela 1), o que foi ocasionado pela capacidade de produção do produto principal pela planta. Uma das vantagens dos produtos florestais não madeireiros é a capacidade de ofertar produtos de modo contínuo sem a necessidade de remoção da árvore proveniente durante todo o ciclo produtivo (Guerra, 2008).

Tabela 1 – Valor médio por árvore dos principais produtos no período de 80 anos.

Uso	Valor estimado
Principal (fruto)	R\$503.968,00
Alternativo (madeireiro)	R\$21,49
Total	R\$ 503.989,00

Fonte: Autores, 2024.

Segundo Conceição *et al.* (2017), os produtos encontrados no município de Santarém durante o período da safra de 2015 eram oriundos do fruto, sendo encontrados: caroços pré

cozidos, frutos in natura, óleo e caroços cozidos. Reafirmando a maior comercialidade do fruto e de produtos oriundos do fruto por comerciantes e produtores.

O valor oriundo da produção de madeira pela planta foi consideravelmente inferior, destacando a menor produtividade do produto por planta e conseqüentemente uma menor receita. Este fator deve-se a remoção da árvore e a interrupção no sistema de produção, tendo em vista que o produto madeireiro por planta é produzido apenas uma vez.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que o produto com maior produtividade advindo do piquazeiro é o fruto, o qual pode ser produzido por todo o período produtivo da planta. Por conseguinte, é o produto que proporciona a maior receita ao longo de todo o ciclo de vida da espécie, evidenciando a importância de produtos não madeireiros no cenário econômico.

Agradecimentos

Agradeço aos colegas também autores que contribuíram ativamente e consideravelmente para que essa pesquisa pudesse ser realizada e concluída.

REFERÊNCIAS

- CLEMENT, C. R. **Piquiá (*Caryocar villosum*)**. In: CLAY, J. W.; SAMPAIO, P. T. B.; CLEMENT, C. R. Biodiversidade Amazônica: exemplos e estratégias de utilização. Manaus: Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico, 2000. p. 101-109.
- CONCEIÇÃO, S. P.; GAMA, J. R. V. Cadeia produtiva do piquiá no município de Santarém, Estado do Pará, Brasil. **Nativa**, Sinop, v. 5, n. 1, p. 31-36, 2017.
- GUERRA, F. G. P. de Q. **Contribuição dos produtos florestais não madeireiros na geração de renda na Floresta nacional do Tapajós- Pará**. 2008. 133f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- MOK, H. K. F. **Classificação de produtos não madeireiros**. In: SANTOS, A. J.; HILDEBRAND, E.; PACHECO, C. H. P.; PIRES, P. T. L.; ROCHADELLI, R. Produtos não madeireiros: conceituação, classificação, valoração e mercados. **Revista Floresta**, v. 33, n. 2, p. 215-224, 2003.
- PARÁ. Secretaria da Fazenda. **Boletim de preços**. Disponível em: <http://antigo.sefa.pa.gov.br/orientacoes?layout=edit&id=21526>. Acesso em: 11 mar. 2024, às 8:24.
- PESCE, C. **Oleaginosas da Amazônia**. 2. ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural, 2009.

PRANCE, G. T.; SILVA, M. F. da. **Monograph of Caryocaraceae**. Flora Neotropica, n. 12, p. 1-75. In: RIBEIRO, J. E. L. *et al.* **Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central**. Manaus: INPA, 1999.

RABELO, A. **Frutos nativos da Amazônia: comercializados nas feiras de Manaus - AM**. Manaus: INPA, 2012.

SHANLEY, P.; CYMERYYS, M.; GALVAO, J. **Frutíferas da mata na vida amazônica**. Belém, 1998. 125 p.

SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica**. Belém: CIFOR, Imazon, 2005. p. 123-132.

CAPÍTULO 32

PERCEPÇÃO DOS ENGENHEIROS AGRÔNOMOS EM RELAÇÃO A SUA FORMAÇÃO E ATUAÇÃO PROFISSIONAL

Andréa Machado Groff   

Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR – *Campus* de Campo Mourão, Brasil

Rony Peterson da Rocha   

Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR – *Campus* de Campo Mourão, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.742 



Resumo: Conhecer a percepção dos Engenheiros Agrônomos sobre a sua formação acadêmica é importante, pois, sugestões baseadas nas experiências vivenciadas por estes poderão auxiliar na realização de adequações na estrutura dos cursos de Agronomia, assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a percepção de Engenheiros Agrônomos quanto a sua formação e atuação profissional. Para o levantamento das principais contribuições do curso para a atuação profissional, dos conteúdos que deveriam ser trabalhados de forma mais aprofundada e dos desafios ligados à gestão e seleção de pessoas foi aplicado um questionário, que foi respondido por 167 pessoas. Na percepção dos respondentes as principais contribuições são visão multidisciplinar e atuação ética (122 e 115 respostas, respectivamente), porém, conteúdos de gestão e de solos e situações problemas reais deveriam ser trabalhados de modo aprofundado (47, 22 e 25 respostas, respectivamente). O principal desafio relatado para a gestão e seleção de pessoas foi a falta de conhecimento técnico (96 respostas). A formação contribui, principalmente, para a visão multidisciplinar e aplicação dos princípios éticos da profissão, no entanto, conteúdos ligados à gestão e solos e situações problemas reais deveriam ser aprofundados.

Palavras-chave: Agronomia. Desafios. Estruturação de curso. Gestão.

1 INTRODUÇÃO

Na agricultura o crescimento de algumas demandas e tendências e o surgimento de inovações e de novas tecnologias tem gerado grandes transformações nos processos produtivos (Bastos, 2023a), além destes, a necessidade de adesão a formas mais sustentáveis de produção tem sido um ponto de atenção para empresários dos mais diversos setores (Bastos, 2023b).

De acordo com Demarco (2022) as transformações da agricultura estão diretamente ligadas à formação do Engenheiro Agrônomo, pois, conforme as mudanças vão ocorrendo a formação tende a sofrer mudanças, neste sentido o autor destaca a importância de estar atento às transformações e ao papel das instituições de ensino superior em formar profissionais que atendam as demandas do mercado de trabalho.

A formação do Engenheiro Agrônomo é descrita nas Diretrizes Curriculares Nacionais – DCNs para o curso de Agronomia (Brasil, 2006), que tratam sobre competências, conhecimentos, habilidades e atitudes que devem ser ensinados, a fim de possibilitar a atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando os diversos aspectos envolvidos com visão ética e humanística, o desenvolvimento de condutas e de atitudes com responsabilidades técnica, social e ambiental, o atendimento às expectativas humanas e sociais no exercício da profissão, entre outros.

De acordo com Lopes (2016) a tendência na formação de Engenheiros é manter os olhares global, econômico, social, tecnológico e científico e as responsabilidades política e ambiental, com o foco no desenvolvimento de competências que englobem aspectos intelectuais, emocionais e morais, todos importantes para o adequado desempenho das funções.

Conhecer a percepção dos Engenheiros Agrônomos acerca da sua formação bem como informações sobre a atuação profissional destes é importante, pois, sugestões de melhorias

baseadas nas experiências vivenciadas por estes profissionais poderão servir de base para adequações na estrutura de cursos de Agronomia. Nesse contexto, o presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a percepção de Engenheiros Agrônomos quanto a sua formação e atuação profissional.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi desenvolvida no período de março a maio de 2021 para subsidiar a elaboração de uma proposta para implantação do curso de Agronomia em uma instituição do estado do Paraná. Caracteriza-se, quanto à abordagem do problema, como qualitativa e quantitativa, quanto aos procedimentos como bibliográfica, documental e de levantamento e, quanto aos fins, como descritiva.

O instrumento utilizado para identificar a percepção dos Engenheiros Agrônomos sobre a sua formação acadêmica e atuação profissional foi o questionário. Para a elaboração deste foram consultados os documentos que regulamentam os cursos de graduação em Agronomia e o exercício da profissão e realizadas pesquisas bibliográfica e documental acerca das competências, habilidades e atitudes necessárias aos estudantes e profissionais da Agronomia.

O questionário foi estruturado com as seguintes questões: a) Instituição onde concluiu o curso e Unidade da Federação - UF desta; b) Tempo de atuação área (opções: até 5, de 5 a 10, de 11 a 20, de 21 a 30, mais de 30 anos ou não atuei na área); c) Formas de atuação: (opções: prestador de serviços autônomo; sócio de empresa prestadora de serviços; sócio em agroindústria; multinacional; cooperativa; propriedade rural própria/da família; professor em instituição privada; professor em instituição pública; setor público; outras/especificar); d) Quais foram as principais contribuições do curso de graduação para a sua atuação profissional? (opções: visão multidisciplinar e integrada do conhecimento adquirido; conhecimento/aplicação dos princípios éticos para a prática da profissão; realização de atividades de extensão para difundir; tecnologias/conhecimentos; melhor comunicação oral, escrita e gráfica; maior capacidade crítica e autocrítica; maior criatividade na solução de problemas; capacidade de atuar em equipes multidisciplinares; adaptação às situações novas, imprevistos e complexidades; capacidade de liderar/ gestão de pessoas; capacidade para empreender e inovar; conhecimento de técnicas gerencias participativas); e) Na sua opinião, quais conteúdos técnicos deveriam ser trabalhados de forma mais aprofundada na graduação? (aberta); f) Caso já tenha atuado na gestão ou seleção de Engenheiros Agrônomos ou de estagiários de Agronomia, assinale as situações observadas. (opções: falta de conhecimento técnico necessário para a função; dificuldade de comunicação escrita, verbal e/ou gráfica; pouca criatividade na solução de problemas; dificuldade de adaptação frente a novas situações,

imprevistos e complexidades; baixa capacidade crítica/autocrítica; dificuldade na realização de atividades de extensão; dificuldade para liderança/gestão de pessoas; dificuldade para trabalhar em equipe; desconhecimento da ética profissional; outras/especificar).

O convite com o *link* para o acesso ao questionário e as informações sobre a participação ser facultativa e os dados coletados confidenciais, conforme previsto na Lei Geral de Proteção de Dados, foi enviado, via aplicativo de mensagens ou via redes sociais, para os Engenheiros Agrônomos, sendo este respondido por 167 profissionais. Posteriormente, os dados coletados foram tratados, por meio de técnicas estatísticas de frequência e porcentagem, descritos e discutidos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Perfil dos respondentes

Analisando-se o perfil dos respondentes, constatou-se que 76 (45,5%) concluíram o curso em instituições estaduais, 32 (19,2%) em instituições federais e 59 (35,3%) em instituições privadas. Quanto à Unidade da Federação, 127 deles (76%) concluíram o curso de Agronomia no estado do PR, 26 (15,6%) no estado de SP e 14 (8,4%) nos estados do RS, MG, MS, SC e BA (7, 2, 2, 2, e 1 profissionais, respectivamente).

Tabela 1 – Tipo e Unidade da Federação onde os respondentes concluíram o curso de Agronomia.

UF	Instituição			Total	%
	Federal	Estadual	Privada		
PR	26	52	49	127	76,0
SP	-	18	8	26	15,6
RS	4	3	-	7	4,2
MG	1	1	-	2	1,2
MS	1	-	1	2	1,2
SC	-	1	1	2	1,2
BA	-	1	-	1	0,6
Total	32	76	59	167	-
%	19,2	45,5	35,3	-	-

Fonte: Autores, 2024.

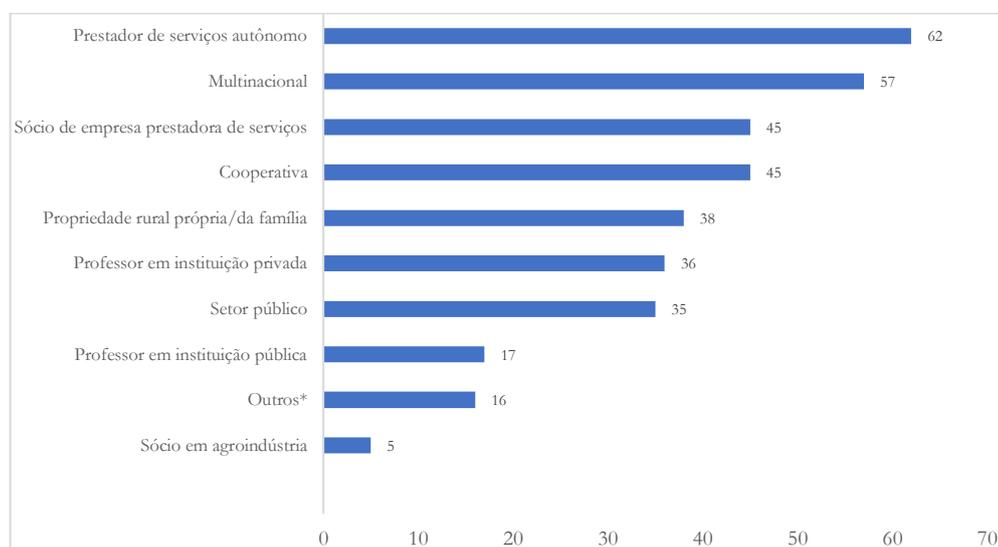
Quanto ao tempo de atuação (Tabela 2), 65 profissionais (38,9%) atuam entre 11 e 20 anos, 32 (19,2%) entre 5 e 10 anos, 32 (19,2%) entre 21 e 30 anos, 20 (12,0%) há mais de 30 anos, 15 (9,0%) até 5 anos e 3 (1,8%) não atuam na área.

Tabela 2 – Tempo de atuação na área.

Tempo de atuação	Profissionais	%
Até 5 anos	15	9,0
5 a 10 anos	32	19,2
11 a 20 anos	65	38,9
21 a 30 anos	32	19,2
Mais de 30 anos	20	12,0
Não atuou na área	3	1,8

Fonte: Autores, 2024.

A atuação profissional (Figura 1) é diversificada, com destaque para a prestação de serviços como autônomo (62 respostas), em multinacionais (57 respostas), cooperativas (45 respostas), como sócio de empresa prestadora de serviços (45 respostas), em propriedade rural própria ou da família (38 respostas), professor em instituição privada (36 respostas) e servidor público (35 respostas). Demarco (2022), ao investigar a atuação de egressos de Agronomia, constatou que apenas 10,2% destes atuavam como prestadores de serviços autônomos.

Figura 1 – Atuação profissional.

*Revenda/comércio; atacadista; administrador propriedade rural; distribuição; ONG; responsável técnico; arrendamento; mercado financeiro/exportação.

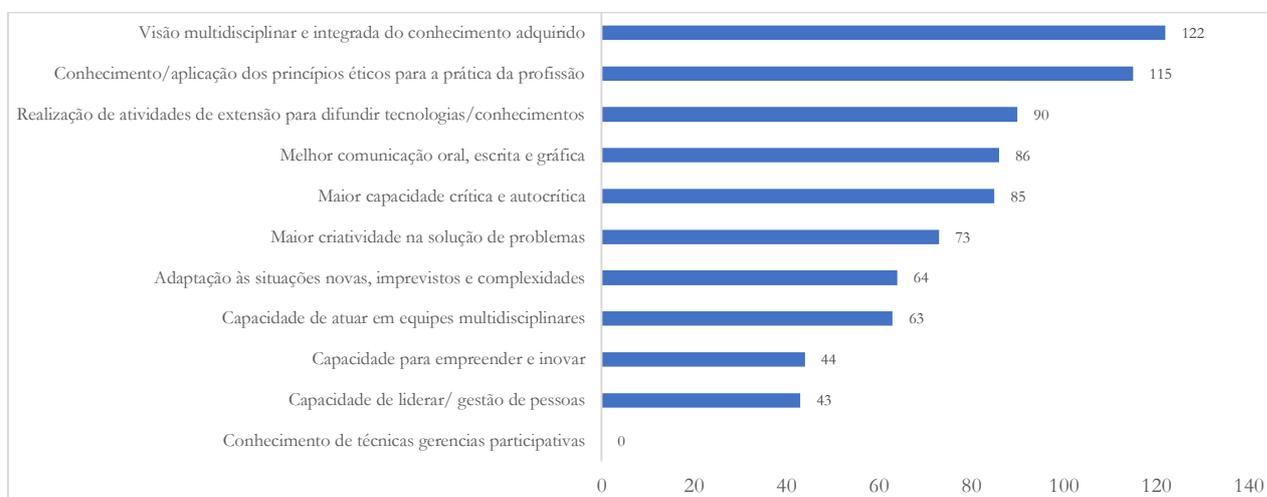
Fonte: Autores, 2024.

3.2 Percepção dos Engenheiros Agrônomos quanto às contribuições do curso de graduação

Quando questionados acerca das principais contribuições do curso de graduação para a sua formação (Figura 2), constatou-se que as principais contribuições foram a visão multidisciplinar (122 respostas) e o conhecimento/aplicação dos princípios éticos para a prática da profissão (115 respostas). Além destas, na percepção dos respondentes, a graduação contribui também para a realização de atividades de extensão, comunicação, criatividade na solução de problemas, capacidades crítica e autocrítica, atuação em equipes multidisciplinares, adaptação à novas

situações, imprevistos e complexidades assim como para a liderança, gestão de pessoas, empreender e inovar. Já o conhecimento de técnicas gerenciais participativas não foi citado pelos respondentes como uma das contribuições do curso.

Figura 2 – Principais contribuições do curso de graduação para a sua atuação profissional.



Fonte: Autores, 2024.

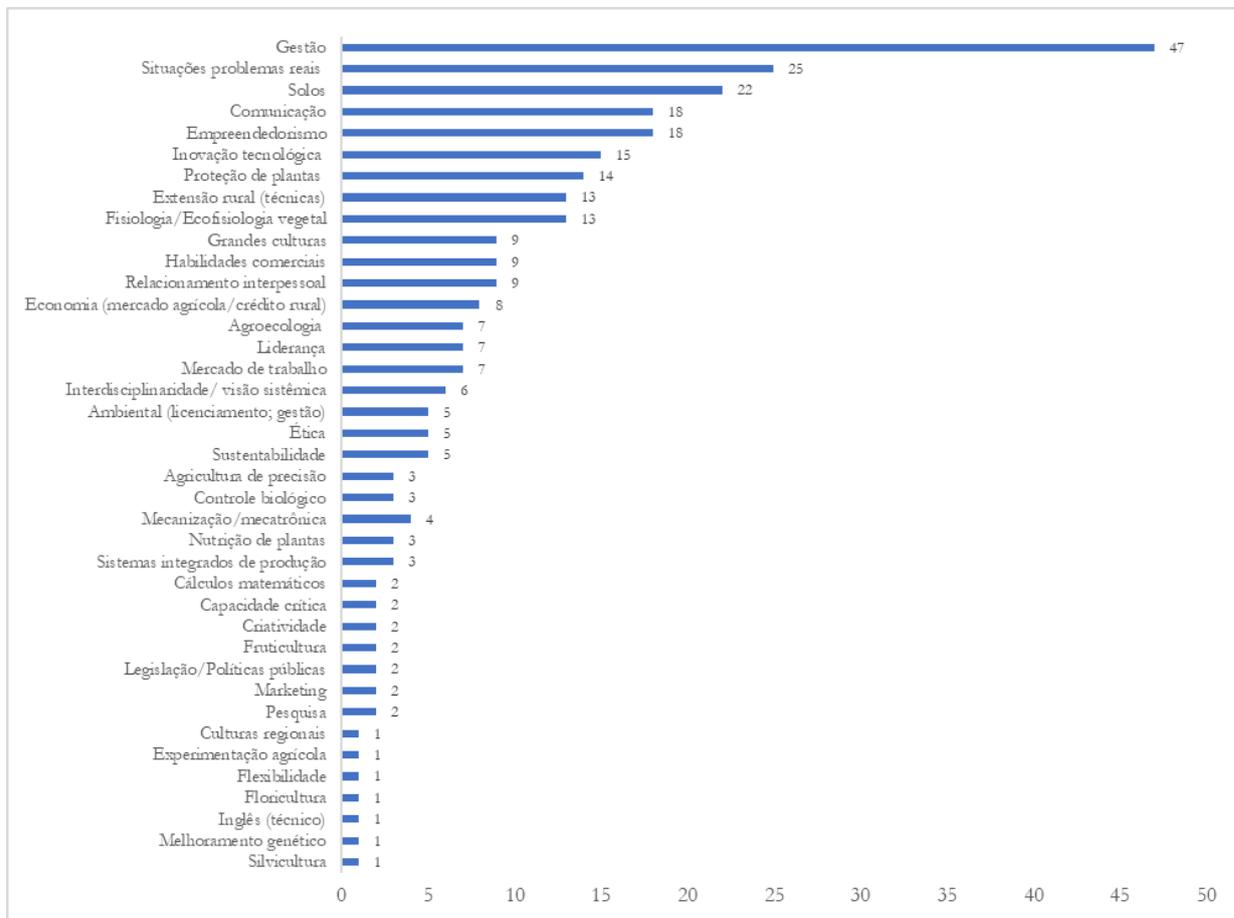
No contexto da atuação profissional, Silva (2016 *apud* Campos, 2019) destaca que a assistência técnica e a extensão rural são serviços fundamentais para o desenvolvimento rural e da atividade agropecuária, pois são instrumentos de comunicação de novas tecnologias e de outros conhecimentos agrícolas ou não agrícolas. Já Crawley *et al.* (2011) afirmam que se espera, cada vez mais, que os Engenheiros ocupem cargos de liderança e, muitas vezes, desempenhem um papel adicional como empreendedores.

Quanto aos conteúdos que deveriam ser trabalhados de forma mais aprofundada (Figura 3) destacaram-se os relacionados à gestão (47 respostas), ao uso de situações problemas reais (25 respostas) e aos solos (22 respostas). Para a gestão, das 47 respostas, 17 se referiram à gestão em geral, 15 à gestão de pessoas, seis à gestão de custos, cinco à gestão de empresas, três à gestão de projetos e uma à gestão pública. Para os solos nove pessoas destacaram os solos em geral, oito a fertilidade, quatro a coleta e análise e uma a microbiologia.

A gestão, segundo Crawley *et al.* (2011), é essencial às funções que envolvam liderança e empreendedorismo. O uso de situações que aliem a teoria à prática e proporcionem interações com a realidade da agricultura, dos mercados, das agroindústrias e dos serviços que apoiam o desenvolvimento do setor são essenciais à formação dos estudantes, assim, na medida do possível, recomenda-se que o ensino seja diretamente no campo, em torno de problemas produtivos, gerenciais ou comerciais (Demarco, 2022). Ademais, Silva (2022) destaca a realização de atividades práticas como norteadores fundamentais durante a graduação em Agronomia. Os solos, segundo

Xavier (2021), possuem uma série de funções no meio ambiente que assumem um papel importante na mediação de processos-chaves na natureza, as quais devem ser monitoradas para manter a produtividade de um sistema agrícola.

Figura 3 – Conteúdos que deveriam ser trabalhados de forma mais aprofundada.



Fonte: Autores, 2024.

Apesar da pergunta referir-se aos conteúdos técnicos, alguns aspectos relacionados às habilidades e atitudes também foram citados são eles: comunicação, habilidades comerciais, relacionamento interpessoal, liderança, ética, criatividade e flexibilidade (18, 9, 9, 7, 5, 2 e 1 respostas, respectivamente) (Figura 3).

A pesquisa realizada por Espolador *et al.* (2011), com o objetivo de analisar a opinião dos egressos de Agronomia acerca da sua formação profissional, revelou, para a área técnica, a necessidade de maior ênfase à administração de pequenas empresas, políticas agrárias, fomento ao empreendedorismo, desenvolvimento de novas tecnologias para culturas menos exploradas e ensino interdisciplinar e, quanto às características pessoais, o aprimoramento da comunicação oral e escrita, vivência em regiões produtoras, organização de eventos e palestras e aspectos da ética profissional.

Aqueles que atuaram na gestão de pessoas e/ou na seleção de profissionais e/ou de estagiários de Agronomia (Figura 4) apontaram como principal situação observada a falta de conhecimento técnico necessário para a função (96 respostas), além desta destacaram-se a dificuldade de comunicação escrita, verbal e/ou gráfica (73 respostas), a dificuldade de adaptação frente à novas situações, imprevistos e complexidades (67 respostas), pouca criatividade na solução de problemas (59 respostas), baixa capacidade crítica/ autocrítica (51 respostas) e dificuldades na realização de atividades de extensão (47 respostas) e na liderança/ gestão de pessoas (46 respostas). Além destas, foram relatadas dificuldades para trabalhar em equipe, desconhecimento da ética profissional e de metodologias de extensão, falta de interesse em aperfeiçoamentos, de motivação, de comprometimento e de habilidades comerciais.

Figura 4 – Situações observadas na gestão ou seleção de Engenheiros Agrônomos ou de estagiários de Agronomia.



Fonte: Autores, 2024.

Estudo realizado por Silva (2022) com egressos de Agronomia evidenciou que 58,6% dos respondentes alegaram que a formação supriu as necessidades do mercado de trabalho, já aqueles que alegaram que a formação não supriu as necessidades do mercado de trabalho, relataram os conteúdos de *marketing*, apresentação pessoal, crescimento pessoal, vendas, *networking*, visão corporativa e habilidades interpessoais.

4 CONCLUSÃO

Na percepção dos Engenheiros Agrônomos a formação acadêmica contribui, principalmente, para o desenvolvimento de visão multidisciplinar e atuação ética e os principais desafios enfrentados estão relacionados à gestão e à resolução de problemas, evidenciando que práticas de gestão, de pessoas, de projetos e outras, e situações problemas reais devem ser

trabalhados de modo aprofundado durante a graduação. Para aqueles atuantes na seleção de pessoas a falta de conhecimento técnico para a função é o principal desafio.

Agradecimentos

A todos os respondentes que contribuíram grandemente para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- BASTOS, G. Tendências que surgem no agronegócio e que precisam ser monitoradas. In: _____ **Macrotendências 2023-2024: agronegócios**. Rio de Janeiro: Sebrae/RJ, 2023a. p. 13-22. Disponível em: <https://inteligenciademercado.rj.sebrae.com.br/produtos/Macrotendencias-2023-2024-Agronegocios> Acesso em: 30/04/2024.
- BASTOS, G. Sustentabilidade e agricultura. In: _____ **Macrotendências 2023-2024: agronegócios**. Rio de Janeiro: Sebrae/RJ, 2023b. p. 23-29. Disponível em: <https://inteligenciademercado.rj.sebrae.com.br/produtos/Macrotendencias-2023-2024-Agronegocios> Acesso em: 30/04/2024.
- BRASIL. 2006. Ministério da Educação. CNE/CES. Resolução nº 1/2006, de 2 de fevereiro de 2006. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o curso de graduação em Engenharia Agrônoma ou Agronomia e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Seção I, p. 31-32, 03/02/2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces01_06.pdf Acesso: 03/05/2024.
- CAMPOS, M. G. O diálogo entre a teoria e a prática no processo de aprendizagem do ensino superior: estudo de caso sobre a formação do Engenheiro Agrônomo. **Satélite Revista Científica da Faculdade Galileu**, 1, 77-90. 2019. Disponível em: <https://www.faculdadegalileu.com.br/revistasatelite/images/10.pdf> Acesso em: 07/05/2024.
- CRAWLEY, E.F. *et al.* The CDIO Syllabus v2.0 An Updated Statement of Goals for Engineering Education. In: Proceedings of the 7th International CDIO Conference, 2011. **Proceedings...** Technical University of Denmark, Copenhagen, June 20 – 23, 2011. Disponível em: http://www.cdio.org/files/project/file/cdio_syllabus_v2.pdf Acesso em: 30/04/2024.
- DEMARCO, F. L. **A percepção dos egressos do curso de Agronomia da UFFS (Campus Erechim) formados nas primeiras cinco turmas em relação à sua formação acadêmica e ao mercado de trabalho**. 59p. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2022. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/6309/1/DEMARCO.pdf> Acesso em: 30/04/2024.
- ESPOLADOR, F. G.; TONOLI, F. C.; JIMENES, I. M. *et al.* Percepção da formação em Engenharia Agrônoma pela ESALQ - USP, segundo a ótica de graduados. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA – SBPC, 63, Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFG, 2011. Disponível em: <https://www.sbpcnet.org.br/livro/63ra/resumos/resumos/6632.htm> Acesso em: 30/04/2024.

LOPES, C. S. **Aprendizagem ativa na formação do engenheiro: a influência do uso de estratégias de aprendizagem para aquisição de competências baseada em uma visão sistêmica.** Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia. São Carlos, 190p. 2016. Disponível em:

<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18157/tde-25102016-110707/pt-br.php> Acesso: 23/04/2024.

SILVA, A. L. E. **O mercado de trabalho para homens e mulheres na agronomia: estudo de caso com egressos da UTFPR-DV.** 63p. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2022. Disponível em:

https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/31101/1/mercado_trabalho_agronomia_egressos.pdf Acesso em: 30/04/2024.

XAVIER, F. A. S. Solo - definição e importância. In: BORGES, Ana Lúcia. **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá.** 2 ed., Brasília, DF: Embrapa, p. 15-25, 2021. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1134658/1/cap1-livro-RecomendacaoCalagemAdubacao-AnaLuciaBorges-AINFO.pdf> Acesso em: 07/05/2024.

CAPÍTULO 33

PERCEPÇÕES E ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO DOS AGRICULTORES ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA PERSPECTIVA CIENTÍFICA GLOBAL

Laura Possani   

Docente do curso de Agronomia / Universidade Federal do Pampa campus Itaqui – RS, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.743 



Resumo: As mudanças climáticas têm sido objeto de estudo pela comunidade científica global por um longo período. Diversas pesquisas têm destacado seus impactos em diferentes setores econômicos, sendo a agricultura apontada como um dos mais afetados. Embora haja uma gama de estudos sobre as mudanças climáticas e seus efeitos na produção agrícola, nota-se uma lacuna significativa em pesquisas que investiguem a perspectiva e as estratégias de adaptação dos produtores rurais. Este estudo teve como objetivo principal realizar uma revisão sistemática da literatura científica internacional para compreender como os agricultores percebem as mudanças climáticas e quais medidas de adaptação têm adotado. Concluímos que a percepção e a capacidade de adaptação dos agricultores são influenciadas por uma série de variáveis, muitas das quais estão relacionadas às suas experiências e ao contexto local em que operam. Essas descobertas destacam a importância de pesquisas locais nesse campo e contribuem fornecendo uma lista de variáveis que podem ser consideradas nessas análises.

Palavras-chave: Adaptação, Agricultura, Alterações climáticas, Percepção.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas representam um dos maiores desafios para a sociedade contemporânea e têm sido objeto de intenso estudo por pesquisadores em todo o mundo. Seus impactos se estendem por uma variedade de atividades humanas, afetando diretamente a economia, o desenvolvimento social, econômico e territorial, bem como a soberania alimentar. O aumento dos gases de efeito estufa na atmosfera sugere um cenário futuro de mudanças climáticas de proporções ainda incertas, com consequências significativas para a produção agrícola (IPCC, 2014).

O Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) destaca evidências de um aumento de aproximadamente 0,85 °C na temperatura média da superfície terrestre e dos oceanos ao longo do último século, com a ação humana sendo identificada como a principal causa desse fenômeno. Em resposta a essas mudanças, observa-se um crescente impulso global para enfrentar os desafios das mudanças climáticas, com esforços empreendidos nos setores acadêmico, produtivo, econômico e social. Acordos internacionais visam reduzir significativamente as emissões de gases de efeito estufa e promover novos modelos de produção sustentável que respeitem os limites do nosso planeta. No entanto, é inegável que o impacto das mudanças climáticas já se faz sentir, e mesmo que haja divergências sobre suas causas, há consenso de que tais mudanças já estão em curso.

Essas transformações climáticas são corroboradas por uma variedade de estudos, tanto de instituições internacionais quanto de pesquisas locais, que apontam mudanças na temperatura, padrões de circulação oceânica e regime de chuvas (Harrison *et al.*, 2014; Parry *et al.*, 2004; IPCC, 2014). Essas alterações climáticas têm desdobramentos preocupantes, como o aumento da frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, incluindo secas, inundações, tempestades, furacões, ondas de calor e ondas de frio.

Conforme destacado por pesquisadores da área, os relatórios do IPCC representam os documentos mais respeitáveis e detalhados sobre as mudanças climáticas produzidos atualmente (Berlato; Cordeiro, 2017). Os modelos climáticos desenvolvidos pelo IPCC são baseados em sistemas de equações diferenciais que incorporam as leis físicas, o movimento de fluidos e reações químicas, visando assim simular as complexas variações do sistema climático terrestre.

As conclusões apresentadas nos relatórios têm gerado preocupação na comunidade científica global. Já se observam mudanças climáticas em todas as regiões do mundo, e as projeções do IPCC são particularmente alarmantes. Caso confirmadas, essas projeções podem acarretar consequências gravíssimas para a agricultura. Portanto, é evidente que a comunidade agrícola mundial está empenhada em encontrar maneiras de minimizar essas mudanças e se adaptar caso elas se concretizem. A compreensão do impacto severo das mudanças climáticas nos sistemas naturais e humanos, bem como dos riscos e vulnerabilidades associados, é crucial para abordar a atual crise climática. A agricultura, por sua vez, é particularmente sensível às condições climáticas e, segundo especialistas, é um dos setores mais suscetíveis às mudanças climáticas.

Este artigo propõe uma revisão e análise das publicações que abordam a perspectiva dos produtores rurais sobre as mudanças climáticas e suas estratégias de adaptação, visando compreender melhor seus impactos no futuro da agricultura. Esta revisão busca aprimorar nossa compreensão atual da percepção das mudanças climáticas na agricultura, dada a importância crucial desse setor para a economia, sociedade e segurança alimentar global. Portanto, o objetivo deste artigo é realizar uma revisão sistemática sobre o tema, com o intuito de analisar como as pesquisas internacionais têm sido conduzidas e, com base em seus resultados, orientar o desenvolvimento de futuras investigações com enfoque local.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa teve como norteador o seguinte questionamento “como os agricultores mundiais tem percebido os impactos das mudanças climáticas dentro dos processos produtivos e quais as principais estratégias adotadas por eles para enfrentarem elas?”. Para responder a esse questionamento foram utilizados artigos publicados, revisados por pares, extraídos dos bancos de dados Web of Science e Scopus.

A ferramenta Excel foi utilizada para realização da revisão sistemática. Através dela foi possível dividir o trabalho em três etapas, que podem ser observadas abaixo na Quadro 1.

Quadro 1 – Etapas da revisão sistemática.

Revisão Sistemática com a ferramenta Excel	
Planejamento	-Definição dos passos -Definição das plataformas de pesquisa -Definição dos critérios de inclusão e exclusão dos artigos
Execução	-Seleção dos artigos (através da leitura do título e do resumo e exclusão dos artigos duplicados). -Extração dos artigos (leitura na íntegra dos artigos selecionados e exclusão dos que não estavam alinhados com a pesquisa).
Análise (sumarização)	-Análise -Conclusões

Fonte: Autora, 2024.

A busca nas plataformas foi feita através do acesso pelo Portal da Biblioteca da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), aberto pela Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES).

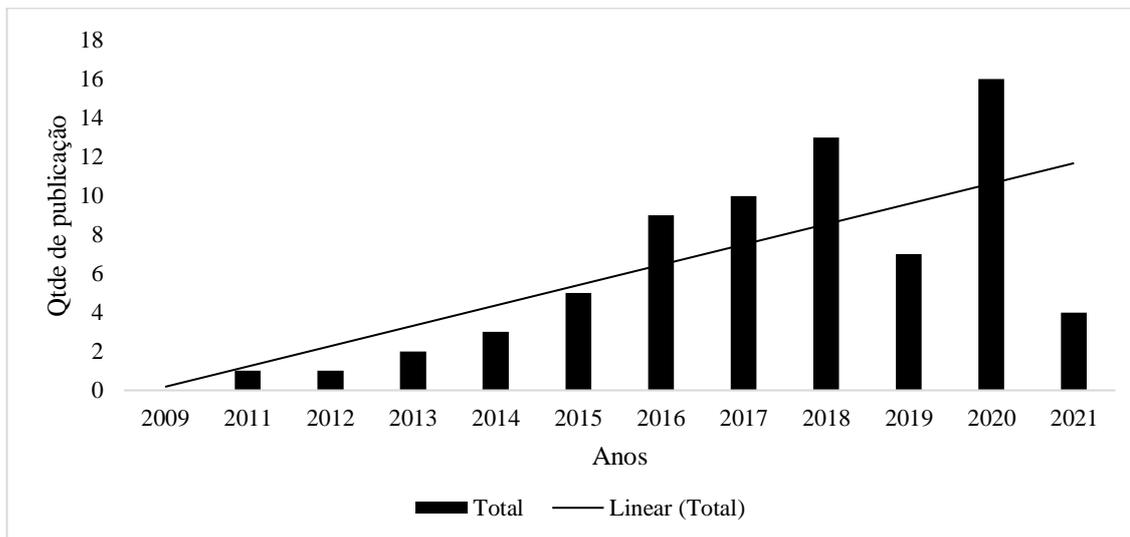
Visando avaliar todos os artigos relacionados ao tema não limitamos o ano de publicação dos artigos, sendo que o período de busca correspondeu até 11 de Maio de 2021, para a pesquisa foram utilizados os termos “climate change”, impacts, agriculture*, "adaptation strategies". O asterisco foi utilizado para incluir automaticamente palavras relacionadas à agricultura e as aspas foram para a pesquisa fosse feita com as duas palavras sempre em conjunto. Esses termos foram inseridos no campo “tópico” da Web of Science e nos campos “título do artigo, resumo e palavras-chave” da Scopus.

Foram encontradas 325 publicações em ambas as plataformas, sendo 162 documentos obtidos na Web of Science e 169 documentos na Scopus, todos os documentos duplicados encontrados foram excluídos. Após a leitura na íntegra dos artigos, também foram excluídos os artigos que não eram relevantes ou não estavam relacionados aos termos da presente pesquisa. Outro processo que também resultou na exclusão de artigos foi a seleção apenas de artigos revisados por pares, excluindo notas editoriais e revisões. Ao final desse processo, um total 91 artigos revisados por pares foram incluídos na revisão sistemática,

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que estudos com foco em mudanças climáticas ganharam importância relativa ao longo dos anos. Pesquisadores do mundo todo tem se empenhado em entender como as mudanças climáticas tem sido percebida e enfrentada pelos agricultores, isso pode ser observado através do Figura 1, que apresenta o crescimento do número de publicações por ano.

Figura 1 – Crescimento do número de publicações por ano.

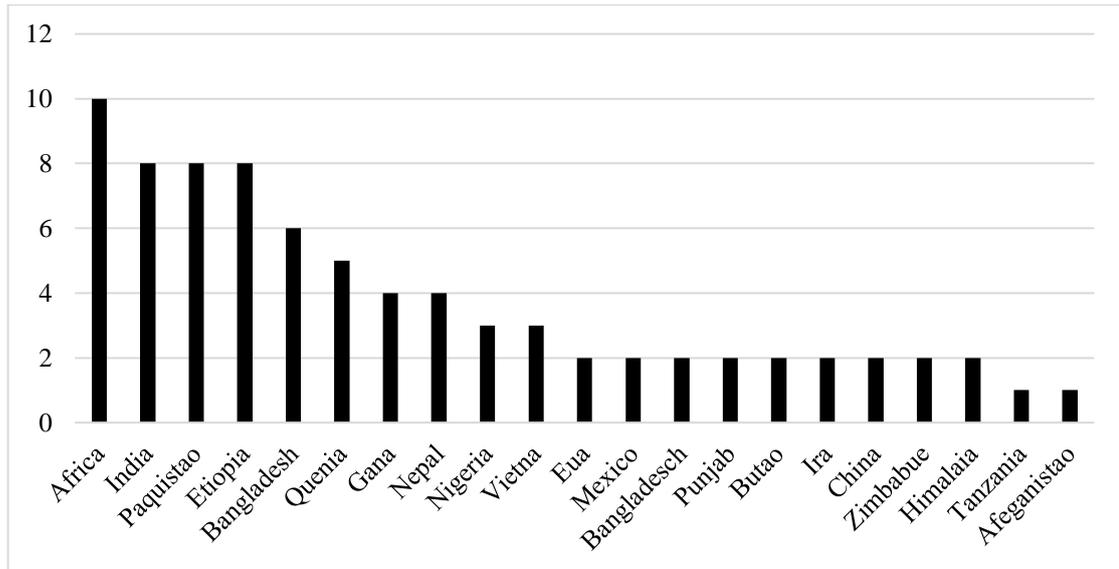


Fonte: Autora, 2024.

Fica evidente que as pesquisas sobre o tema são relativamente novas, sendo os primeiros artigos publicados do ano de 2009. A partir desse ano é possível observar um crescimento significativo dos artigos sobre o tema. Podemos atrelar esse aumento no número de publicações recentes ao fato de que antes de 2009 existe uma lacuna de trabalhos que analisassem a percepção dos produtores. Durante a nossa pesquisa até observamos trabalhos anteriores a 2009 que abordassem as mudanças climáticas e o processo adaptativo, mas estes estudos não abordavam a percepção dos agricultores, não se encaixando na nossa pesquisa e sendo então descartados. O ano de 2020 foi o ano com maior número de publicações demonstrando que o tema é atual e relevante.

Podemos afirmar então que a avaliação da percepção dos agricultores acerca das mudanças climáticas é um foco de pesquisa novo e que vem contribuindo significativamente para o entendimento do impacto das mudanças climáticas na agricultura mundial. Ficou evidente que o tema tem ganhado destaque nas pesquisas mundiais, observamos que os artigos selecionados para análise eram realizados em vários países, sendo possível observar no Figura 2 a quantidade de pesquisas por país.

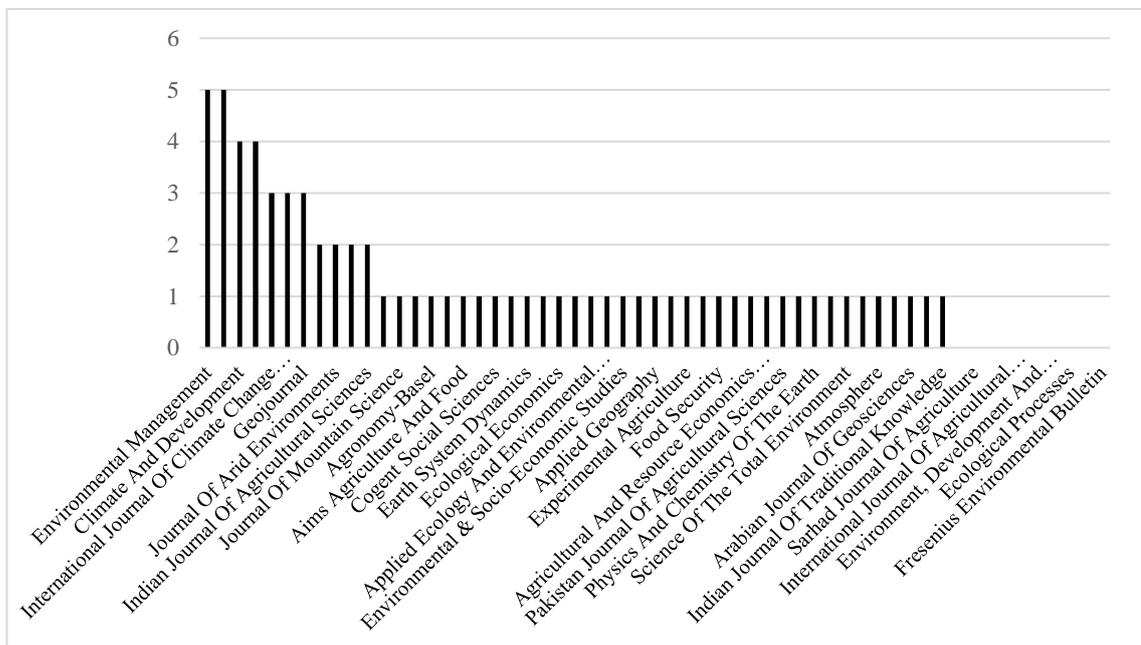
Figura 2 – Número de publicações por Países.



Fonte: Autora, 2024.

Ao observarmos o Figura 2 podemos destacar que a maioria dos estudos é em países da África e Ásia. Podemos observar também que no Ocidente, só aparecem EUA e México, não sendo encontrados artigos publicados no Brasil, nem em outros países da América do Sul. Os periódicos internacionais nos possibilitam acessar uma grande diversidade de estudos produzidos em diferentes países, as pesquisas selecionadas para essa revisão foram publicadas em diferentes periódicos os quais podem ser observados no Figura 3.

Figura 3 – Principais periódicos que publicaram sobre o tema.



Fonte: Autora, 2024.

Os principais periódicos que publicaram artigos sobre o tema são bons periódicos, reconhecidos e classificados, conforme podemos observar o periódico que mais publicou sobre o tema, o “Environmental Management” possui um fator de impacto 2019: 2.561, com classificação da Capes Quadriênio 2013-2016: A1.

Sabemos que, dentro da comunidade científica, as palavras chave têm uma importância significativa para a visibilidade e acesso dos estudos. Visando compreender as principais palavras utilizadas pelos autores dos trabalhos selecionados, compilamos uma nuvem de palavras, onde as palavras se destacam mais conforme a quantidade de vezes que aparecem nos estudos. Podemos observar na Figura 4 as palavras chave que mais apareceram nas pesquisas.

Figura 4 - Principais palavras chave utilizadas nos trabalhos selecionados.



Fonte: Autores, 2024.

Observou-se que existem estudos espalhados por diversos lugares e com isso foi possível perceber que, assim como as alterações do clima, o processo de percepção e adaptação também vem ocorrendo no mundo todo. Após a seleção dos trabalhos, analisamos seus resultados e dividimos eles em 5 grupos, sendo: o primeiro, relacionado às variáveis que influenciam no processo de percepção; o segundo, sobre as principais mudanças climáticas observadas; o terceiro, sobre os principais impactos observados; o quarto, sobre as variáveis que influenciam no processo de adoção de estratégias de adaptação; e o quinto, sobre as principais estratégias adotadas. Esses resultados podem ser observados no Quadro 2.

Quadro 2 – Principais resultados dos artigos selecionados.

Resultados sobre a percepção das mudanças climáticas e o processo de adaptação dos agricultores	
Variáveis que influenciam no processo de percepção	<ul style="list-style-type: none"> - Características pessoais: idade, gênero, experiência, nível de educação - Características da propriedade: tamanho da propriedade, renda - Características psicológicas: necessidade, influência, experiência com extremos climáticos - Participação social: participação em associações a organizações - Acesso à informação: posse de TV e acesso a redes sociais
Principais mudanças climáticas observadas	<ul style="list-style-type: none"> - Irregularidades na duração das estações: atraso no início do inverno, inverno mais curto - Precipitação: padrão irregular, secas prolongadas, precipitação mais intensa, granizo, aumento na ocorrência de secas - Temperatura: ondas de calor, geadas fora de época, variabilidade na temperatura, aumento da temperatura - Outras observações: ventos mais fortes, tempestades, menos neve
Principais impactos observados	<ul style="list-style-type: none"> - Produtivos: redução da produção agrícola, perdas de safras, queda do rendimento, mudança nos processos fenológicos das culturas; aumento de pragas e doenças, aumento de espécies invasoras; mudança no calendário sazonal; escassez de mão de obra pela migração. - Ambientais: esgotamento das águas subterrâneas (efeitos socioeconômicos), aumento das queimadas. - Sociais: abandono da atividade agrícola, desemprego, migração rural, conflitos por água; pobreza e marginalidade das famílias, saúde humana, segurança alimentar, aumento dos preços dos alimentos, - Econômicos: renda, declínio da renda agrícola, aumento do endividamento.
Variáveis que influenciam no processo de adoção de estratégias de adaptação	<ul style="list-style-type: none"> - Pessoais: idade, nível escolaridade, tamanho da família, experiência agrícola, consciência, motivação intrínseca, problemas econômicos, comportamento de evitar riscos, restrições financeiras, tempo - da Propriedade: renda, tamanho da propriedade, capacidade econômica, escassez de materiais e mão de obra - Institucionais: assistência técnica, acesso a informações climáticas, acesso a crédito, participação em associação e cooperativas, treinamentos relacionados a agricultura, apoios institucionais eficazes, acesso a redes sociais, distancia da família ao mercado, falta de informações, falta de apoio governamental
Principais estratégias adotadas	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnológicas e Produtivas: uso de variedades resistentes, mudança nos tratos culturais, irrigação, investimento em tecnologia, variedades melhoradas geneticamente, associação e diversificação de culturas, práticas de conservação do solo e água, mudança no padrão de cultivo, uso de produtos químicos, alteração de calendário, uso e variação de fertilizantes, rotações de safras, cobertura morta, mudanças na época de plantio e colheita, rotação de culturas, sistemas agroflorestais, consórcio, aumentando ou diminuindo a área cultivada - Infraestrutura e Mercado: melhoramento da infraestrutura, seguro agrícola, plantio de árvores, terras em pousio, técnicas de conservação da água, provisão de barragens, seguro safra, captação de água - Outras estratégias: migração e procura de empregos fora da fazenda, diversificação das fontes de renda

Fonte: Autores, 2024.

São numerosos os fatores que influenciam na percepção dos agricultores sobre as mudanças climáticas, abrangendo desde características pessoais e da propriedade até aspectos psicológicos, sociais e de acesso à informação. De acordo com os estudos analisados, algumas dessas variáveis podem afetar a percepção de forma positiva, enquanto outras exercem impacto negativo. Por exemplo, a idade pode favorecer uma percepção mais aguçada em agricultores com vasta experiência na atividade, enquanto uma renda baixa pode retardar esse processo, já que agricultores com recursos limitados frequentemente carecem de acesso a fontes de informação, como TV, redes sociais ou assistência técnica. Compreender a realidade dos agricultores é essencial para abordar suas percepções das mudanças climáticas e elaborar estratégias de conscientização e adaptação no meio rural.

Quanto às mudanças observadas pelos agricultores, destacam-se a irregularidade na duração das estações, alterações nos padrões de chuva e temperatura, e um aumento na ocorrência de eventos climáticos extremos. Essas percepções corroboram as evidências científicas divulgadas por estudiosos do clima.

Em relação aos impactos primários das mudanças climáticas, os agricultores mencionam principalmente impactos no processo produtivo, os quais, por sua vez, geram consequências em outras esferas de suas vidas. As dificuldades na produção acarretam em desafios econômicos e de subsistência, destacando que as alterações climáticas têm repercussões significativas na vida dos agricultores, tanto do ponto de vista econômico quanto social.

As variáveis que influenciam a adoção de estratégias adaptativas também podem ter efeitos positivos ou negativos. Por exemplo, a renda alta tende a favorecer a adoção de estratégias adaptativas, pois permite que o agricultor invista em tecnologias. Esses resultados são cruciais para uma compreensão mais abrangente do processo de adaptação às mudanças climáticas, subsidiando a formulação de políticas públicas sensíveis às limitações e estímulos envolvidos na adaptação agrícola.

Quanto às estratégias adotadas, verifica-se que a evolução tecnológica, como melhoramento genético e irrigação, é amplamente utilizada, seguida por ajustes no processo produtivo, como alterações nos tratos culturais e podas. Além disso, estratégias econômicas, como seguro agrícola e diversificação de fontes de renda, também são consideradas importantes para mitigar os impactos das mudanças climáticas na agricultura global. Dessa forma, percebe-se que as estratégias adotadas pelos agricultores variam amplamente e são adaptadas conforme as necessidades específicas de cada contexto local.

4 CONCLUSÃO

As mudanças climáticas representam uma ameaça grave para a agricultura e as comunidades rurais em todo o mundo, com o potencial de devastar tanto as produções quanto as próprias comunidades. A maioria dos países examinados neste estudo depende da agricultura como base econômica, e os agricultores já relatam sentir os impactos das mudanças climáticas, colocando em risco a segurança alimentar e o desenvolvimento sustentável.

A compreensão das percepções dos agricultores sobre as mudanças climáticas, seus impactos e os fatores que influenciam a adaptação são essenciais para o desenvolvimento de estratégias eficazes de enfrentamento das mudanças climáticas no setor agrícola mundial. Isso destaca a importância de estudos como este para orientar políticas e práticas.

Os resultados indicam que as crenças dos agricultores sobre as mudanças climáticas, aliadas às suas experiências com o clima e outros fatores, desempenham um papel significativo na adoção de estratégias de adaptação. Compreender essas percepções e respostas adaptativas é crucial e pode fornecer uma base sólida para políticas de mitigação.

Há uma necessidade evidente de mais pesquisas centradas nesse tema, a fim de informar o desenvolvimento de estratégias e respostas governamentais. Para isso, é fundamental obter uma compreensão clara das percepções dos agricultores sobre as mudanças climáticas, os impactos que enfrentam, as adaptações reais realizadas localmente e os fatores que influenciam suas decisões de adaptação.

Este estudo oferece insights valiosos sobre as percepções globais das mudanças climáticas, e acreditamos que sua maior contribuição seja fornecer elementos-chave para estudos mais localizados, especialmente em áreas onde há lacunas de pesquisa.

Agradecimentos e financiamento

É importante ressaltar que este trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), destacando o compromisso com a pesquisa e o avanço do conhecimento neste campo crucial.

REFERÊNCIAS

BERLATO, M. A; ALTHAUS, D. Tendência observada da temperatura mínima e do número de dias de geada do estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 16, n.1, p. 7-16, 2010.

BERLATO, M. A. CORDEIRO, A. P. A. Sinais de mudanças climáticas globais e regionais, projeções para o século XXI e as tendências observadas no Rio Grande do Sul: uma revisão. **Agrometeoros**, v. 25, n. 2, p. 273-302, 2017.

BRASIL- Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Modelagem climática e vulnerabilidades Setoriais à mudança do clima no Brasil**. P.590, Brasília, 2016.

HARRISON, M. TARDIEU, F.O. DONG, Z. MESSINA, C.D. HAMMER, G. Characterizing water stress and the influence of non-yield characteristics of corn under current and future conditions. **Glob. Mude Biol.** v. 20, pp. 867 - 878, 2014. DOI: 10.1111/gcb.12381.

IPCC- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático** [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 157 p. 2014.

MARENGO, J.A.; TOMASELLA, J. NOBRE, C. A. Climate change and water resources. In: **Waters of Brazil**. Springer, Cham, p. 171-18, 2017.

MENEGUZZI, N. L. G. **Mudanças climáticas, saúde e trabalho: o direito ante o ambiente em transformação**. (Dissertação de Mestrado) Pós Graduação em Direito-UCS. Caxias do Sul, 2011.

MIAO, C. Y. *et al.* Evaluation and application of Bayesian multi-model estimation in temperature simulations. **Prog Phys. Geog.**, v.37, p. 727 – 744, 2013.

NOAA- Administração Nacional Oceânica e Atmosférica. **Disponível em:** <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/> Acesso em: 10 de Mar. de 2024.

PARRY, M.L. ROSENZWEIG, C. IGLESIAS, A. LIVERMORE, M. FISCHER, G. Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios. **GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE-HUMAN AND POLICY DIMENSIONS**. v: 14, ed. 1, p. 53-67, 2004.

PNUMA (Programa das Nações Unidas sobre o meio ambiente) **Perspectivas do Meio Ambiente Mundial GEO-3 Presente**. Brasília: IBAMA, 2002.

SANTER, B. *et al.* Human influence on the seasonal cycle of tropospheric temperature. **SCIENCE**, v. 361, ed. 6399, 2018.

CAPÍTULO 34

LEVANTAMENTO DA ENTOMOFAUNA EM PASTAGENS DE BRACHIARIA DECUMBENS EM UM SISTEMA AGROPASTORIL EM ITAPETINGA, BAHIA, BRASIL

Gabriela dos Santos Alves   

Universidade do Estado de Santa Catarina, UESC, Brasil

Maiza da Silva dos Anjos   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Brasil

Jacqueline Claudino da Silva   

Universidade do Estado de Santa Catarina – UESC, Brasil

Reginaldo Muniz da Silva   

Universidade Estadual do Sudeste da Bahia – UESB, Brasil

Tarcisio Francisco de Camargo   

Universidade do Estado de Santa Catarina – UESC, Brasil

Juliane Pereira Portugal   

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Brasil

DOI: 10.52832/wed.116.744 



Resumo: O estudo teve como objetivo investigar a diversidade da vida insetívora associada a uma espécie de forrageira (*Brachiaria decumbens*) em uma área de pastagem localizada no município de Itapetinga-BA. Para coletar os insetos, foram instaladas 50 armadilhas do tipo *Pitfall*, com uma distância de 20 metros entre elas, permanecendo em campo por 48 horas. A pesquisa foi conduzida em setembro de 2015, em uma pastagem de *B. decumbens*, integrada a um sistema agropastoril na Universidade Estadual do Sudeste da Bahia, no município de Itapetinga-BA. O levantamento resultou na captura de 12.351 insetos, classificados até o nível de família, distribuídos em 9 ordens e 16 famílias distintas. Foi possível perceber que a ordem Collembola apresentou o maior número de espécimes, representando 80% do total dos insetos capturados. Em seguida temos a ordem Hymenoptera, com um total de 2.159 indivíduos coletados. A aplicação de armadilhas do tipo *Pitfall* para a coleta de insetos nessa região demonstrou ser uma ferramenta eficaz na obtenção de dados sobre a abundância da entomofauna local. Dessa forma, esse tipo de pesquisa tem o potencial de subsidiar estudos ecológicos, fornecendo informações essenciais para o desenvolvimento de estratégias eficazes de monitoramento e controle.

Palavras-chave: Diversidade. Insetos. Manejo. Pasto.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países com maior riqueza conhecida do mundo na diversidade de insetos, abriga cerca de 91 mil espécies (73%) de um total de cerca de 125 mil espécies de animais registradas para o país (CTFB, 2023). Isto se deve à sua vasta extensão territorial e à grande variedade de biomas e habitats. Em termos globais a riqueza dos insetos no Brasil, o grupo mais biodiverso no nosso país, corresponde a 8,4% da fauna mundial (Garcia-Rosello *et al.*, 2023).

Os insetos são fundamentais para o equilíbrio ambiental e a sobrevivência das demais espécies, dentre elas, a humana (Rafael *et al.*, 2024). Os invertebrados são organismos cruciais para a manutenção dos ecossistemas, desempenhando papéis importantes, dispersão de sementes, predação, controle biológico, ciclagem de nutrientes e a regulação de populações tanto de plantas como de outros animais (Gullan; Cranston, 2017; Silva *et al.* 2019).

As pastagens constituem a principal fonte de alimentação para sustentar a pecuária de corte no Brasil, sendo responsáveis por quase 90% da produção de carne bovina consumida (Hoffman *et al.*, 2014; Tramberend *et al.*, 2019). O termo "pastagens" se refere às plantas forrageiras, tanto nativas quanto cultivadas, abrangendo principalmente gramíneas e algumas leguminosas. Entre as principais gramíneas utilizadas como pastagem estão aquelas pertencentes ao gênero *Brachiaria* (Torres, 2022). Pesquisas que abordam a entomofauna em sistemas agropastoris desempenham um papel crucial em diversas áreas do conhecimento, como ecologia, conservação, agricultura e saúde pública. Esses estudos têm o potencial de fornecer informações valiosas sobre a integridade dos ambientes em que ocorrem (Lutinski; Garcia, 2005; Almeida, 2023).

A realização de levantamentos populacionais de insetos é crucial, pois representa a primeira fase do manejo integrado de pragas. Compreender essas relações ecológicas é fundamental para

fornecer subsídios eficazes de monitoramento e controle, utilizando uma abordagem que integra todas as técnicas de combate disponíveis, embasadas em critérios ecológicos e econômicos (Garlet, 2010). Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo realizar um levantamento da entomofauna associada a uma espécie de forrageiras (*Brachiaria decumbens*) em um ambiente de pastagem no município de Itapetinga-BA.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de coleta

O trabalho foi desenvolvido no período de setembro de 2015 na Universidade Estadual do Sudeste da Bahia, no município de Itapetinga-BA (Figura 1). A área de estudo está localizada sob as coordenadas geográficas 15°15' 22" S 40° 16' 17", cujo clima local é classificado como AM - tropical subúmido (Alvares, 2018) com uma precipitação média anual de 800 mm, sendo os maiores índices pluviométricos de novembro a março (período chuvoso), e os menores índices de maio a outubro (período seco), apresenta temperatura média anual de 27,0°C e altitude média de 300 m (IBGE, 2022).

Figura 4- Mapa de localização da área de estudo, município de Itapetinga na Bahia.



Fonte: Autores, 2021.

2.2 Método de coleta

Para capturar os insetos foi utilizado o método de armadilha de queda conhecido por *pitfall*, sendo que as armadilhas foram instaladas no solo. Foram escolhidos 50 pontos amostrais para

instalação das armadilhas do tipo pitfall, a distância entre as armadilhas foi de 20 metros entre si. Que permaneceram no campo durante 48 h. As armadilhas foram construídas a partir de copos descartáveis, na altura de 10,5 cm, os quais foram enterrados com a borda ao nível do solo (Figura 2A). Após, adicionou-se em torno de 350 ml de água e cinco gotas de detergente neutro para quebrar a tensão superficial da água (Figura 2B).

Figura 2- Área de instalação da armadilha do tipo *pitfall*.



Fonte: Autores, 2024.

Os insetos coletados foram acondicionados em um recipiente com uma solução de álcool 70% e etiquetados, contendo as seguintes informações: nome do coletor, local da coleta e data. Posteriormente, foram levados para laboratório de Biossistemática Animal da Universidade Estadual da Bahia- UESB, localizada no município de Itapetinga-Ba para realizar triagem e pré-identificação das espécies, sendo classificados em nível de ordem e família através de literaturas especializadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da metodologia de *pitfall* foi possível a obtenção de 12.351 insetos, sendo que os mesmos foram amostrados e classificados em nível de ordem e família (Tabela 1).

Tabela 2- Amostragem dos indivíduos capturados, sendo classificados em nível de ordem família.

Ordem	Família	Abundância	Total
Coleoptera	Scarabaeidae	100	143
	Carabidae	43	
Collembola	Hypogastruridae	898	9.896
	Sminthuridae	8.998	
Diptera	Muscidae	24	68
	Culicidae	44	
Hemiptera	Cercopidae	18	18
	Vespidae	59	
Hymenoptera	Formicidae	2.070	2.159
	Apidae	30	
Isoptera	Serritermitidae	16	16
Lepidoptera	Pieridae	3	3

Orthoptera	Grillacrididae	10	46
	Grylotalpidae	4	
	Tetrigidae	32	
Thysanoptera	Thripidae	2	2
Total			12.351

Fonte: Autores, 2024.

Mediante aos resultados é possível perceber que a ordem Collembola apresentou o maior número de espécimes, representando 80% do total dos insetos capturados. De acordo com Slawska *et al.* (2017), a diversidade de Collembola é influenciada por uma série de fatores ambientais, incluindo a umidade do solo, teor de carbono, pH, nitrogênio, concentrações de fósforo e potássio. Estes são elementos essenciais que moldam a composição da fauna de Collembola (Rzeszowski *et al.*, 2017).

Considerando-se a potencialidade da fauna edáfica, a ordem Collembola vem sendo utilizada como bioindicador da qualidade do solo (Santos, 2017), pois são encontrados em diferentes profundidades, distribuindo-se verticalmente, dividindo-se em organismos epiedáficos, hemiedáficos e edáficos, sendo os epiedáficos geralmente encontrados em solos que contêm camadas de serrapilheira, enquanto os edáficos apresentam características opostas, sendo encontrados nas camadas profundas (Figueira *et al.*, 2021).

Conforme observado por Oliveira Filho e Baretta (2016), a densidade das populações de collembolas pode variar, geralmente em resposta a fatores ecológicos que afetam sua atividade. A ampla diversidade dos mesmos desempenha diferentes papéis funcionais nos processos do solo, influenciando diretamente interações ligadas aos serviços ecossistêmicos (Zeppelini *et al.*, 2008; Martins; Gutjahr; Braga, 2020).

Em seguida temos a ordem Hymenoptera, que apresentou a segunda maior representatividade com um total de 2.159 indivíduos coletados. Esse resultado é esperado, considerando que na literatura os Hymenopteras são apontados como dominantes na maioria dos ecossistemas terrestres, apresentando uma grade diversidade de habitats. Além disso, apresentam funções importantes em relação ao ecossistema, como decomposição da matéria orgânica, dispersão, interações com plantas e/ou insetos, dentro outras (Fonseca; Campos; Silva, 2015; Pinto *et al.*, 2023).

Segundo Silva *et al.* (2019) a presença significativa deste grupo em diferentes ambientes classifica-os como adaptáveis a diversos locais. Curiosamente, Mendes *et al.*, (2020) destacaram que indivíduos da família Formicidae (ordem Hymenoptera) ocorrem com maior frequência em locais antropizados. Nunes *et al.* (2017) e Correia, (2018), encontraram a família Formicidae com maior abundância de indivíduos.

Esse grupo taxonômico é dominante na maioria dos ecossistemas, estando presente nos mais diferentes habitats. Sua riqueza de espécies está correlacionada com o tipo e variedade da vegetação, sendo que o aumento na sua complexidade da vegetação garante aumento na sua diversidade (Diehl-Fleig; Rocha, 1998; Soares *et al.*, 2001). As ordens com menor abundância de espécimes foram: Thysanoptera e Lepidoptera e as ordens Orthoptera e Hymenoptera foram as que apresentaram uma maior riqueza, ambas com três famílias.

4 CONCLUSÃO

A aplicação de armadilhas do tipo *Pitfall* para a coleta de insetos nessa região demonstrou ser uma ferramenta eficaz na obtenção de dados sobre a abundância da entomofauna local. Dessa forma, esse tipo de pesquisa tem o potencial de subsidiar estudos ecológicos, fornecendo informações essenciais para o desenvolvimento de estratégias eficazes de monitoramento e controle. Uma abordagem integrada, que considere critérios tanto ecológicos quanto econômicos, é fundamental para o sucesso dessas iniciativas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G. M. de. **Levantamento da entomofauna da trilha do estuário do rio Pacoti.** Eusébio, Ceará, Brasil. 2023.
- CORREIA, R. G. **Entomofauna Edáfica e armazenamento de Liteira em cultivos de Swietenia Macrophylla (King) na Amazônia Oriental.** Tese (Doutorado em Ciências Florestais – Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 80 f. 2018.
- CTFB - **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil.** 2023. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/listaBrasil/PrincipalUC/PrincipalUC.do?lingua=pt>. Acesso: 02/maio/2024.
- DIEHL-FLEIG, E.; ROCHA, E. S. Escolha de solo por fêmeas de *Acromyrmex striatus* (Roger) (Hymenoptera: Formicidae) para construção do ninho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.27, n. 1, p. 41-45, 1998.
- FILGUEIRA, A. A. *et al.* Mapeamento de informações taxonômicas e filogenéticas sobre Collembola. **Nature and Conservation**, v. 14, n. 4, p. 1-8, 2021.
- FONSECA, A. R.; CAMPOS, R. B. F.; SILVA, G. F. Formigas em carcaças de *Rattus norvegicus* (Berkenhout) em uma área de cerrado no Sudeste do Brasil: Riqueza e Abundância. **EntomoBrasilis**, 8, 74-78, 2015.
- GARCIA-ROSELLO, Emilio *et al.* GBIF falls short of providing a representative picture of the global distribution of insects. **Systematic Entomology**, v. 48, n. 4, p. 489-497, 2023.
- GARLET, J. **Levantamento populacional da entomofauna em plantios de *Eucalyptus* spp.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 84f, 2010.

- GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os insetos: fundamentos da entomologia**, 5. ed. Rio de Janeiro: ROCA, 912 p. 2017.
- HOFFMANN, A.; MORAES E. H.; MOUSQUER, C.; SIMIONI, T. A.; JUNIOR GOMES, F.; BANDEIRA, V. F.; MEZZOMO, H. S. Produção de bovinos de corte no sistema de pasto-suplemento no período da seca. **Nativa**, v. 2, n. 2, p. 119-130, 2014.
- LUTINSKI, J. A.; GARCIA, F. R. M. Análise faunística de Formicidae (Hymenoptera: Apocrita) em ecossistema degradado no município de Chapecó, Santa Catarina. **Biotemas**, v. 18, n. 2, p.73-86, 2005.
- MARTINS, A. M.; GUTJAHR, A. L. N.; BRAGA, C. E. S. Caracterização da fauna de Collembola em diferentes formações vegetais no município de Santa Bárbara, estado do Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais**, v. 15, n. 2, p. 393-407, 2020.
- MENDES, M. P.; DUARTE, M. N.; RODRIGUES, W. C. Levantamento de insetos com potencial bioindicador de qualidade ambiental em fragmento de floresta Atlântica no estado do Rio de Janeiro. **Entomology Beginners**, v.1, p. 1- 4, 2020.
- NUNES, M. S.; OSÓRIO, M. F.; ALMEIDA, E. F.; OLIVEIRA, F. R. Avaliação de Entomofauna com Armadilhas Coloridas em Reserva Ecológica no Município de Patrocínio – MG. **Revista Educação, Saúde e Meio Ambiente - MG**, v. 2, p. 158 – 175, 2017.
- OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; BARETTA, D. Por que devemos nos importar com os colêmbolos edáficos?. **Revista Scientia Agraria**, v. 17, n. 2, p. 21-40, 2016.
- OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; BARETTA, D. Por que devemos nos importar com os colêmbolos edáficos? **Scientia Agraria**, v. 17, n. 2, p. 21–40, 2016.
- PINTO, A. P. *et al.* Formigas (Hymenoptera: Formicidae) de importância forense ocorrentes em carcaça suína (*Sus scrofa*) no município de Bento Gonçalves, RS. **Revista Brasileira de Criminalística**, v. 12, n. 1, p. 87-92, 2023.
- RAFAEL, J. A. *et al.* Apresentação: A diversidade de insetos no Brasil. Insetos do Brasil: **Diversidade e Taxonomia**. 2^a ed., 2024.
- RZESZOWSKI, K.; ZADROŻNY, P.; NICIA, P. The effect of soil nutrient gradients on Collembola communities inhabiting typical urban green spaces. **Pedobiologia**, n. 64, p. 15-24, 2017.
- SANTOS, M. A. B. dos S. **Diversidade morfológica de Collembola em sistemas de uso do solo no leste de Santa Catarina**. Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC. 105p. 2017.
- SILVA, GISELE DE SOUZA DA; JAHNKE, SIMONE MUNDSTOCK; JOHNSON, NORMAN F. Riparian forest fragments in rice fields under different management: differences on hymenopteran parasitoids diversity. **Brazilian Journal of Biology**, v. 80, p. 122-132, 2019.
- SLAWSKA, M.; BRUCKNER, A.; SLAWSKI, M. Edaphic Collembola assemblages of European temperate primeval forests gradually change along a forest-type gradient. **European Journal of Soil Biology**, n. 80, p. 92-101, 2017.

SOARES, I. M. F.; GOMES, D. S.; SANTOS, AA dos. **Influência da composição florística na diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na Serra da Jibóia-BA.** 15º Encontro de Mirmecologia, Londrina, Resumos, IAPAR, p. 331-332, 2001.

TORRES, F. Z. V. **Pragas das pastagens: características, danos e manejo.** 2022.

TRAMBEREND, S. *et al.* Our Common Cropland: quantifying global agricultural landuse from a consumption perspective. **Ecological Economics**, v. 157, 2019.

ZEPPELINI, D. *et al.* Collembola as bioindicators of restoration in mined sand dunes of Northeastern Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 18, p. 1161-1170, 2008.

CAPÍTULO 35

FORMULAÇÃO CONTENDO NEMATÓIDES ENTOMOPATOGÊNICOS (NEPs) ASSOCIADOS A ÓLEO ESSENCIAL DE ALECRIM PARA CONTROLE DO CARRAPATO DOS BOVINOS

Diego Rodrigues Melo   
Embrapa Gado de Leite, Brasil

Alessandra Ésther de Mendonça   
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, Brasil

Lauren Hubert Jaeger   
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, Brasil

Leticia dos Santos Moreira   
Embrapa Gado de Leite, Brasil

Ralph Maturano Pinheiro   
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, Brasil

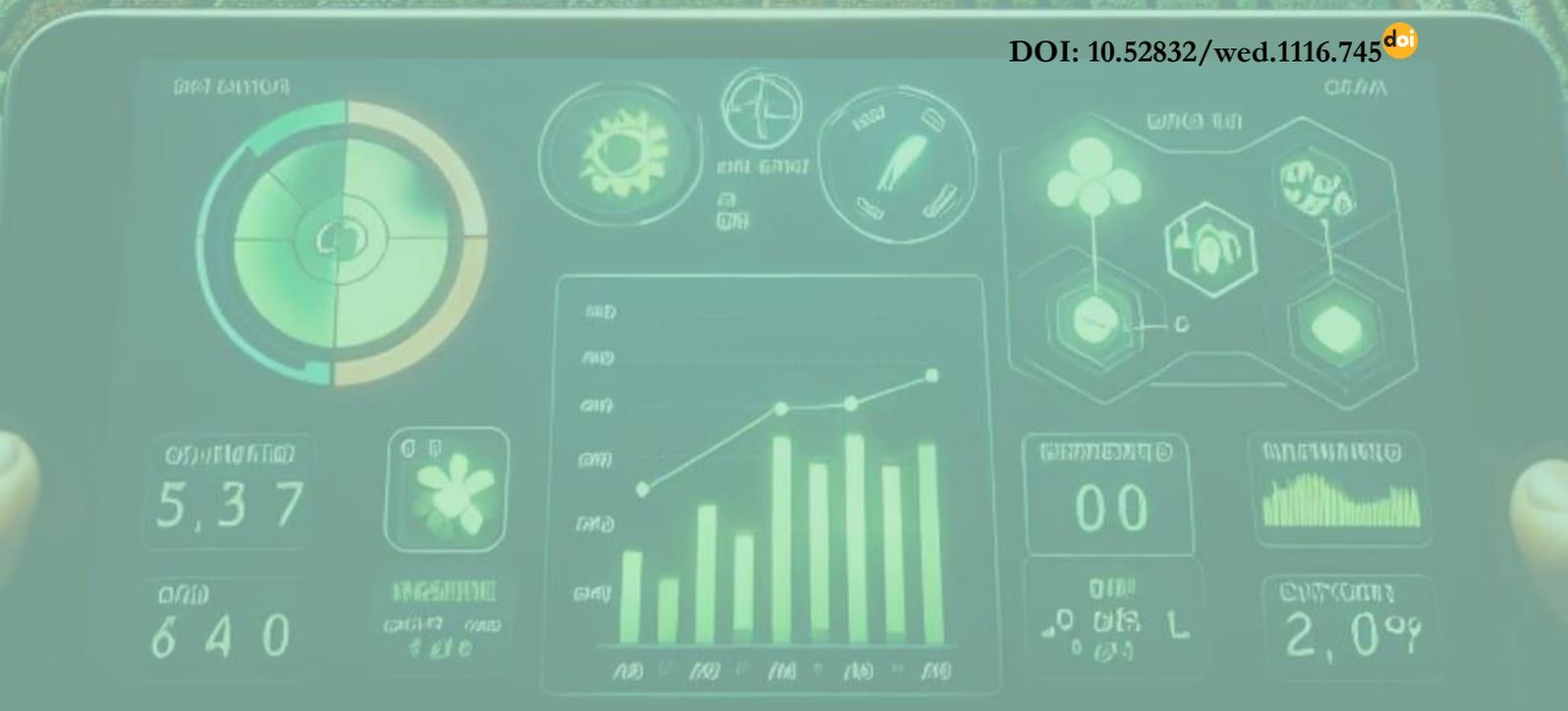
Melissa Carvalho Machado do Couto Chambarelli   
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Brasil

Ana Caroline Ferreira de Souza   
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Brasil

Caio Márcio de Oliveira Monteiro   
Universidade Federal de Goiás – UFG, Brasil

Márcia Cristina de Azevedo Prata   
¹Embrapa Gado de Leite

DOI: 10.52832/wed.1116.745 



Resumo: Carrapato bovino determina graves perdas à pecuária, boa parte decorrente do uso indiscriminado de carrapaticidas. Na busca por alternativas, nematoides entomopatogênicos (NEPs) têm se mostrado promissores. Formulação desenvolvida em etapa anterior foi eficaz na proteção dos NEPs contra efeitos da dessecação, havendo necessidade de aprimoramento para ação satisfatória. Uma solução seria associação de NEPs na formulação combinados com outros agentes. Objetivo deste estudo foi, portanto, avaliar compatibilidade, sobrevivência e eficácia *in vitro* do NEP HP88 em formulação protetora associado a óleo essencial (OE) de alecrim sobre carrapato bovino. No primeiro experimento, NEPs em formulação foram adicionados ao OE em concentrações de 5, 10, e 15%, sendo avaliada sobrevivência diariamente. A associação que permitiu melhor sobrevivência (NEPs em formulação + OE alecrim 5%, 408 h) foi empregada na avaliação sobre carrapato bovino por aspersão sobre adultos, obtendo-se eficácia de 98,78%, expressivamente superior ao grupo sem associação (81,83%). Comprovou-se compatibilidade entre NEP HP88 em formulação protetora e óleo essencial de alecrim 5%, com repercussões positivas na sobrevivência e eficácia *in vitro* contra carrapato bovino. Embora haja necessidade de estudos *in vivo*, as contribuições desta pesquisa representam cenário motivador, sinalizando uso promissor de formas de controle em associação.

Palavras-chave: Carboximetilcelulose sódica. HP88. *Rhipicephalus microplus*. *Rosmarinus officinalis*.

1 INTRODUÇÃO

Rhipicephalus microplus (Canestrini, 1888) (Acari: Ixodidae), o carrapato dos bovinos, tem sido considerado o grande vilão da criação de gado e a maior preocupação dos pecuaristas. A infestação por esse carrapato pode causar anemia, perda de peso, queda na produção e morte do animal, elevando custos na cadeia produtiva de carne e leite e, conseqüentemente, diminuindo o lucro do produtor (Andreotti; Garcia; Koller, 2019). Estimam-se perdas de US\$ 22 a 30 bilhões anuais no mundo, sendo US\$ 3,24 bilhões somente no Brasil (Lew-Tabor; Rodriguez Valle, 2016). Embora existam algumas formas de controle, o uso de carrapaticidas sintéticos é o principal método. Entretanto, a aplicação desses produtos geralmente é feita sem orientação técnica, o que tem levado a seleção de carrapatos resistentes e tornado os produtos comercialmente disponíveis cada vez menos eficientes (Andreotti; Garcia; Koller, 2019).

A falta de contribuição da indústria com moléculas inovadoras e as pressões do mercado para alternativas sustentáveis tem agravado o problema (Andreotti; Garcia; Koller, 2019) e criado um cenário favorável para a busca e desenvolvimento de alternativas para o controle do carrapato em bovino de leite. Nesse contexto, o uso de nematoides entomopatogênicos (NEPs) tem se mostrado bastante promissor. Em uma linha de pesquisa conduzida na Embrapa Gado de Leite desde o ano 2000 têm sido obtidos diversos avanços, como determinação de espécies de NEPs, doses e tempos de exposição mais eficazes para o controle do carrapato dos bovinos (Mendonça *et al.*, 2019; Monteiro *et al.*, 2020a; Monteiro *et al.*, 2020b; Monteiro *et al.*, 2021).

Contudo, em experimento fora do ambiente de laboratório, os resultados não foram significativos, mostrando que fatores abióticos, como incidência solar, dessecação e temperatura,

afetam a sobrevivência, viabilidade e infectividade dos nematoides. Um avanço inovador na busca de solução para este problema foi o obtido por Mendonça *et al.* (2019), que desenvolveram uma formulação capaz de proteger os NEPs *in vitro* contra os efeitos da dessecação. Quando testada em bovinos estabulados, a eficácia dos NEPs em formulação foi significativa, mas não satisfatória para o controle de *R. microplus*. Uma possível forma de elevar tal eficácia seria associação de NEPs com outros agentes controladores. Estudos têm demonstrado em laboratório a eficácia da associação de NEPs e substâncias de origem vegetal para controle de *R. microplus* (Monteiro *et al.*, 2014; Monteiro *et al.*, 2021). Contudo, não há registros de avaliações de NEPs em formulação protetora associados a óleos essenciais, o que constitui a abordagem inovadora desta pesquisa.

O objetivo deste estudo foi, portanto, avaliar a compatibilidade, sobrevivência e eficácia *in vitro* de *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1975 isolado HP88 em formulação protetora associado a óleo essencial de alecrim em diferentes concentrações sobre fêmeas ingurgitadas de *R. microplus*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Todas as atividades de manutenção de colônias e experimentos foram realizadas no Laboratório de Parasitologia da Embrapa Gado de Leite (Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil) (SISGEN AB410AB e SISBIO 46662).

2.1 Carrapatos e nematoides entomopatogênicos (NEPs)

As fêmeas ingurgitadas de *R. microplus* utilizadas nos experimentos foram provenientes de amostras de populações de carrapatos de rebanhos comerciais sem contato com carrapaticidas há pelo menos 25 dias. O nematoide entomopatogênico (NEP) *H. bacteriophora* isolado HP88 foi fornecido pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil) e mantido no Laboratório de Parasitologia, de acordo com metodologia de Kaya e Stock (1997).

2.2 Formulação protetora e óleo essencial de alecrim

A formulação protetora de NEPs foi composta por carboximetilcelulose sódica (CMC), glicerina e água, conforme Mendonça *et al.* (2019). O óleo essencial de *Rosmarinus officinalis* L. Labiatae (Lamiaceae), popularmente conhecido como alecrim, foi adquirido comercialmente (Pharmes, lote 9715; Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil). Foram preparadas soluções contendo óleo essencial de alecrim a 5, 10 e 15%. Após a preparação, em separado, da formulação gel-base e do óleo essencial, procederam-se às associações necessárias com a finalidade de obter volume suficiente para as atividades experimentais.

2.3 Experimentos

Foram realizados dois experimentos. No primeiro foi avaliada a sobrevivência *in vitro* de *H. bacteriophora* isolado HP88 em formulação protetora associada a óleo essencial de alecrim em diferentes concentrações. No segundo experimento foi avaliada a infectividade *in vitro* de *H. bacteriophora* isolado HP88 em formulação protetora + óleo essencial de alecrim da melhor concentração selecionada no experimento I sobre fêmeas ingurgitadas de *R. microplus*.

2.3.1 Experimento I: sobrevivência *in vitro* de *Heterorhabditis bacteriophora* isolado HP88 em formulação protetora + óleo essencial de alecrim

Foi utilizada formulação protetora e óleo essencial de alecrim (5, 10 ou 15%) para incorporação e avaliação da sobrevivência de *H. bacteriophora* isolado HP88. Previamente a adição na formulação, a suspensão aquosa de NEPs foi agitada manualmente para impedir acúmulo de nematoides nos frascos. A formulação protetora contendo óleo essencial de alecrim (5, 10 ou 15%) foi adicionada a suspensão aquosa de nematoides (2000 NEPs/mL) na proporção de 1:1. Dessa forma, a formulação final (formulação protetora + óleo essencial de alecrim 5, 10 ou 15% + NEPs) teve a concentração final ajustada para 1000 NEPs/mL. Além disso, foram feitos grupos controle água destilada + *H. bacteriophora* isolado HP88 e formulação protetora + *H. bacteriophora* isolado HP88, ambos preparados na proporção de 1:1 e com 1000 NEPs/mL na concentração final. Após a diluição, os tratamentos foram homogeneizados por 15 minutos no Agitador Kline a 30% e, em seguida, armazenados em câmara climatizada (16 ± 1 °C e $80 \pm 10\%$ UR). Para permitir a aeração dos frascos contendo os tratamentos, também foram realizadas agitações três vezes na semana. Antes de cada avaliação de sobrevivência, as formulações foram homogeneizadas no Agitador Kline a 30%. Os nematoides foram contados coletando, para cada tratamento, 10 alíquotas de 10 μ L cada. Essas foram montadas em lâminas para microscopia e os nematoides vivos e mortos contados no microscópio. A porcentagem de sobrevivência foi calculada dividindo-se o número de NEPs vivos pelo total de NEPs e multiplicando por 100. As avaliações de sobrevivência foram realizadas a cada 24 horas durante cinco dias (24, 48, 72, 96 e 120 h); após esse período, foram realizadas duas avaliações em intervalos de 3 dias (192 e 240 h) e, em seguida, as avaliações ocorreram a cada sete dias (408, 576, 744 h, etc.) até a morte de todos os NEPs do grupo ou três repetições com a mesma sobrevivência.

2.3.2 Experimento II: infectividade *in vitro* de *Heterorhabditis bacteriophora* isolado HP88 em formulação protetora + óleo essencial de alecrim sobre fêmeas ingurgitadas de *R. microplus*

A partir dos resultados do experimento I, foi selecionada, para avaliação da ação contra o carrapato dos bovinos, uma concentração da associação (*H. bacteriophora* isolado HP88 em formulação protetora + óleo essencial de alecrim) considerando o critério formulação com menor concentração que possibilitou maior taxa de sobrevivência por maior tempo de exposição. A suspensão aquosa de NEPs (600 NEPs/mL) foi agitada manualmente e adicionada à formulação protetora + óleo essencial de alecrim na concentração selecionada na proporção de 1:1. Sendo assim, a formulação final (*H. bacteriophora* isolado HP88 em formulação protetora + óleo essencial de alecrim na concentração selecionada) teve a concentração final ajustada para 300 NEPs/mL (Monteiro *et al.*, 2014). Além disso, foi feito grupo controle contendo água destilada, formulação protetora + *H. bacteriophora* isolado HP88 e formulação protetora + óleo essencial de alecrim na concentração selecionada, com os dois últimos preparados na proporção de 1:1 e último com 300 NEPs/mL na concentração final. Cada tratamento foi constituído por 10 fêmeas ingurgitadas de *R. microplus* com pesos homogêneos ($p > 0,05$), sendo cada fêmea uma unidade experimental (uma repetição). Cada carrapato foi pesado e colocado individualmente em placa de Petri (6 x 6 cm) etiquetada e forrada com duas folhas de papel filtro. Foi pipetado 1 mL da formulação testada em cada fêmea e, em seguida, as placas foram tampadas e envoltas com filme plástico (policloreto de vinila) e armazenadas em câmara climatizada (27 ± 1 °C e $80 \pm 10\%$ UR) durante 24 horas. Esse processo garantiu que os papéis filtro permanecessem úmidos e possibilitassem a locomoção dos nematoides, constituindo 24 h de exposição aos NEPs. Após este tempo, foi retirado o papel filtro e filme plástico, e os tratamentos foram armazenados em câmara climatizada nas mesmas condições anteriores para avaliação da biologia reprodutiva de fêmeas ingurgitadas de *R. microplus* (Monteiro *et al.*, 2014). Foram feitos quatro grupos experimentais: 1) controle água destilada, 2) controle formulação protetora + *H. bacteriophora* isolado HP88, 3) controle formulação protetora + óleo essencial de alecrim na concentração selecionada e 4) formulação protetora + *H. bacteriophora* isolado HP88 + óleo essencial de alecrim na concentração selecionada. Passados 15 dias do início da avaliação da biologia reprodutiva, a massa de ovos de cada fêmea foi pesada, depositada em seringa plástica descartável (5 mL) e armazenada em câmara climatizada (27 ± 1 °C e $80 \pm 10\%$ UR). Após 20 dias, foi realizada a estimativa visual da eclosão larval. As seguintes variáveis reprodutivas foram avaliadas: 1) peso da fêmea ingurgitada, 2) peso da massa de ovos, 3) índice de produção de ovos, 4) eclosão larval, e 6) eficácia de controle (calculada segundo Monteiro *et al.*, 2014).

2.4 Análise estatística

ANOVA e teste de *Tukey* foram empregados para avaliar a influência dos tratamentos sobre a sobrevivência de NEPs (experimento I) e sobre a biologia reprodutiva do carrapato (experimento II) através do *software* BioEstat 5.0 (Ayres *et al.*, 2007), ($p < 0,05$). Previamente a aplicação dos testes, os dados expressos em porcentagem foram transformados em $\sqrt{\arcseno x}$ e estes foram testados para normalidade usando o teste *Shapiro-Wilk*. Em caso de distribuição não normal, foi efetuada a transformação de dados (função logarítmica ou recíproca) utilizando o *software* InStat3. Persistindo a distribuição, os testes não paramétricos de *Kruskal-Wallis* e *Student-Newman-Keull's* foram empregados em substituição a ANOVA e *Tukey* ($p < 0,05$), com a utilização do *software* BioEstat 5.0 (Ayres *et al.*, 2007).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Experimento I: sobrevivência *in vitro* de *Heterorhabditis bacteriophora* isolado HP88 em formulação protetora + óleo essencial de alecrim

Analisando-se a tabela 1, verifica-se que a adição do óleo essencial de alecrim nas concentrações de 5, 10 e 15% não afetou a sobrevivência de *H. bacteriophora* isolado HP88 incorporado em formulação protetora por até 120 h (5 dias) de exposição, tendo sido obtidos percentuais de sobrevivência a partir de 93,5% em todos os tratamentos, estatisticamente semelhantes aos grupos controle (a partir de 95,9%, $p > 0,05$). Avaliando-se a sobrevivência dentro de cada tratamento ao longo do tempo, destacam-se os grupos contendo *H. bacteriophora* isolado HP88 em formulação protetora + óleo essencial de alecrim nas concentrações de 5 e 10%, em que somente foram verificadas reduções significativas ($p < 0,05$) na sobrevivência dos NEPs a partir de 576h (24 dias) de exposição, ao passo que a adição do óleo essencial de alecrim 15% afetou negativamente a sobrevivência após 240 h (10 dias) de exposição ($p < 0,05$). Deste modo, foi selecionada para o experimento II, de avaliação da ação contra fêmeas ingurgitadas do carrapato dos bovinos, a solução contendo NEPs em formulação protetora + óleo essencial de alecrim 5%, por ter sido a menor concentração que possibilitou a sobrevivência de NEPs em formulação por maior tempo de exposição. Mendonça *et al.* (2019) demonstraram que a formulação protetora constituída pela combinação CMC 0,1% + glicerina 1%, mesma formulação utilizada nesta pesquisa, permitiu taxa de sobrevivência de 95% para *H. bacteriophora* isolado HP88. Os resultados do presente experimento, que constitui o primeiro estudo de avaliação de NEPs em formulação protetora associados a outro agente controlador, demonstraram que a formulação protetora associada ao óleo essencial de alecrim 5% afetou a sobrevivência do isolado HP88 somente a partir de 576 h de exposição. Esses resultados demonstram que a formulação protetora associada ao óleo

essencial de alecrim, um dos vegetais avaliados para o controle de *R. microplus* (Singh *et al.*, 2022), permitiu considerável prolongamento da manutenção das condições favoráveis à sobrevivência de *H. bacteriophora* isolado HP88. Uma vez que o tempo de exposição ao organismo alvo é um fator crítico para a patogenicidade de NEPs a carrapatos (Monteiro *et al.*, 2020a), considera-se que a associação selecionada nesta pesquisa, por possibilitar sobrevivências de NEPs por períodos prolongados, aumenta as chances de infecção e, por conseguinte, de sucesso do controle biológico.

Tabela 1 – Taxa de sobrevivência (%) de *Heterorhabditis bacteriophora* isolado HP88 após diferentes tempos de exposição nas combinações contendo formulação protetora (FP) e óleo essencial (OE) de alecrim em diferentes concentrações a 16 ± 1 °C e $80 \pm 10\%$ de umidade relativa. Média \pm desvio padrão.

Tempos de Exposição (horas)	Tratamentos				
	Controle Água Destilada	Controle FP	FP + OE de alecrim 5%	FP + OE de alecrim 10%	FP + OE de alecrim 15%
24	98,1 ^{Aab} \pm 4,3	97,8 ^{Aa} \pm 4,9	99,2 ^{Aa} \pm 2,4	96,1 ^{Aab} \pm 6,6	95,8 ^{Aa} \pm 7,3
48	98,2 ^{Aab} \pm 3,8	95,9 ^{Aa} \pm 7,0	97,5 ^{Aa} \pm 5,3	99,0 ^{Aa} \pm 3,2	93,5 ^{Aa} \pm 9,9
72	100,0 ^{Aa} \pm 0,0	98,9 ^{Aa} \pm 3,5	97,3 ^{Aa} \pm 5,8	96,3 ^{Aab} \pm 8,4	94,2 ^{Aa} \pm 11,0
96	99,2 ^{Aa} \pm 2,4	99,1 ^{Aa} \pm 2,9	96,1 ^{Aa} \pm 5,2	96,2 ^{Aab} \pm 7,1	96,1 ^{Aa} \pm 8,3
120	100,0 ^{Aa} \pm 0,0	98,3 ^{Aa} \pm 3,7	96,5 ^{Aa} \pm 4,8	97,6 ^{Aab} \pm 4,0	95,8 ^{Aa} \pm 5,5
192	97,1 ^{ABab} \pm 6,0	100,0 ^{Aa} \pm 0,0	90,4 ^{BCab} \pm 6,3	88,5 ^{Cab} \pm 8,9	91,1 ^{BCa} \pm 8,4
240	99,4 ^{Aa} \pm 2,0	98,3 ^{Aa} \pm 5,3	95,6 ^{ABa} \pm 6,0	93,3 ^{ABab} \pm 8,7	90,9 ^{Ba} \pm 8,6
408	97,1 ^{Aab} \pm 6,4	96,5 ^{Aa} \pm 4,8	84,1 ^{Aabc} \pm 17,9	78,2 ^{ABabc} \pm 13,0	43,7 ^{Bb} \pm 14,1
576	94,7 ^{Aab} \pm 7,1	94,1 ^{Aa} \pm 11,2	59,9 ^{Bbcd} \pm 18,1	68,5 ^{ABbc} \pm 24,3	0,0 ^{Cb} \pm 0,0
744	99,1 ^{Aa} \pm 2,9	96,2 ^{Aa} \pm 6,4	54,4 ^{Bcd} \pm 11,9	18,9 ^{Bcd} \pm 15,3	
912	88,4 ^{Ab} \pm 13,3	96,1 ^{Aa} \pm 5,2	23,5 ^{Bde} \pm 16,3	2,3 ^{Bd} \pm 4,8	
1080	90,1 ^{Aab} \pm 21,2	88,2 ^{Aa} \pm 20,5	20,3 ^{Bde} \pm 11,8	0,6 ^{Bd} \pm 2,0	
1248	94,8 ^{Aab} \pm 9,0	96,3 ^{Aa} \pm 4,9	0,0 ^{Be} \pm 0,0	0,0 ^{Bd} \pm 0,0	

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística ($p < 0,05$) entre as médias em uma determinada linha, enquanto letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística ($p < 0,05$) entre as médias em cada coluna.

Fonte: Autores, 2024.

3.2 Experimento II: infectividade *in vitro* de *Heterorhabditis bacteriophora* isolado HP88 em formulação protetora + óleo essencial de alecrim sobre fêmeas ingurgitadas de *Rhipicephalus microplus*

Analisando-se a tabela 2 e a figura 1, com foco nos grupos *H. bacteriophora* isolado HP88 em formulação protetora e *H. bacteriophora* isolado HP88 em formulação protetora + óleo essencial de alecrim 5%, verifica-se que, embora não tenha determinado reduções significativas ($p < 0,05$) na produção de ovos e na eclosão larval, a adição de óleo essencial de alecrim 5% à formulação protetora contendo NEPs proporcionou considerável elevação da eficácia de controle sobre fêmeas ingurgitadas de *R. microplus*, que passou de 81,83% para 98,78%. Monteiro *et al.* (2021) demonstraram que a ação de *H. bacteriophora* isolado HP88, *H. indica* isolado LPP1 e óleo essencial de *Lippia triplinervis* Gardner (Verbenaceae) sobre fêmeas ingurgitadas de *R. microplus* é potencializada quando estes controladores são combinados (NEPs + óleo essencial), especialmente

quando comparado à atividade isolada do óleo. No presente estudo, de forma similar, a formulação protetora + HP88 + óleo essencial de alecrim 5% foi responsável por proporcionar elevação na eficácia de controle. Isso demonstra a compatibilidade destes controladores associados e em formulação, em detrimento da baixa (formulação protetora + óleo essencial de alecrim 5%) ou moderada (formulação protetora + HP88) eficácia dos controladores isoladamente em formulação (28,64% e 81,83%, respectivamente).

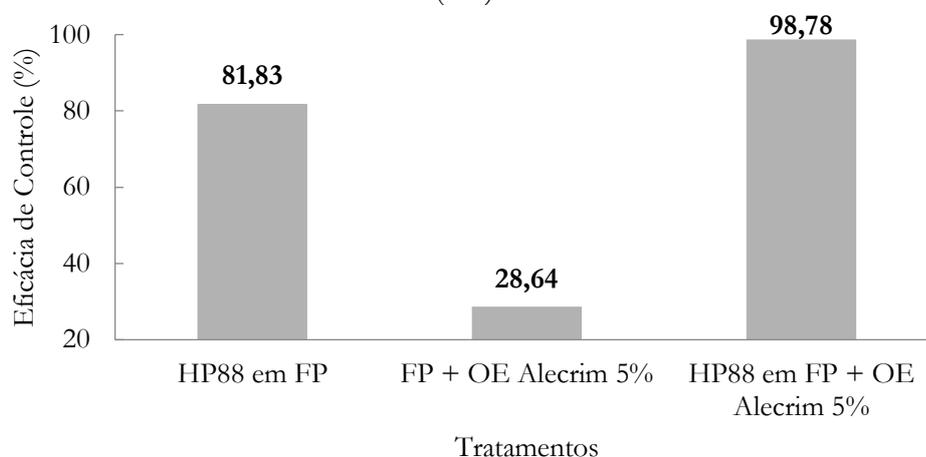
Tabela 2 – Biologia reprodutiva (peso da fêmea ingurgitada, peso da massa de ovos, índice de produção de ovos [IPO] e eclosão larval) *in vitro* de fêmeas ingurgitadas de *Rhipicephalus microplus* tratadas com combinações contendo *Heterorhabditis bacteriophora* isolado HP88 em formulação protetora (FP) associado a óleo essencial (OE) de alecrim 5% a 27 ± 1 °C e $80 \pm 10\%$ de umidade relativa. Média \pm desvio padrão.

Tratamentos	Peso da fêmea ingurgitada (mg)	Peso da massa de ovos (mg)	IPO (%)	Eclosão larval (%)
Controle Água Destilada	258,36 ^a \pm 12,48	111,41 ^a \pm 43,35	43,01 ^a \pm 16,51	65,33 ^a \pm 34,70
HP88 em FP	253,25 ^a \pm 26,30	29,83 ^b \pm 45,51	12,36 ^b \pm 19,09	24,50 ^{bc} \pm 30,04
FP + OE Alecrim 5%	253,56 ^a \pm 29,12	113,61 ^a \pm 27,21	44,74 ^a \pm 8,87	43,00 ^{ac} \pm 33,93
HP88 em FP + OE Alecrim 5%	250,89 ^a \pm 22,24	4,93 ^b \pm 5,86	2,06 ^b \pm 2,53	10,00 ^b \pm 17,32

Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística ($p < 0,05$) entre as médias em cada coluna.

Fonte: Autores, 2024.

Figura 5 – Eficácia de controle (%) *in vitro* de fêmeas ingurgitadas de *Rhipicephalus microplus* tratadas com combinações contendo *Heterorhabditis bacteriophora* isolado HP88 em formulação protetora (FP) associado a óleo essencial (OE) de alecrim 5%.



Fonte: Autores, 2024.

Heterorhabditis bacteriophora isolado HP88 é relatado como um dos isolados mais promissores para controle do carrapato dos bovinos em razão de sua alta virulência *in vitro* (Monteiro *et al.*, 2021). Até mesmo em estudos em condições de campo, já foi comprovada a ação deste isolado ao

reduzir infestações de pastagens em 73,1%, agindo sobre a fase não parasitária do carrapato (Filgueiras *et al.*, 2023). Embora haja registros de avaliação da ação combinada de NEPs em solução aquosa associados a outros agentes controladores (Monteiro *et al.*, 2014; Monteiro *et al.*, 2021) neste estudo foi comprovada pela primeira vez a compatibilidade de NEPs em formulação protetora com outro agente, no caso, óleo essencial de alecrim a 5%, tendo sido evidenciado o efeito positivo de tal combinação em prolongar significativamente a sobrevivência e elevar de forma expressiva a eficácia de controle do carrapato dos bovinos *in vitro*. Integrando-se os avanços obtidos nesta com os resultados já alcançados e registrados na literatura e ainda com outras etapas a serem desenvolvidas, pode ser estruturada uma base sólida de informações que podem fundamentar o estabelecimento de estratégia alternativa para combate ao carrapato dos bovinos por meio de NEPs em associação com outros agentes, tanto na fase parasitária como na fase de vida livre. Para o setor produtivo da pecuária bovina e sociedade em geral, tais estratégias poderão garantir eficiência no controle do carrapato associada à redução de custos, mão de obra e de riscos à saúde de tratadores, animais e consumidores de produtos derivados destes, além de sustentabilidade ambiental.

4 CONCLUSÃO

Existe compatibilidade entre *H. bacteriophora* isolado HP88 em formulação protetora e óleo essencial de alecrim 5%, com repercussões positivas, tanto no prolongamento da sobrevivência quanto na elevação da eficácia *in vitro* da referida associação contra o carrapato dos bovinos. Embora haja necessidade de estudos *in vivo*, as contribuições desta pesquisa representam um cenário motivador para reduzir a dependência das poucas bases químicas carrapaticidas disponíveis no mercado, sinalizando para o uso promissor de outras formas de controle em associação, que poderão ser utilizadas tanto em sistemas de produção convencionais como agroecológicos, contribuindo para o fortalecimento das cadeias produtivas do leite e da carne, com repercussões positivas para toda a sociedade.

Agradecimentos e financiamento

Os autores agradecem às Fundações de Amparo à Pesquisa Estaduais (FAPEMIG, FAPEG e FAPERJ) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

ANDREOTTI, R.; GARCIA, M. V.; KOLLER, W. W. **Carrapatos na cadeia produtiva de bovinos**. 1 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 240 p. 978-85-7035-230-9.

AYRES, M *et al.* **BioEstat 5.0 – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas.** Belém, Pará: ONG Mimiraua, 2007. 364 p.

FILGUEIRAS, M. D. G. *et al.* From the laboratory to the field: efficacy of entomopathogenic nematodes to control the cattle tick. **Pest Management Science**, 79, n. 1, p. 216-225, 2023.

KAYA, H. K.; STOCK, P. S. Techniques in insect nematology. *In*: LACEY, L. A. (Ed.). **Manual of Techniques in Insect Pathology.** London: Academic Press, 1997. p. 281-324.

LEW-TABOR, A. E.; RODRIGUEZ VALLE, M. A review of reverse vaccinology approaches for the development of vaccines against ticks and tick borne diseases. **Ticks and Tick-borne Diseases**, 7, n. 4, p. 573-585, 2016.

MENDONÇA, A. É. *et al.* Entomopathogenic nematodes in pharmaceutical formulations for *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) control: *In vitro* evaluation of compatibility, thermotolerance, and efficiency. **Ticks and Tick-borne Diseases**, 10, n. 4, p. 781-786, 2019.

MONTEIRO, C. M. O *et al.* Entomopathogenic nematodes in insect cadaver formulations for the control of *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). **Veterinary Parasitology**, v. 203, n. 3, p. 310-317, 2014.

MONTEIRO, C. M. O *et al.* Efficacy of entomopathogenic nematodes in insect cadaver formulation against engorged females of *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) in semi-field conditions. **Ticks and Tick-borne Diseases**, v. 11, n. 1, p. 101313, 2020a.

MONTEIRO, C. M. O *et al.* Efficacy of *Heterorhabditis baujardi* (Rhabditida: Heterorhabditidae) against *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) in presence of susceptible and alternate insect hosts. **Biocontrol Science and Technology**, v. 30, n. 12, p. 1316-1329, 2020b.

MONTEIRO, C. M. O *et al.* Combination of entomopathogenic nematodes with acaricides or essential oil of *Lippia triplinervis* against *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). **Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports**, 23, p. 100526, 2021.

SINGH, K. *et al.* Synergistic properties of essential oils of eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) and lemon grass (*Cymbopogon flexuosus*) against cattle tick, *Rhipicephalus microplus*. **International Journal of Acarology**, 48, n. 4-5, p. 338-343, 2022.



Wissen Editora

Homepage: www.editorawissen.com.br

E-mails: contato@wisseneditora.com.br

wisseneditora@gmail.com

Siga nossas redes sociais:

@wisseneditora

Teresina - PI, 2024

PESQUISAS AGRONÔMICAS: ASPECTOS GERAIS E AVANÇOS TECNOLÓGICOS

VOLUME I

Adriele Nascimento Santana
Denise dos Santos Vila Verde
Francisco Matheus Barros das Chagas
Daniel Carlos Machado
Deysiele Oliveira Alves
Organizadores

