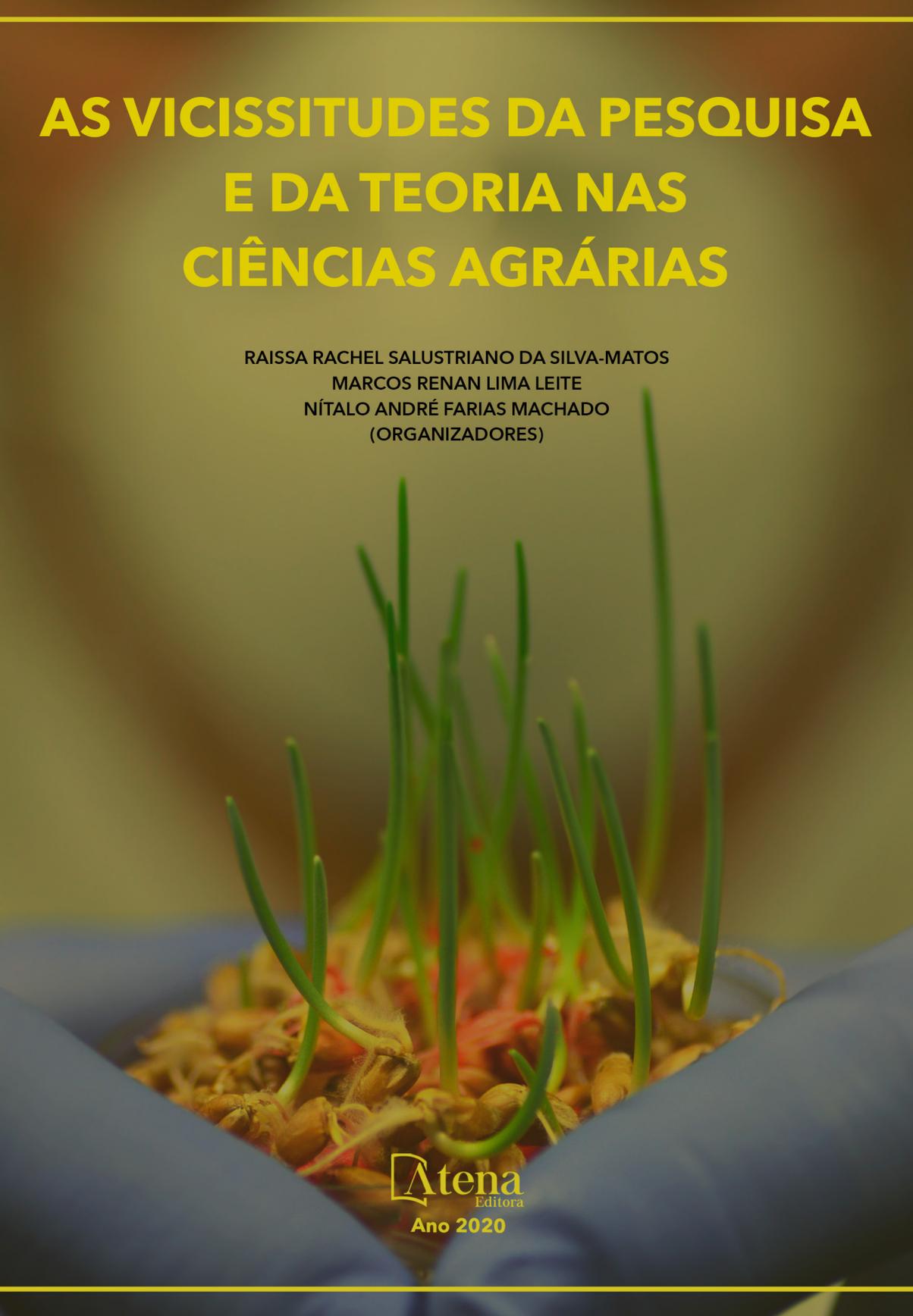


AS VICISSITUDES DA PESQUISA E DA TEORIA NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS
MARCOS RENAN LIMA LEITE
NÍTALO ANDRÉ FARIAS MACHADO
(ORGANIZADORES)



Atena
Editora
Ano 2020

AS VICISSITUDES DA PESQUISA E DA TEORIA NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS
MARCOS RENAN LIMA LEITE
NÍTALO ANDRÉ FARIAS MACHADO
(ORGANIZADORES)

Atena
Editora

Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

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

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

- Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

- Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lúvia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

As vicissitudes da pesquisa e da teoria nas ciências agrárias

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremona
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Marcos Renan Lima Leite
Nítalo André Farias Machado

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

V635 As vicissitudes da pesquisa e da teoria nas ciências agrárias
/ Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-
Matos, Marcos Renan Lima Leite, Nítalo André Farias
Machado. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-552-5

DOI 10.22533/at.ed.525200411

1. Ciências Agrárias. 2. Pesquisa. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Leite, Marcos Renan Lima (Organizador). III. Machado, Nítalo André Farias (Organizador). IV. Título.

CDD 338.1

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

No cenário atual, as interrelações entre população, recursos naturais e desenvolvimento, têm ocupado espaço de grande evidência no mundo, principalmente em função da necessidade do aumento na produção de alimentos aliada a preservação do meio ambiente. Nesse aspecto, as Ciências Agrárias que possui caráter multidisciplinar, e abrange diversas áreas do conhecimento, tem como principais objetivos contribuir com o desenvolvimento das cadeias produtivas tanto agrícola quanto pecuária, considerando sua inserção nos vários níveis de mercado, além de inserir o conceito de sustentabilidade nos múltiplos processos de produção.

A obra “As Vicissitudes da Pesquisa e da Teoria nas Ciências Agrárias”, em seus volumes 1 e 2, reúne em seus 35 capítulos textos que abordam temas como o aproveitamento de resíduos, conservação dos recursos genéticos, manejo e conservação do solo e água, produção e qualidade de grãos, produção de mudas e bovinocultura de corte e leite. Esse compilado de informações traz à luz questões atuais e de importância global, perante os desafios impostos para atender as demandas complexas dos sistemas de produção.

Vale ressaltar o empenho dos autores dos diversos capítulos, que possibilitaram a produção desse material, que retrata os avanços técnico-científicos nas Ciências Agrárias, pelo qual agradecemos profundamente.

Dessa maneira, espera-se que a presente obra possibilite ao leitor ampliar seu conhecimento sobre o avanço das pesquisas no ramo das Ciências Agrárias, bem como incentivar o desenvolvimento de estudos que promovam a inovação tecnológica e científica, o manejo e conservação dos recursos genéticos, que culminem em incremento na produção de alimentos de maneira sustentável.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Marcos Renan Lima Leite

Nítalo André Farias Machado

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

APROVEITAMENTO E VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS NA FILETAGEM DE TILÁPIA

Marcos Antonio Matiucci
Giovanna Caputo dos Anjos Alemida
Jiuliane Martins da Silva
Kamila de Cássia Spacki
Ana Paula Sartório Chambo
Elder dos Santos Araujo
Beatriz de Souza Gonçalves Proença
Angélica Marquetotti Salcedo Vieira

DOI 10.22533/at.ed.5252004111

CAPÍTULO 2..... 15

AVALIAÇÃO DAS PERDAS DE GRÃOS NA CULTURA DA CANOLA (*Brassica napus*) EM UMA PROPRIEDADE RURAL, NO MUNICÍPIO DE TUPARENDI - RS, 2018

Fernanda Grings
Gabriel Rossi Padoin
Laís Ciekorski
Maicon Mangini
Valberto Muller

DOI 10.22533/at.ed.5252004112

CAPÍTULO 3..... 22

BACURIZEIRO

Edvan Costa da Silva
Nei Peixoto
Léo Vieira Leonel
Michel Anderson Masiero
Wagner Menechini
Luciana Sabini da Silva

DOI 10.22533/at.ed.5252004113

CAPÍTULO 4..... 33

PIMENTAS *CAPSICUM* L.: ASPECTOS BOTÂNICOS, CENTRO DE ORIGEM, DIVERSIFICAÇÃO E DOMESTICAÇÃO, IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA E PROPRIEDADES TERAPÊUTICAS (PARTE I)

Breno Machado de Almeida
Verônica Brito da Silva
Ângela Celis de Almeida Lopes
Regina Lúcia Ferreira Gomes
Lívia do Vale Martins
Sérgio Emílio dos Santos Valente
Ana Paula Peron
Lidiane de Lima Feitoza

CAPÍTULO 5..... 48

PIMENTAS *Capsicum* L.: CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS GENÉTICOS, CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E CITOGENÉTICA E SEQUENCIAMENTO GENÔMICO (PARTE II)

Breno Machado de Almeida
Ângela Celis de Almeida Lopes
Regina Lúcia Ferreira Gomes
Lívia do Vale Martins
Sérgio Emílio dos Santos Valente
Ana Paula Peron
Verônica Brito da Silva
Lidiane de Lima Feitoza

DOI 10.22533/at.ed.5252004115

CAPÍTULO 6..... 62

CONSERVAÇÃO DE BATATA DOCE MINIMAMENTE PROCESSADA COM O USO DE ANTIOXIDANTES

Daniel César Sausen
Júlio Cezar Minetto Brum
Marcos Joel Koscheck
Ana Paula Cecatto
Claudinei Márcio Schmidt

DOI 10.22533/at.ed.5252004116

CAPÍTULO 7..... 71

CORRELAÇÃO ENTRE ELEMENTOS METEOROLÓGICOS E TEOR DE UMIDADE DO SOLO EM PLANTIO DE AÇAIZEIRO EM CASTANHAL, PARÁ

Matheus Yan Freitas Silva
Matheus Lima Rua
Carmen Grasiela Dias Martins
Deborah Luciany Pires Costa
Denilson Barreto da Luz
Bruno Gama Ferreira
Bianca Nunes dos Santos
Maria de Lourdes Alcântara Velame
Vandeilson Belfort Moura
Hildo Giuseppe Garcia Caldas Nunes
Augusto José Silva Pedroso
Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza

DOI 10.22533/at.ed.5252004117

CAPÍTULO 8..... 81

INOVAÇÃO AGRONÔMICA NO PLANTIO DE SOJA PRECOCE, GENETICAMENTE MODIFICADA EM DIFERENTES ARRANJOS ESPACIAIS

Joaquim Júlio Almeida Júnior
Katya Bonfim Ataides Smiljanic

Alexandre Caetano Perozini
Armando Falcão Mendonça
Edson Lazarini
Gustavo André Simon
Suleiman Leiser Araújo
Winston Thierry Resende Silva
Ricardo Gomes Tomáz
Vilmar Neves de Rezende Júnior
Victor Júlio Almeida Silva
Beatriz Campos Miranda
Adriel Rodrigues da Silva

DOI 10.22533/at.ed.5252004118

CAPÍTULO 9..... 99

MANEJO DE ADUBAÇÃO COM NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO SOBRE O TEOR FOLIAR DE NITROGÊNIO NA CULTURA DA CRAMBE

Andressa Caroline Zang
Alfredo Richart
Bruna Guedes de Oliveira
Bruna de Paula Souza

DOI 10.22533/at.ed.5252004119

CAPÍTULO 10..... 108

REDUÇÃO DE CUSTOS NA TERMINAÇÃO DE BOVINOS CONFINADOS POR MEIO DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS E SUBPRODUTOS DA AGROINDÚSTRIA DO BIODIESEL

Wander Matos de Aguiar
Luís Carlos Vinhas Ítavo
Eduardo Souza Leal
Camila Celeste Brandão Ferreira Ítavo
Alexandre Menezes Dias

DOI 10.22533/at.ed.52520041110

CAPÍTULO 11..... 122

TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO E A SUA CORRELAÇÃO COM O POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE SOJA

Thaís Cavalieri Matera
Lucas Caiubi Pereira
Alessandro Lucca Braccini
Francisco Carlos Krzyzanowski
Larissa Vinis Correia
Rayssa Fernanda dos Santos
Renata Cristiane Pereira

DOI 10.22533/at.ed.52520041111

CAPÍTULO 12..... 134

USO DE ARAÇÁ NO COMBATE AO NEMATOIDE DAS GALHAS DAS

GOIABEIRAS NO PROJETO PÚBLICO DE IRRIGAÇÃO (PPI) DE BEBEDOURO

Elijalma Augusto Beserra

Maria Helena Maia e Souza

Maria Augusta Maia e Souza Beserra

DOI 10.22533/at.ed.52520041112

CAPÍTULO 13..... 148

VALORES BIOMÉTRICOS NA MODALIDADE DE SEMEADURA EM CONSORCIAÇÃO DE MILHO COM FORRAGEIRAS E FEIJOEIRO EM SUCESSÃO

Joaquim Júlio Almeida Júnior

Katya Bonfim Ataides Smiljanic

Alexandre Caetano Perozini

Armando Falcão Mendonça

Edson Lazarini

Gustavo André Simon

Suleiman Leiser Araújo

Winston Thierry Resende Silva

Ricardo Gomes Tomáz

Vilmar Neves de Rezende Júnior

Victor Júlio Almeida Silva

Beatriz Campos Miranda

Adriel Rodrigues da Silva

DOI 10.22533/at.ed.52520041113

CAPÍTULO 14..... 164

VARIABILIDADE DE FLUXO DE CALOR NO SOLO EM UM PLANTIO COMERCIAL DE AÇAIZEIRO, CASTANHAL-PA

Deborah Luciany Pires Costa

Carmen Grasiela Dias Martins

Bruno Gama Ferreira

Erika de Oliveira Teixeira

Igor Cristian de Oliveira Vieira

Matheus Yan Freitas Silva

João Vitor de Nóvoa Pinto

Hildo Giuseppe Garcia Caldas Nunes

Vivian Dielly da Silva Farias

Whesley Thiago dos Santos Lobato

Denis de Pinho Sousa

Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza

DOI 10.22533/at.ed.52520041114

CAPÍTULO 15..... 175

EFEITO DA VELOCIDADE E SENTIDO DA SEMEADURA NA DISTRIBUIÇÃO DE ADUBO E SEMENTES FORRAGEIRAS

Maurício Renan Huber

Valberto Müller

DOI 10.22533/at.ed.52520041115

CAPÍTULO 16..... 189

EFICIÊNCIA REPRODUTIVA DE UMA UNIDADE DIDÁTICA DE BOVINOCULTURA LEITEIRA

Gabriel Vinicius Bet Flores
Igor Gabriel Modesto Dalgallo
Willian Daniel Pavan
Carla Fredrichsen Moya

DOI 10.22533/at.ed.52520041116

CAPÍTULO 17..... 199

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO TRADICIONAL

Claudete Rosa da Silva
Daniel Vítor Mesquita da Costa
Eline Gomes Almeida
Crissogno Mesquita dos Santos
Leomara Pessoa Brito
Anna Thereza Santos Morais
Daylon Aires Fernandes
Gislayne Farias Valente
Tiago de Souza Santiago
Kessy Jhonnes Soares da Silva

DOI 10.22533/at.ed.52520041117

SOBRE OS ORGANIZADORES211

ÍNDICE REMISSÍVO..... 212

CAPÍTULO 1

APROVEITAMENTO E VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS NA FILETAGEM DE TILÁPIA

Data de aceite: 03/11/2020

Data de submissão: 03/09/2020

Angélica Marquetotti Salcedo Vieira

Universidade Estadual de Maringá – PPC

Maringá – PR

<http://lattes.cnpq.br/8930542097391008>

Marcos Antonio Matiucci

Universidade Estadual de Maringá – PPC

Maringá – PR

<http://lattes.cnpq.br/8764384428029742>

Giovanna Caputo dos Anjos Alemida

Universidade Estadual de Maringá – PPC

Maringá – PR

<http://lattes.cnpq.br/0070007074927546>

Juiliane Martins da Silva

Universidade Estadual de Maringá – PPC

Maringá – PR

<http://lattes.cnpq.br/2805028016536369>

Kamila de Cássia Spacki

Universidade Estadual de Maringá – PPC

Maringá – PR

<http://lattes.cnpq.br/9512716569642744>

Ana Paula Sartório Chambo

Universidade Estadual de Maringá – PPZ

Maringá – PR

<http://lattes.cnpq.br/2845092102555389>

Elder dos Santos Araujo

Universidade Estadual de Maringá – PEG

Maringá – PR

<http://lattes.cnpq.br/6820442160465165>

Beatriz de Souza Gonçalves Proença

Universidade Estadual de Maringá – PPC

Maringá – PR

<http://lattes.cnpq.br/8369879783745554>

RESUMO: Em 2018 o Brasil produziu 519,3 mil toneladas de peixes, um aumento de 3,4% em relação ao ano de 2017, sendo a tilápia o pescado de maior destaque, representando 60% do total produzido. Contudo, a piscicultura tem originado grande quantidade de resíduos. O peixe eviscerado gera aproximadamente 8 a 16% de resíduos, enquanto no processo de filetagem é de 60 a 72%. Entretanto, apesar do Brasil ser um país com grande potencial produtivo, e consequentemente gerador de resíduos, uma forma de explorar este potencial é por meio de inovação tecnológica voltada ao desenvolvimento de novos produtos. Uma aplicação viável para as peles de peixe, por exemplo, é o curtimento com aplicação na indústria têxtil e a extração de colágeno. As escamas tem aplicação viável e ecológica na produção de artesanatos e bijuterias. Grande parte dos resíduos gerados durante o processo de industrialização de pescado, como cabeça, vísceras, nadadeiras e cauda, se destina a produção de farinha ou silagem de peixe sendo utilizados como fonte de proteína de alto valor biológico com várias possibilidades de utilização na nutrição animal e também como fertilizantes de baixo custo. Há também a produção de farinha para o consumo humano e obtenção de CMS (carne mecanicamente separada) obtida através de carcaças, bem como a utilização de aparas na elaboração de alimentos para o consumo

humano que possui grande uma vez que gera um retorno financeiro ao setor, valoriza o resíduo dando a ele uma aplicação social e diminui impactos ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: Subproduto; Co-produto; *Oreochromis niloticus*.

USE AND VALUATION OF WASTE IN TILAPIA FILLING

ABSTRACT: In 2018, Brazil produced 519.3 thousand tons of fish, an increase of 3.4% over 2017, with tilapia being the most outstanding fish, representing 60% of the total produced. However, fish farming has generated a large amount of waste. The gutted fish generates approximately 8 to 16% of waste, while in the filleting process it is 60 to 72%. However, despite Brazil being a country with great productive potential, and consequently generating waste, one way to exploit this potential is through technological innovation aimed at developing new products. A viable application for fish skins, for example, is tanning with application in the textile industry and collagen extraction. Scales have a viable and ecological application in the production of handicrafts and jewelry. Much of the waste generated during the process of industrialising fish, such as head, viscera, fins and tail, is intended for the production of fishmeal or silage being used as a source of protein of high biological value with various possibilities of use in animal nutrition and also as low-cost fertilizers. There is also the production of flour for human consumption and the production of CMS (mechanically separated meat) obtained through carcasses, as well as the use of trimmings in the preparation of food for human consumption which has large as it generates a financial return to the sector, values the waste giving it a social application and reduces environmental impacts.

KEYWORDS: By-product; Co-product; *Oreochromis niloticus*.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente é possível observar um grande crescimento da piscicultura no Brasil. De acordo com os dados do IBGE (2017), no ano de 2015, a piscicultura teve um crescimento de 1,5% em relação ao ano de 2014, produzindo um total de 483,24 mil toneladas, sendo que a tilapicultura foi responsável por grande crescimento dentro deste setor, com 9,7% em relação ao ano anterior. A tilápia (*Oreochromis niloticus*) foi considerada a espécie mais criada no Brasil, responsável por 45,4% da despesca nacional, o que representou um total de 219,33 mil toneladas.

Em 2018 a piscicultura brasileira produziu 519,3 mil toneladas de peixes, um aumento de 3,4% em relação ao ano de 2017. A região sul é, desde 2016, a principal região produtora, representando 32% da piscicultura nacional, sendo Paraná o maior produtor no *ranking* dos estados, responsável por 23,4%. Quanto à tilápia, esta continua sendo o pescado de maior destaque, representando 60% do total produzido na piscicultura, ou seja, 311,5 mil toneladas. O sul do Brasil foi responsável por 45,8% deste total produzido na tilapicultura, destacando-se o Paraná, onde 95% da produção foi de tilápia (IBGE, 2019).

Segundo Parmigiani e Torres, (2005), o Brasil está entre os países que menos consomem pescado no mundo, De acordo com dados da SEAB (2018), o consumo gira em torno de 10 kg per capita ano, valor abaixo do que preconiza a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) como ideal, que é de 12 kg per capita ano. Ainda muito inferior à média de consumo mundial, 15,8 kg/habitante/ano conforme dados do Ministério de Pesca e Aquicultura (BRASIL, 2010).

O consumo de pescados vem crescendo ano a ano e em percentuais superiores a outras carnes, como a bovina e de frango, que são as mais consumidas hoje no Brasil (SEAB, 2018),

Todavia, à medida que cresce o setor, cresce também os impactos ambientais. A piscicultura tem originado grande quantidade de resíduos, variando de acordo com as espécies e também do produto final desejado.

De acordo com Kubitzka (2006), o peixe eviscerado gera aproximadamente 8 a 16% de resíduos, enquanto no processo de filetagem é de 60 a 72%. Contudo, estes resíduos gerados muitas vezes não recebem o tratamento adequado, e de acordo com algumas empresas da região sul do país, cerca de 68% são destinados a produção de farinha de peixe para nutrição animal, 23% são descartados em aterros sanitários e 9% descartados diretamente nos rios, o que resulta em um grave problema ambiental (STORI et al., 2020).

Entretanto, apesar do Brasil ser um país com grande potencial produtivo, e conseqüentemente gerador de resíduos, uma forma de explorar este potencial é fazendo uso de inovação tecnológica voltada ao desenvolvimento de novos produtos que atraiam o consumidor, visando incrementar o consumo de pescado utilizando os resíduos gerados.

2 I RENDIMENTO DO FILÉ E A GERAÇÃO DE RESÍDUOS

Os resíduos obtidos através do processo de filetagem traz consigo uma grande preocupação, o seu elevado percentual produzido, entretanto, é importante ressaltar que estes resíduos possuem excelente valor nutricional, ou seja, grande valor biológico, alto teor de proteína, inclusive o conteúdo de aminoácidos essenciais, além de minerais e ácidos graxos de excelente qualidade, necessitando assim de tecnologias para uma aplicação racional destes resíduos, evitando que os mesmos sejam desperdiçados e possam, então, ter seu potencial biológico aproveitado.

Em relação ao rendimento de filé, Souza et al. (1999) relataram em seu estudo que este rendimento varia de acordo com o método de filetagem utilizado, ou seja, ao filetar e em seguida retirar-se a pele, resulta em um menor rendimento de filé, 32,89%, porém, ao retirar-se a pele e em seguida filetar, promove um maior rendimento do filé, 36,67%. Ainda de acordo com o autor, ao analisar o

peso dos peixes, observou-se que animais de menor peso (250-300g e 301-350g), apresentaram maior rendimento (\bar{X} =36,87%) de filé quando comparados aos peixes maiores (351-400g e 401-450g), cujo rendimento foi menor (\bar{X} =32,7). Vieira et al. (2009) ao trabalharem com rendimentos de filés, carcaças e demais subprodutos em diferentes faixas de pesos da tilápia do nilo, relataram que não houve diferença significativa pra o rendimento de filé de tilápia com peso de 250 a 600g, apresentando uma média de 34,18%, o mesmo efeito foi apresentando por Souza e Maranhão (2001), que ao trabalharem com o rendimento do filé em função do peso, demonstraram que não houve diferença significativa no rendimento para peixes de 300-400g e 401-500g, sendo 36,5 e 36,84% respectivamente.

Se assumirmos como rendimento de filé o padrão de 36%, e considerarmos o restante como resíduos, temos 64% representando toda uma biomassa que pode estar sendo negligenciada, sendo elas descartadas ou mal aplicadas. Quando consideramos a produção anual de 2018 na tilapicultura, 311,5 mil toneladas, vemos que 199,36 mil toneladas foi geração de resíduos. Na figura 1. é possível dimensionar a proporção do filé frente ao resíduo, sendo “A”- o filé retirado da carcaça e “B” o restante do peixe após a filetagem, exceto a pele. Dentro dos resíduos gerados, temos: carcaça, cabeça, pele, escamas, vísceras, nadadeiras, cauda e aparas.

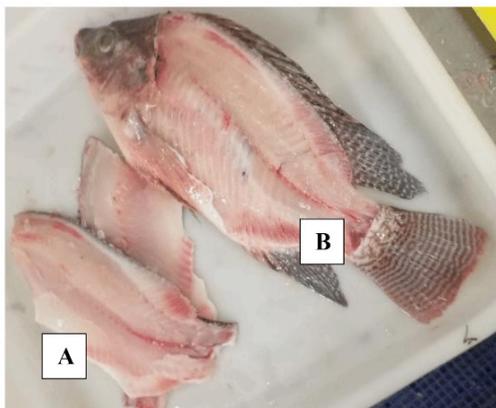


Figura 1. Filetagem da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) A – Filé de tilápia; B – Resíduos remanescentes

Fonte: Arquivo pessoal

2.1 Peles

A pele é um subproduto que, segundo Vidotti & Borini (2006), representa 10% dos resíduos, contudo, Souza et al.(1999) relatam que ao retirar a pele antes de filetar reduz a geração deste resíduo, em aproximadamente 5,32%, porém ao realizar a filetagem e depois retirar a pele eleva significativamente sua proporção,

chegando a 8,51%. Valores próximos foram apresentados por Souza & Maranhão (2001), cujas médias chegaram a 6,16% para peixes de 300 a 400g e 6,56% para peixes de 401 a 500g. O mesmo ocorreu com Silva et al. (2009), que ao analisarem peixes de 250 a 600g obtiveram médias de 5,62 a 6,31%, onde as mesmas não apresentaram diferenças significativas entre si.

Através de novas tecnologias é possível agregar valor aos peixes, além de contribuir para um melhor aproveitamento das peles. Uma aplicação viável para estas peles de peixe é o curtimento, produto este que é uma opção viável de tratamento do resíduo com grande potencial de estudo, além de ser uma inovação nas indústrias de confecção, contudo, é possível obter produtos mais elásticos, macios, espessos, encartonado, ou seja, de acordo com a característica desejável. Souza (2004) traz em seu trabalho métodos e técnicas de curtimento de peles de peixes, cujos produtos podem ser destinados a produção de vestuário, bem como acessórios. Na figura 2. podemos observar a produção de uma manta drapeada e a sua aplicação na confecção de uma saia de alta costura.

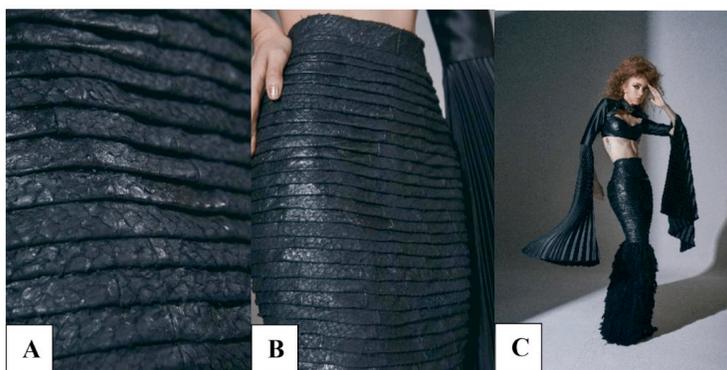


Figura 2. A – Manta drapeada feita a partir do couro de tilápia; B e C – Saia costurada a partir do couro de tilápia.

Fonte: Guilherme Fonseca Freitas

Foto: Rafael Saes

É possível realizar também, realizar a extração de colágeno das peles de peixe. Muyonga et al. (2004) ao extraírem colágeno de Perca-do-Nilo (*Lates niloticus*) relataram que a capacidade de extração da gelatina foi superior (63%) em temperaturas á 50°C. a extração consiste em uma etapa de pré-tratamento das peles por acidulação seguida de duas lavagens. A extração da gelatina ocorreu a partir de banhos de água quente com pH entre 3,5 e 4; os extraídos foram filtrados

e o pH ajustado. Os extratos foram secos até a formação de folhas quebradiças e então quebradas e moídas.

Diante da quantidade de resíduos gerados, a extração de colágeno das peles de tilápia torna-se uma aplicação socioambiental e econômica com grande potencial a ser estudado, de forma que gere retorno não apenas para a aquicultura, como também para setores de alimentos e fármacos.

Além da indústria de vestuário e técnicas de extração de colágeno, a pele de tilápia *in-natura* pode ser útil na medicina aplicada, utilizando-as no tratamento de queimaduras. Estudos realizados no Ceará demonstraram que a pele de tilápia possui ótima aderência, o que evita contaminações provenientes do meio externo, bem como a perda de líquidos e a não necessidade de remoção da pele até que a cicatrização esteja completa, além disso, o estudo relata que a dor e desconforto durante o tratamento foram diminuídos, bem como a redução de custos e trabalho de equipe (JÚNIOR, 2017).

2.2 Escamas

As escamas de peixe são muitas vezes subestimadas, por ser algo pequeno, pensamos que este anexo cutâneo não seja nocivo ao meio ambiente ou não tenha aplicação e valor social algum. De acordo com Vidotti & Borini (2006), este resíduo chega a 1% dos resíduos decorrentes da filetagem de tilápia. Uma aplicação viável e ecológica seria a produção de artesanatos e bijuterias, o que Costa et al. (2018) ao trabalharem com o artesanato a partir de escamas de peixe concluíram que; gerou novas perspectivas no aumento da renda em comunidades, além de despertar o interesse criativo em peças de decoração e bijuterias, e ao se tratar da conformidade das escamas, todos os tipos e tamanhos que variam em função do peixe, tem potencial para serem aproveitados.

2.3 Cabeça, vísceras, nadadeira e cauda

Alguns resíduos não possuem aplicação para o consumo humano, contudo, ainda assim não deixam de ser motivos de grande preocupação na cadeia produtiva de pescados. Silva et al. (2009) relatam que as porcentagens de cabeça, nadadeiras e vísceras chegam a médias de 7,99, 14,15 e 11,28% respectivamente. Contudo, Souza & Maranhão (2001), ao avaliarem a influência do peso corporal da tilápia relataram que peixes com peso entre 300 e 400 g apresentaram maior porcentagem de cabeça e vísceras (14,29 e 10,90 respectivamente) em relação a peixes um pouco maiores, com peso entre 401 e 500g onde a cabeça apresentou média de 13,13% e as vísceras 8,69%, contudo as nadadeiras não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$) entre as faixas de peso, variando entre 8 e 8,14.

Bellaver (2005) classificou as farinhas de pescado em dois tipos: farinha integral e farinha residual de pescado. A farinha de pescado integral é um produto

obtido de peixes inteiros de várias espécies; e as farinhas residuais são produtos obtidos a partir de resíduos (cabeças, nadadeiras, peles, vísceras) oriundos da evisceração ou filetagem de pescado.

A farinha de peixe é um produto seco, obtido a partir da cocção dos resíduos gerados tanto da produção quanto da industrialização ou da comercialização. No processo de obtenção da farinha também extrai-se o óleo de peixe. Para a produção da farinha de tilápia, o resíduo é cozido em digestor, em alta temperatura ($110\pm 10^{\circ}\text{C}$) e por um tempo médio de 1h e 30 minutos. Após o cozimento, o material passa por uma caixa percoladora, para a retirada do excesso de óleo, e em seguida é prensado, obtendo-se a torta de prensa, a qual é depositada no silo de resfriamento para posterior moagem e ensaque (VIDOTTI, R. M. & GONÇALVES, 2006).

As características de qualidade das farinhas e óleos de peixe variam em função da matéria prima utilizada, do controle de qualidade no processamento, das formas de proteção contra oxidação de gorduras e do armazenamento (VIDOTTI, R. M. & GONÇALVES, 2006).

A farinha de peixe constitui uma das matérias prima mais adequadas do ponto de vista nutricional para elaboração de rações destinadas a alimentação de organismos aquáticos (NRC, 2011). Segundo Blanco et al., (2007) é composta por 70% de proteína, 9% de lipídios e 8% de umidade, sendo excelente fonte de proteína, lipídios e energia; possui componentes químicos solúveis em água, tornando-se um forte atrativo e palatabilizante em dietas para carnívoros.

A farinha de peixe é a fonte de proteína animal mais abundante para a fabricação de rações para animais domésticos, contudo o mercado mundial sempre buscou uma alternativa eficaz à farinha pois ela apresenta geralmente baixa qualidade. A comercialização da farinha proporciona um retorno econômico relativamente baixo para a indústria, levando-se em conta principalmente que a linha de produção deste subproduto exige grande investimento, equipamentos especiais e alto consumo energético. Além disso, a linha de produção de farinha apresenta capacidade ociosa em algumas épocas do ano, o que implica em uma elevação no preço do produto. Devido a essas desvantagens apresentadas na linha de produção de farinha de pescado, há o interesse em pesquisar outras alternativas economicamente mais vantajosas, entre as quais se destaca a produção de silagem (ARRUDA, L. F.; BORGHESI, R. e OETTERER, M., 2007).

Desse modo a silagem de peixe se mostrou uma alternativa atraente quando comparada à farinha de peixe pois o processo é virtualmente independente de escala; a tecnologia é simples: o capital necessário é pequeno, mesmo para produção em larga escala; os efluentes e problema de odor são reduzidos; o processo de ensilagem é rápido em climas tropicais e o produto pode ser utilizado no local. Porém, a desvantagem é que o produto é volumoso se consumido na

forma pastosa, implicando em um custo adicional de secagem (BEERLI, BEERLI & LOGATO et al.; 2004).

Segundo Vidotti et al., (2002), a silagem de peixe é utilizada para ração animal como fonte de proteína nobre de alto valor biológico, não devendo ser considerada como um competidor da farinha de peixe e sim como uma alternativa.

As silagens de resíduos de tilápia podem ser utilizadas na alimentação animal, particularmente na de suínos, aves, animais aquáticos e ruminantes. Para animais aquáticos, a silagem deve ser utilizada em dietas extrusadas ou peletizadas. (VIDOTTI, 2011; OLIVEIRA et al., 2013).

O maior problema na utilização de silagem de resíduos de pescado é o excesso de minerais, acarretado por cabeças e ossos existentes no resíduo. Visto que é inconveniente separá-los na indústria, deve-se tentar diminuir esta quantidade, a fim de que a silagem possa ser empregada em maiores proporções na dieta de animais (ARRUDA & OETTERER, 2005; CONTE JÚNIOR & RODRIGUES, 2013).

Existem três tipos de silagem, a química ou ácida, a qual a matéria-prima é misturada com ácidos orgânicos ou minerais e se liquefaz por ação de enzimas naturalmente presentes no pescado sendo o crescimento microbiano inibido por adição de ácidos. Silagem biológica, ou microbiológica, quando preservada por acidez devido à fermentação microbiana induzida por carboidratos, e a silagem enzimática, pela adição de enzimas proteolíticas (OETTERER, 1994)

A silagem ácida de pescado é um produto liquefeito resultante de um peixe inteiro, ou que esteja impróprio para consumo, ou de resíduos de beneficiamento (cabeça, vísceras, escamas, nadadeiras e etc) que se preserva pela redução do pH por meio da adição de ácidos orgânicos e/ou inorgânicos (HISANO & BORGHESI, 2011).

A tecnologia de obtenção da silagem de peixe é simples e não exige mão de obra especializada e nem a utilização de maquinários específicos, pois necessita apenas de triturador, agitador e recipientes de plástico (silo) (VIDOTTI & GONÇALVES 2006). A produção de silagem pode ser iniciada no local de beneficiamento do pescado, sendo uma alternativa que mantém a qualidade do produto, além de aumentar a higiene e diminuir os impactos no meio (BERENZ, 1994), gerando um produto de alto valor nutritivo, com várias possibilidades de utilização, na nutrição animal e também como fertilizantes de baixo custo (BORGHESI et al., 2007, MAIA JUNIOR & SALES, 2013).

2.4 Carcaça

Silva et al. (2009) relata um rendimento médio das carcaças de tilápia de 59,10% valores próximos foram relatados por Souza et al. (1999) variando entre 53,46 e 56,43% de acordo com o método de filetagem. É possível observar que a

geração deste resíduo é relativamente alta, uma vez que representa pouco mais da metade do pescado.

Por muito tempo as carcaças foram utilizadas apenas para produção de farinhas com o intuito de compor rações destinadas a nutrição animal. Recentemente muitos estudos vem surgindo a respeito da utilização de CMS defina obtido através de carcaças para inclusão em alimentos para o consumo humano. Porém, estudos realizados na universidade Estadual de Maringá, têm mostrado mais uma alternativa viável para este resíduo, a elaboração e inclusão de farinha de peixe em produtos alimentícios destinados ao consumo humano. A metodologia proposta por Souza (2017), consiste na lavagem das carcaças sem cabeça e a retirada das nadadeiras e cauda, em seguida são pesadas, acondicionadas em panela de pressão industrial (capacidade de 20 litros) e adiciona-se água ate que as carcaças estejam cobertas, em seguida adiciona-se 0,5% de BHT e 0,5% de proxitane, e realiza-se o cozimento durante 60 minutos sob pressão, após o cozimento as carcaças são prensadas em prensa hidráulica, em seguida moídas em moedor de carne elétrico, após a moagem o produto é desidratado por 24 horas sob temperatura de 60 °C, depois de desidratadas ocorre a moagem em moedor do tipo facas e assim obtendo as farinhas.

Estudos com inclusão de farinhas de carcaça de tilápia, salmão, sardinha e atum, têm demonstrado resultados promissores. Kimura et al. (2016) ao trabalharem com inclusão de mix de atum (30%) e tilápia (70%) na massa de lasanha com diferentes níveis de inclusão (0, 5, 10 e 15%) relataram que houve melhora na composição nutricional aumentando níveis de proteína e minerais e reduzindo níveis de carboidrato, a inclusão do teor máximo (15%) foi viável e obteve boa aceitação sensorial. Verdi et al (2020) estudaram a inclusão de mix de tilápia e salmão (20 e 80%, respectivamente) na elaboração de massa de pizza, os níveis variaram entre 5 e 20%, onde foi possível observar que houve um aumento no teor de proteína, minerais e ácidos graxos, mantendo a aceitação sensorial. Vitorino et al. (2019) ao desenvolver barras de cereais com inclusão de farinha de tilápia, mix de farinhas de tilápia e salmão e mix de farinhas de tilápia e atum, relataram que apenas a matéria mineral sofreu alterações devido as diferentes espécies de pescados, sem afetar o perfil sensorial e microbiológico.

Percebe-se que a aplicação das farinhas de peixe na alimentação humana é variada e contribui grandemente ao agregar nutrientes aos produtos elaborados, pois esta tecnologia pode ser empregada em alimentos como produtos da panificação; pão (Chambo et al., 2017), alfajor (Kimura et al., 2017b) e bolo de espinafre (Goes et al., 2016a), petiscos como palito de cebola (Coradini et al., 2015) ou alimentos de consumo diário, tal como macarrão (Goes et al., 2016b), ou caldo e canja (Souza et al., 2010) isso mostra o grande potencial obtido através das farinhas, um vez que

gera um retorno financeiro ao setor, valoriza o resíduo dando a ele uma aplicação social e diminui impactos ambientais.

2.5 Aparas e Carne Mecanicamente Separada

As aparas consistem em cortes realizados no filé, onde as aparas ventrais e dorsais provêm de cortes nas extremidades com intuito de padronizar, enquanto o “corte em V” consiste a retirada de espinhos que ficam entremeados na carne, além disso, Vidotti & Borini (2006), relatam que o total dessas aparas é 5%, onde 85% deste valor provêm dos cortes ventral e dorsal e 15% resulta do “corte em V” do filé.

Matiucci et al. (2019) ao elaborarem patês a partir de paras do “corte em V”, concluíram que além do potencial mercadológico na elaboração de produtos alimentícios e diminuição do impacto ambiental, este produto também confere sustentabilidade ao setor aquícola. O trabalho se demonstrou apto aos padrões microbiológicos da legislação brasileira e também demonstrou que os patês tiveram boa aceitação por parte dos consumidores.

A Carne Mecanicamente Separada (CMS) provêm de um processo onde as carcaças passam por uma máquina despoldadeira; por um lado sai a CMS, também conhecida por pola, e do outro lado saem os resquícios moídos da carcaça. Minozzo et al. (2008) desenvolveram patês cremosos e pastosos a partir de CMS de tilápia, os autores relataram que CMS é viável para a produção de patês, além de se enquadrarem nos padrões microbiológicos de identidade e qualidade de patês estabelecidos pela legislação. Já Marengoni et al. (2009) ao desenvolverem fishburgers de CMS de tilápia, concluíram que as formulações atendem às exigências da legislação, as estimativas de custo sugerem ser economicamente viável e agrega valor, além de apresentar boas médias quanto a análise sensorial.

Bordignon et al. (2010) desenvolveram croquetes a partir de CMS e aparas, resultando em dois tratamentos diferentes, ambos foram moderadamente aceitos, o teste de ordenação indicou que não houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis cor, textura e sabor característico, além disso, concluíram que os produtos se enquadraram nos padrões microbiológicos. Através deste trabalho é possível observar que ambas as matérias primas, aparas e CMS possuem potencial mercadológico para o desenvolvimento de produtos alimentícios para o consumo humano, uma vez estes resíduos apresentam características semelhantes ao filé.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tilapicultura é um setor que vem crescendo ano a ano, e à medida que cresce gera elevada quantidade de resíduos em relação ao filé, produto de principal interesse comercial. Tecnologias para o aproveitamento destes resíduos já existem e cada vez mais surgem novas técnicas de aplicação. A pele é um subproduto com

possibilidade de aplicação na indústria de alimentos, vestuário e também na área da saúde, enquanto as escamas destinam-se ao artesanato. Cabeça, vísceras, nadadeiras e cauda podem ser aplicadas na nutrição animal em forma de farinha ou silagem. As carcaças possuem aplicabilidade na nutrição humana através da elaboração de farinhas que podem ser incluídas em diversos tipos de alimentos. A partir da carcaça também é possível a obtenção da carne mecanicamente separada, subproduto com alto potencial na indústria de alimentos, bem como as aparas, um subproduto cárneo de alto valor biológico, e em vista do apresentado observa-se que há grande potencial na recuperação e aproveitamento destes resíduos.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, L. F.; OETTERER, M. Silagem ácida – uma tecnologia alternativa para aproveitamento do resíduo do processamento do pescado. **Revista de Aquicultura & Pesca**, v. 14, n. 1, p. 30-33, 2005.

ARRUDA, L. F.; BORGHESI, R.; OETTERER, M. Uso de resíduos de pescado como silagem: uma revisão. **Braz. arco. biol. technol.**, Curitiba, v. 50, n. 5, p. 879-886, 2007.

BEERLI, E. L.; BEERLI, K. M. C.; LOGATO, P. V. R. Silagem ácida de resíduos de truta (*Oncorhynchus mykiss*), com utilização de ácido muriático. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 1, p. 195-198. 2004.

BERENZ, Z. Utilización del ensilado de residuos de pescado en pollos. **Taller Tratamiento y utilización de desechos de origen animal y otros desperdicios en la ganadería. FAO. La Habana, Cuba, del**, v. 5, 1994.

BELLAVER, C. Limitações e vantagens do uso de farinha de origem animal na alimentação de suínos e de aves. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO ALTECH DA INDUSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2. 2005, Curitiba. Anais... **Araucária: Alltech**, 2005. p. 1--5.

BLANCO, M.; SOTELO, C. G.; CHAPELA, M. J.; PÉREZ-MARTÍN, R. I. Towards sustainable and efficient use of fishery resources: present and future trends. **Food Science & Technology**, Kidlington, v. 18, n. 1, p. 29-36, 2007.

BORGHESI, R.; FERRAZ DE ARRUDA, L.; OETTERER, M. A silagem na alimentação de organismos aquáticos. Curitiba: **Boletim CEPPA**, v. 25, n. 2, 2007.

BRASIL, 2010. MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura: Brasil 2010**. < https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2010_nac_boletim.pdf> 10 ago 2020.

BORDIGNON, A. C.; DE SOUZA, B. E.; BOHNENBERGER, L.; HILBIG, C. C.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. Elaboração de croquete de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a partir de CMS e aparas do corte em 'V' do filé e sua avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 1, p. 109-116, 2010.

CHAMBÓ, A. P. S.; SOUZA, M. L. R. D.; OLIVEIRA, E. R. N. D.; MIKCHA, J. M. G.; MARQUES, D. R.; MAISTROVICZ, F. C.; VISENTAINER, J. V.; GOES, E. S. D. R. Sensory, nutritional, technological and microbiological characteristics. **Food Science and Technology**, n. AHEAD, 2017.

CONTE JÚNIOR, C. A.; RODRIGUES, B. L. Tecnologia avançada na conservação de pescado. **Revista Animal Business Brasil**, v. 3, n. 7, p. 50-56, 2013.

CORADINI, M. F.; SOUZA, M. L. R.; VERDI, R.; GOES, E. S. D. R.; KIMURA, K. S.; GASPARINO, E. Quality evaluation of onion biscuits with aromatized fishmeal from the carcasses of the Nile tilapia. **Boletim do Instituto de Pesca**, 41(Esp). 2015.

COSTA, W. M.; VEIGA, M. C. M.; VIDAL, J. M. A.; ROCHA, M. A. Inovando o artesanato com escamas de peixes: tingimento natural e marca. **Ambiente: Gestão e Desenvolvimento**, v. 11, n. 01, p. 85-102. 2018.

GOES, E. S. R.; SOUZA, M. L. R.; MICHKA, J. M. G.; KIMURA, K. S.; DELBEM, A. C. B.; GASPARINO E. Fresh pasta enrichment with protein concentrate of tilapia: nutritional and sensory characteristics. **Food Science and Technology**. v. 36, n. 1, p. 76-82, 2016b.

GOES, E. S. R.; SOUZA, M. L. R.; KIMURA, K. S.; CORADINI, M. F.; VERDI, R.; MIKCHA, J. M. G. Inclusion of dehydrated mixture made of salmon and tilapia carcass in spinach cakes. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 38, p. 241-246, 2016a.

HISANO, H.; BORGHESI, R. Elaboração de silagem ácida de vísceras de surubim (*Pseudoplatystoma sp.*). **Embrapa Agropecuária Oeste-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2011.

IBGE, 2015. Produção da Pecuária Municipal 2015. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE**, v. 43, p. 47, 2017.

IBGE, 2018. Produção da pecuária municipal 2018. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE**, v. 84, p. 8, 2019.

Júnior, E. M. L. Tecnologias inovadoras: uso da pele da tilápia do Nilo no tratamento de queimaduras e feridas. **Rev Bras Queimaduras**, v. 16, n. 1, p. 1-2, 2017.

KIMURA, K. S.; SOUZA, M. L. R. D.; GASPARINO, E.; MIKCHA, J. M. G.; CHAMBÓ, A. P. S.; VERDI, R.; CORADINI, M. F.; MARQUES, D. R.; FEIHRMANN, A.; GOES, E. S. D. R. Preparation of lasagnas with dried mix of tuna and tilapia. **Food Science and Technology**, v. 37, n. 3, p. 507-514. 2017a.

KIMURA, K. S.; SOUZA, M. L. R.; VERDI, R.; CORADINI, M. F.; MIKCHA, J. M. G.; GOES, E. S. R. Nutritional, microbiological and sensorial characteristics of alfajor prepared with dehydrated mixture of salmon and tilapia. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 39, p. 111-117, 2017b.

KUBITZA, F. Aproveitamento dos subprodutos do processamento de pescados. **Panorama da Aqüicultura**, v. 16, n. 94, p. 23-29, 2006.

LIMA JÚNIOR EM. Tecnologias inovadoras: uso da pele da tilápia do Nilo no tratamento de queimaduras e feridas. **Rev Bras Queimaduras**. v. 16, n. 1, p. 1-2, 2017.

MAIA JUNIOR, W. M.; SALES, R. O. Propriedades funcionais da obtenção da silagem ácida e biológica de resíduos de pescado. Uma revisão. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 7, n. 2, p. 126-156, 2013. doi: 10.5935/1981-2965.20130014.

MARENGONI, N. G.; POZZA, M. S. D. S.; BRAGA, G. C.; LAZZERI, D. B.; CASTILHA, L. D.; BUENO, G. W.; PASQUETTI, T. J.; POLESE, C. Caracterização microbiológica, sensorial e centesimal de fishburgers de carne de tilápia mecanicamente separada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 1, 2009.

MATIUCCI, M. A.; SOUZA, M. L. R.; CHAMBO, A. P. S.; VITORINO, K. C.; RÉIA, S.; VERDI, R. Patês elaborados a partir de resíduos do beneficiamento de tilápia com e sem defumação. **Iniciação Científica CESUMAR**, Maringá, v. 21, n. 2, p. 163-173, 2019.

MINOZZO, M. G.; WASZCZYNSKYJ, N.; BOSCOLO, W. R. Utilização de carne mecanicamente separada de tilápia (*Oreochromis niloticus*) para a produção de patês cremoso e pastoso. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 19, n. 3, p. 315-319, 2009.

MUYONGA, J. H.; COLE, C. G. B.; DUODU, K. G. Extraction and physico-chemical characterisation of Nile perch (*Lates niloticus*) skin and bone gelatin. **Food hydrocolloids**, v. 18, n. 4, p. 581-592. 2004.

NRC - **NATIONAL RESEARCH COUNCIL**. Nutrient requirements of fish and shrimp. Washington, DC: National Academy Press, 2011. 376 p.

OETTERER, M. Produção de silagem a partir da biomassa residual de pescado. **Alimentos e Nutrição**, v. 5, p. 119-134, 1994

OLIVEIRA, A. L. T. D.; SALES, R. D. O.; FREITAS, J. B. S.; LOPES, J. E. L. Alternativa sustentável para descarte de resíduos de pescado em Fortaleza. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 7, n. 1, p. 1-8, 2013

PARMIGIANI, P.; TORRES, R. A. Caminho da elite do agronegócio. **Revista da aqüicultura e pesca**, v. 10, p. 26-34, 2005.

SEAB – **Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento**. <http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2019-11/aquicultura2019v1.pdf> 10 ago 2020.

SOUZA, M. L. D.; MARANHÃO, T. C. F. Rendimento de carcaça, filé e subprodutos da filetagem da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L), em função do peso corporal. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 23, p. 897-901, 2001.

SOUZA, M. L. R. D., MACEDO-VIEGAS, E. M., & KRONKA, S. D. N. Influência do método de filetagem e categorias de peso sobre rendimento de carcaça, filé e pele da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 1, p. 1-6. 1999.

SOUZA, M. L. R. D., YOSHIDA, G. M., CAMPELO, D. A. V., MOURA, L. B., XAVIER, T. O., & DOS REIS GOES, E. S. < b> Formulation of fish waste meal for human nutrition. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 39, p. 525-531. 2017.

SOUZA, M. L. R. Tecnologia para processamento das peles de peixe. **Maringá: Eduem**, 55 p. 2004.

SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J. V. Análise sensorial de caldos e canjas elaborados com farinha de carcaças de peixe defumadas: Aplicação na merenda escolar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 86-89, 2010.

STORI, F. T.; BONILHA, L. E. C.; PESSATTI, M. L. Proposta de Reaproveitamento dos Resíduos das Indústrias de Beneficiamento de Pescado em Santa Catarina a Partir de um Sistema Gerencial de Bolsa de Resíduos. In: Instituto Ethos; *Jornal Valor Econômico*. (Org.). *Responsabilidade Social das Empresas: Uma Contribuição das Universidades..* 1 ed. Peirópolis: **Editora Fundação Peirópolis**, v.1. 2002.

VERDI, R., GASPARINO, E., CORADINI, M. F., CHAMBO, A. P. S., FEHRMANN, A. C., GOES, E. S. D. R., & SOUZA, M. L. R. D. (2020). Inclusion of dehydrated mix of tilapia and salmon in pizzas. **Food Science and Technology**, n. AHEAD, 2020.

VIDOTTI, R. M.; CARNEIRO, D. J.; VIEGAS, E. Growth rate of pacu, *Piaractus mesopotamicus*, fingerlings fed diets containing co-dried fish silage as replacement of fish meal. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 12, n. 4, p. 77-88, 2002.

VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, G. S. Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal. **Instituto de Pesca**, 2006.

VIDOTTI, R. M.; BORINI, M. S. M. Aparas da filetagem da tilápia se transformam em polpa condimentada. **Panorama da Aquicultura**, v. 16, n. 96, p. 38-41, 2006.

VIDOTTI, R. M. Silagem de Pescado. In: GONÇALVES, A. A. *Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação*. **Ed. Atheneu**. São Paulo. 2011

VIEIRA, F.; SILVA, N. L. D. A. F.; SARMENTO, J. S. V.; DE ABREU TESSITORE, A. J.; DOS SANTOS OLIVEIRA, L. L.; SARAIVA, E. P. Características morfológicas, rendimentos de carcaça, filé, vísceras e resíduos em tilápias-do-nilo em diferentes faixas de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 1407-1412, 2009.

VITORINO, K.C.; CHAMBO, A. P. S.; CORADINI, M. F.; MATIUCCI, M. A.; GRATON MICHKA, J. M.; GOES, E. S. D. R.; GONÇALVES, A. A.; SOUZA, M. L. R. D. Cereal bars flavored with fish protein concentrate from different species. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 29, n. 1, p. 65-72, 2020.

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO DAS PERDAS DE GRÃOS NA CULTURA DA ÇANOLA (*Brassica napus*) EM UMA PROPRIEDADE RURAL, NO MUNICÍPIO DE TUPARENDI - RS, 2018

Data de aceite: 03/11/2020

Data de submissão: 05/08/2020

Fernanda Grings

Sociedade Educacional Três de Maio
Três de Maio – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/7070265515872353>

Gabriel Rossi Padoin

Sociedade Educacional Três de Maio
Três de Maio – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/5675816946484766>

Laís Ciekorski

Sociedade Educacional Três de Maio
Três de Maio – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/4090568998978646>

Maicon Mangini

Sociedade Educacional Três de Maio
Três de Maio – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/2344732299305430>

Valberto Muller

Sociedade Educacional Três de Maio
Três de Maio – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/6722617324688851>

RESUMO: A busca constante pela maior produtividade das lavouras Brasileiras, justifica os investimentos em horas de pesquisa e, conseqüentemente, o desenvolvimento de materiais genéticos de melhor qualidade. É com relação a produtividade que salientamos a necessidade de contenção das perdas de colheita, uma vez que os investimentos nos

cultivos são elevados e as perdas significam lucros menores nas safras. O trabalho buscou avaliar as perdas de grãos na cultura da canola em uma propriedade rural do município de Tuparendi-RS no ano de 2018. Para tanto, se utilizou o método quali-quantitativo, procedimento experimental e estatístico, a coleta de dados por meio da observação direta intensiva e a análise estatística. Conforme os resultados, a necessidade de observar a umidade na hora da colheita é um importante fator, visto que, quando muito seca, ocorre a debulha das síliquis, ocasionando maiores perdas. O peso de mil grãos obtidos pela pesagem foi de 3,75g. As amostras coletadas ficaram com uma média de 13g, variando muito conforme o local de amostragem realizada, ficando entre 9g e 17g. Portanto, a média de perdas foi de 21,66 Kg ha⁻¹, representando 43,7% do potencial produtivo, o que se confirma com resultados obtidos em outros estudos.

PALAVRAS-CHAVE: Canola. Colheita. Produtividade. Perdas.

ASSESSMENT OF GRAIN LOSSES IN THE CULTURE OF CANOLA (*Brassica napus*) IN A RURAL PROPERTY, ON THE TOWN OF TUPARENDI - RS, 2018

ABSTRACT: The constant search for greater productivity in Brazilian crops justifies investments in hours of research and, consequently, the development of better quality genetic materials. It is in terms of productivity that we emphasize the need to contain crop losses, since investments in crops are high and losses mean lower profits in crops. The work sought to evaluate the loss of

grains in the culture of canola in a rural property on the town of Tuparendi-RS in the year of 2018. For that, it was used the quali-quantitative method, experimental and statistical procedure, the data collection through the intensive direct observation and statistical analysis. According to the results, the need to observe the humidity at the time of harvest is an important factor, since, when very dry, thrashing of silica occurs, causing greater losses. The weight of a thousand grains obtained by weighing was 3,75 g. The collected samples had an average of 13 g, varying a lot according to the sampling location, ranging between 9 g and 17 g. Therefore, the average loss was 21,66 kg ha⁻¹, representing 43.7% of the productive potential, which is confirmed with results obtained in other studies.

KEYWORDS: Canola. Harvest. Productivity. Losses.

1 | INTRODUÇÃO

A otimização das atividades agrícolas compete com a obtenção de maior lucratividade, essa associação recai sobre três principais operações dentro de uma propriedade rural, dentre elas o plantio, aplicações de defensivos, e hora da colheita do cereal ou oleaginosa. E é com relação a colheita, que salientamos a maior necessidade de contenção das perdas, advindas da má regulagem do maquinário, condições climáticas impróprias ou ponto de colheita muito precoce como muito tardio.

Em relação à canola a cultura se destaca como uma ótima opção de cultivo de inverno e atualmente ocupa a quarta colocação mundial entre as oleaginosas em produção (ALBRECHT *et al.*, 2013). Na avaliação de perdas na colheita da canola, a maior dificuldade está na coleta dos grãos, que, por serem de tamanho pequeno, têm sua determinação prejudicada. A colheita com corte direto no ponto de maturação natural apresenta o menor custo, já que se processa em uma só operação, com as mesmas máquinas utilizadas para a colheita de cereais de inverno ou de soja, e tem início quando os grãos apresentam um baixo teor de água, que varia de 15 a 18% (BOLLER *et al.*, 2012).

As operações de colheita da canola vão da utilização dos mesmos equipamentos usados para colheita do soja e trigo, sendo importante salientar que a vedação dos maquinários agrícolas deve ser maior em virtude da granulometria do grão, pela sua facilidade de perdas no transporte ou na colheita. O aspecto econômico se viabiliza na hora da colheita da canola, pois teoricamente quanto menor os desperdícios de colheita, maiores serão os lucros por hectare, em função disso vale salientar que a regulagem da colhedora é o ponto chave para esta questão. Quanto ao molinete deve-se a reduzir no número de “aspas”, recuar e ajustar a altura do molinete para que só as “aspas” se introduzem no cultivo, e ajustar a velocidade para que seja pouco superior à de deslocamento da colhedora (TOMM, 2007).

Para determinar o ponto de colheita têm-se como base a cor dos grãos e não o aspecto das plantas. A identificação do melhor momento de colheita exige monitoramento diário da umidade, já que a escolha do manejo de colheita pode variar em função do teor de umidade dos grãos. A velocidade de deslocamento na colheita de canola deverá ser menor do que a usada para cereais para reduzir o risco de perdas por debulha do grão. No presente trabalho foi utilizada a velocidade de 5,2 Km/h.

Com relação ao trabalho proposto, a questão do estudo voltamos os objetivos a cultura da canola, em específico as perdas de colheita da cultura na safra de 2018 em uma determinada propriedade, no município de Tuparendi-RS.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A canola (*Brassica napus* L.) da família das crucíferas é uma espécie oleaginosa, constituindo-se em uma excelente alternativa econômica para uso em rotação de culturas, em particularidade com o trigo, para diminuir os problemas das doenças que afetam esse cereal, além de oportunizar a produção de óleos vegetais no inverno. Apresenta alguns benefícios nas leguminosas e gramíneas, a soja por exemplo não é hospedeira de nematóide de cisto, e no milho reduz os problemas que são causados por manchas de diplodia e cercosporiose.

Além de ser utilizada para produzir óleos para o consumo humano, a canola também é utilizada para a produção de biodiesel (estão inclusos os grãos que sofreram excesso de chuva na colheita, seca ou outros fatores que comprometeram os grãos para a comercialização), sendo também utilizada para a fabricação de farelo para formulações de ração (TOMM, 2016).

Para determinar o ponto de colheita, observa-se a cor dos grãos e não o aspecto das plantas. A identificação do melhor momento de colheita exige monitoramento diário da umidade, já que a escolha do manejo de colheita pode variar em função do teor de umidade dos grãos (TOMM, 2007).

A velocidade de deslocamento da colhedora na colheita de canola deverá ser menor do que a usada para cereais, para reduzir o risco de perdas por debulha.

Conforme (ANTUNES, 2016),

em terrenos com grande declive a massa de plantas e grãos tende a se concentrar em uma área restrita na lateral das peneiras reduzindo a eficiência da separação e aumentando as perdas de grãos. Nestes casos realizar a colheita subindo e descendo o declive com o ajuste correspondente da velocidade do ar pode reduzir as perdas de grãos aumentar a eficiência de eliminação de impurezas.

De forma a evitar a debulha da plataforma, a indicação que se tem é de

consultar o catálogo do fabricante da máquina. Eventualmente é recomendada a retirada do arco divisor da lateral da plataforma para reduzir-se as perdas por debulha. A vedação dos orifícios das colhedoras utilizando fita crepe ou silicone usar peneiras apropriadas (2 a 4 mm) (ANTUNES, 2016).

O molinete deve ser ajustado na velocidade em que seja pouco superior à de deslocamento da colhedora. A altura da barra de corte também é importante, devendo cortar as plantas logo abaixo dos primeiros ramos produtivos, devendo se reduzir o quanto mais possível o número de caules, isto reduz os riscos de embuchamento da colhedora. O caracol deverá ser ajustado a velocidade e a altura para que não causem muita debulha de síliquas.

Velocidade do ventilador deverá ser regular para que permita a limpeza da massa de grãos e evite perdas, a velocidade do cilindro deve ser menor do que a usada por cereais (400 - 600 rpm) (ANTUNES, 2016). A velocidade de deslocamento na colheita de canola deverá ser menor do que a usada para cereais para reduzir o risco de perdas por debulha do grão.

3 | METODOLOGIA

O método quali-quantitativo foi utilizado no levantamento de dados que são referentes aos valores de perdas na colheita da canola, e também na avaliação da eficiência da colheita. Foram utilizados os procedimentos experimental e estatístico. O método experimental foi utilizado no delineamento, no estabelecimento e na condução do presente ensaio no campo, enquanto o método estatístico foi utilizado para a análise numérica dos dados coletados

A técnica utilizada para a coleta de dados foi a de observação direta intensiva, pois o presente trabalho necessitou da observação e contagem de grãos. Para ser feita a análise dos dados foi utilizada a média estatística, realizada em função do peso de mil grãos. Desse modo, pode-se realizar uma comparação das perdas da cultura da canola com as perdas de outras culturas, bem como avaliar o processo de colheita. Essas técnicas são utilizadas para efetuar uma comparação entres os dados achados, sendo possível identificar diferenças e semelhanças que sejam significativas (LOVATO, 2013).

O estudo proposto foi realizado em uma propriedade localizada na localidade de Lajeado Minas, na cidade de Tuparendi-RS, em uma gleba de 72 hectares. Como a área é muito grande, escolheu-se uma área de 10 hectares, com diferentes condições topográficas, como amostra para se realizar as coletas dos grãos.

As amostras foram coletadas através da utilização de uma lona de 6 m², a qual foi colocada sobre o solo, e sobre a qual a colheitadeira passava por cima e despejava os resíduos da colheita. As amostras foram coletadas e secadas por meio

da utilização de um forno micro-ondas.

Em relação a classificação do material, as sementes foram classificadas manualmente, pela utilização de uma peneira, subtraindo as partículas menores que as sementes e posteriormente usando a força do vento para a retirada das impurezas mais leves como a palhada que havia sido coletada junto. Foram escolhidos 800 grãos de cada amostra e pesados, a fim de definir o peso de mil grãos da canola. Em seguida, realizou-se a pesagem total das amostras obtidas. Para, assim poder definir por meio de cálculos estatísticos a perda de grãos por hectares.

4 I APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A fim de cumprir o estudo proposto de realizar a análise de perdas da cultura da canola, foi necessário realizar a coleta das amostras, a pesagem de mil grãos e a pesagem das amostras, bem como os cálculos estatísticos. A análise dos dados obtidos e da coleta são mostrados neste capítulo.

A colheita da canola na gleba em estudo foi realizada entre os dias 14 e 16 de outubro de 2018. O manejo de colheita utilizado pelo produtor é o de corte direto no ponto de maturação natural. A coleta das amostras de perdas de grãos foi realizada no dia 14. Para evitar perdas por debulhamento, o produtor realizou a colheita no dia 14 em condição climática de “garoa”.

A semeadura da canola foi realizada no dia 16/05/2018, utilizando-se de um trator Massey Ferguson MF 7140 ano 2009, um Massey Ferguson MF 7140 ano 2010 e um Massey Ferguson MF 7390/4 ano 2016. As semeadeiras utilizadas foram: uma Fankhauser modelo F-3092 ano 2015, com 26 linhas, e duas Fankhauser modelo 5046 ano 2016, com 11 linhas.

As semeadeiras utilizadas são próprias para a semeadura da canola, portanto os únicos cuidados quanto à regulagem foi a utilização do disco plástico alveolado, o qual é próprio para a canola. Quanto aos discos, os mesmos foram ajustados para uma profundidade de semeadura de 2 cm. Teve-se o cuidado para a regulagem de fertilizante e semente para uma distribuição uniforme.

A máquina utilizada para a colheita foi uma John Deere, modelo STS 9470, ano 2013, com uma plataforma 622F de 22 pés da mesma marca. A velocidade média de colheita foi de 5,2 km h⁻¹. Para a colheita, foram efetuadas modificações na colhedora a fim de evitar perdas: utilizou-se uma peneira de 3 mm, os orifícios dos elevadores foram vedados com fitas, o número de “aspas” do molinete foi reduzido e o côncavo foi aberto. Além disso, cuidou-se a altura do caracol e da barra de corte, bem como a velocidade dos ventiladores e do cilindro.

A média líquida de produção obtida pelo produtor foram de 29,97 sc ha⁻¹, tendo uma média de 16,75% de umidade e 4,5% de impurezas. No dia da coleta das

amostras, teve-se uma média de 19,6% de umidade e 4% de impurezas.

O peso de mil grãos obtidos pela pesagem foi de 3,75g. As amostras ficaram com uma média de 13g, variando muito conforme o local de amostra realizado - de 9g a 17g. Portanto, a média de perdas por hectares foi de 21,66 Kg ha⁻¹, o que equivale a cerca de 36% de uma saca de 60Kg (medida de comercialização dos grãos do produtor). O total de perdas representa 43,7% do potencial produtivo da cultura.

Tais valores concordam com os relatos obtidos por Pizolotto *et al.* (2018), nos quais a colheita por corte direto no ponto de maturação natural apresentou 48% de redução de rendimento de grão. Assim como Portela (2007) e Tomm (2007), declaram que após a maturação fisiológica da canola, podem ocorrer perdas significativas na casa dos 30% do potencial produtivo.

5 | CONCLUSÃO

A observação da umidade da cultura da canola na hora da colheita é um importante fator, pois em condições muito secas ocorre a debulha das síliquis, isso ocorre em virtude da maior facilidade delas se abrirem na hora da colheita pelo impacto dos componentes da colhedora.

A quantidade de sementes recomendada no plantio é de em 3 kg ha⁻¹, e pelos resultados obtidos a quantidade perdida seria suficiente para plantar 7 ha.

Quanto aos valores econômicos os resultados demonstram que a perda de colheita gerou o montante final de 1,09%, ficando abaixo do descrito por Tom (2007), em que as perdas na colheita podem passar de 10%. Uma vez que, essas perdas são decorrentes de regulação inadequada da colheitadeira, bem como, velocidade de colheita e condições climáticas, pois colheita nas horas mais quentes do dia, elevam a perda de grãos no momento da colheita.

Considerando-se que a velocidade de colheita utilizada estava adequada e, que ainda havia uma alta umidade dos grãos e da palhada, e pela dificuldade de colheita da canola, houve uma baixa perda significativa na colheita.

REFERÊNCIAS

ALBRECHT, L. P. *et al.* Dessecação de canola em diferentes pontos de maturação das síliquis. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v.10, n. 2, mai./ago., 2011.

ANTUNES, J. **Como evitar perdas na colheita da canola**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/16665834/como-evitar-perdas-na-colheita-da-canola>>. Acessado em 10 out. 2018.

BOLLER, W.; CASTIONI, E.; BENIN, F. J. Colheita complicada. **Revista Cultivar Máquinas**, Pelotas, v. 11. 2012

LOVATO, Adalberto. **Metodologia da Pesquisa**. Três de Maio: SETREM. 2013.

PIZOLOTTO, Carlos Augusto, *et al.* Manejos para redução de perdas em pré-colheita de canola sob elevada pluviosidade. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 17, n. 2, abr./jun., 2018.

PORTELLA, José Antonio; TOMM, Gilberto Omar. **Enleiramento e colheita de canola**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007.

TOMM, Gilberto Omar. **Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007.

TOMM, Gilberto Omar. 2016. **Produção de canola cresce 36% no Brasil**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/18379088/producao-de-canola-cresce-36-no-brasil>>. Acessado em: 22 nov. 2018.

CAPÍTULO 3

BACURIZEIRO

Data de aceite: 03/11/2020

Edvan Costa da Silva

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Candido Rondon – Paraná
ORCID: 0000-0002-7984-119X

Nei Peixoto

Universidade Estadual de Goiás
Ipameri – Goiás
ORCID: 0000-0003-2319-8139

Léo Vieira Leonel

Universidade Estadual do Maranhão
Imperatriz – Maranhão
ORCID: 0000-0002-8745-4982

Michel Anderson Masiero

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Candido Rondon – Paraná
ORCID: 0000-0003-2242-515X

Wagner Menechini

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Candido Rondon – Paraná
ORCID: 0000-0002-9530-1505

Luciana Sabini da Silva

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Marechal Candido Rondon – Paraná
ORCID: 0000-0001-5828-0103

RESUMO: O Bacurizeiro é uma planta nativa do Bioma Amazônia. Possui grandes potencialidades madeireira, muito utilizado como espécie frutífera. Além disso, vem sendo usado com funções alimentícias medicinais,

arborização e até mesmo recuperação de áreas degradadas. O objetivo do trabalho foi demonstrar todos os aspectos sobre o bacurizeiro, desde as características morfológicas e botânicas da espécie, até a propagação, frutificação, manejo, produção a colheita dos frutos. Diante disso, o bacurizeiro destaca-se por ser uma espécie por apresentar uma potencialidade múltipla, principalmente sendo nativo no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: *Platonia insignis* Mart.; Potencial; Árvore; Nativa.

ABSTRACT: Bacurizeiro is a plant native to the Amazon Biome. It has great timber potential, widely used as a fruit species. In addition, it has been used with medicinal food functions, afforestation and even recovery of degraded areas. The objective of the work was to demonstrate all aspects about the bacurizeiro, from the morphological and botanical characteristics of the species, to the propagation, fruiting, handling, production and harvesting of the fruits. Given this, the bacurizeiro stands out for being a species for presenting a multiple potential, mainly being native in Brazil.

KEYWORDS: *Platonia insignis* Mart.; Potential; Tree; Native.

CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS, MORFOLÓGICAS E BIOLOGIA DA REPRODUÇÃO

O Bacurizeiro, *Platonia insignis* Mart., pertencente à família da Clusiaceae, é uma árvore perenifólia de médio a grande porte, com altura variando de 10 a 40 m, o diâmetro a altura

do peito (DAP) pode atingir até 2,00 m. A planta possui caule (tronco) reto, casca espessa que quando cortada exsuda um látex amarelo e resinoso.

A espécie habita preferencialmente locais de solo firme. Tendo sua origem no Bioma Amazônia (figura 1). As ramificações (galhos) são dispostas opostamente ao longo do caule. Seu nome é de origem tupi (significa: o que cai logo que amadurece). O ponto de colheita é quando o fruto cai naturalmente no chão.

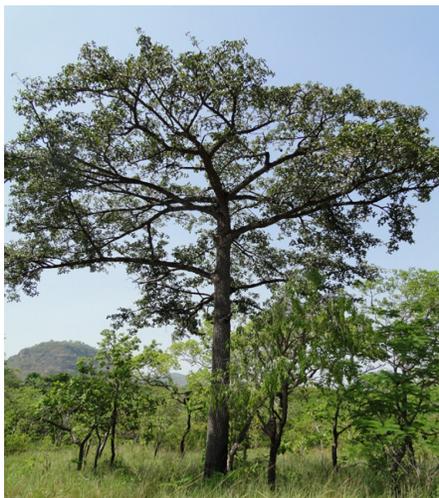


Figura 1. Bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.) encontrada no cerrado. Estreito-MA, 2017.

Fonte: Leonel, L. V.

As *folhas* são simples, pecíolo curto, elípticas, lanceoladas, coriáceas, margem inteira, brilhantes de coloração verde escura e com disposição oposta cruzada, comprimento de 15 a 20 cm e 6 a 9 cm de largura (figura 2).



Figura 2. Folhas de bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.). Estreito-MA, 2017.

Fonte: Leonel, L. V.

As flores são hermafroditas medindo em média 7 cm de comprimento, vistosa, solitária de coloração rósea ou branca, disposta nas terminações dos ramos (figura 3). A espécie apresenta alogamia acentuada e autoincompatibilidade esporofítica, ou seja, quando as flores são autopolinizadas não há crescimento do tubo polínico.



Figura 3. Flores e botões florais de bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.). Estreito-MA, 2017.

Fonte: Leonel, L. V.

As flores abrem-se durante o dia e assim atraem grande diversidade de visitantes que procuram néctar e pólen, produzidos em abundância. A polinização é ornitófila, pois os grãos de pólen apresentam-se em um aglomerado viscoso, que impossibilita a sua dispersão pelo vento.

O fruto são bagas grandes, globosas e amarelas com polpa esbranquiçada de sabor levemente ácido, epicarpo amarelo, rica em fósforo, cálcio, ferro e vitamina C. No interior dos frutos contêm de uma a cinco sementes, com média de 5 a 6 cm de comprimento e 30 a 40 mm de diâmetro, possuem de coloração marrom, das quais extraem um tipo de óleo, com princípios anti-inflamatório e cicatrizante (figura 4).

As sementes do bacuri são grandes e superpostas de formato oblongo-anguloso ou elipsoide. São oleaginosas, ligeiramente côncavas na parte correspondente à linha da rafe e convexa no lado oposto. O óleo extraído das sementes possui alta porcentagem de ácido palmítico e oléico.



Figura 4. Fruto de bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.). Estreito-MA, 2017.

Fonte: Leonel, L. V.

O bacurizeiro possui caule circular e retilíneo, com estrias longitudinais (ritidoma rugoso de coloração marrom-escuro), possui resina de coloração amarelada. Pode ocorrer o desprendimento de placas ao longo do caule (figura 5).



Figura 5. Caule de bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.). Estreito-MA, 2017.

Fonte: Leonel, L. V.

CARACTERIZAÇÃO FITOGEOGRÁFICA DOS LOCAIS DE OCORRÊNCIA NATURAL

O bacurizeiro é uma espécie arbórea frutífera, tipicamente tropical, sendo considerada uma planta nativa da Amazônia, tendo como centro de origem provavelmente o Estado do Pará. Sendo encontrada ocorrência natural também nos estados de Roraima, Maranhão, Piauí, Mato Grosso e Tocantins.

POTENCIALIDADES DE UTILIZAÇÃO

A planta de bacurizeiro tem várias finalidades. Pode ser aproveitada tanto para exploração madeireira como para produção de frutos, embora hoje seja mais conhecido e utilizado como espécie frutífera. No passado foi mais utilizada como espécie madeireira principalmente para construção naval e de casas.

Atualmente, sua utilização restringe-se: alimentícia (usada no preparo de sucos, geleias, licor, doces, sorvetes e polpa); medicinal (anti-inflamatório, cicatrizante, doenças cutâneas e diuréticas); arborização e paisagismo; recomposição de ambientes degradados.

PROPAGAÇÃO

A reprodução do bacurizeiro pode ser feita de duas maneiras, sexuada e assexuada. No modo sexuado, utilizam-se as sementes já despolidas, sendo que o processo de germinação pode ser acelerado por meio da escarificação das sementes em ambas as laterais, o que facilita a entrada de água (embebição). Após esse processo, as sementes podem ser colocadas diretamente nos recipientes, ou em sementeiras contendo areia lavada. As sementes são recalcitrantes e apresentam germinação irregular, tendo início aos 45 dias e se estendendo até 243 dias após a semeadura. Todavia, a propagação por sementes, apesar de ser mais simples e ser mais utilizada, é a menos desejável e indicada, sendo recomendada somente em dois casos: trabalhos de melhoramento genético e na produção de porta-enxertos.

Já no processo assexuado, é usada uma parte ou segmento da planta, preferencialmente da raiz, esse sistema de reprodução se torna mais eficiente que o anterior, já que no sexuado é baixo o percentual de germinação.

Quando se deseja propagar plantas de bacurizeiro que apresentem características agrônômicas superiores, recorre-se ao método vegetativo, já utilizado com sucesso na Embrapa Amazônia Oriental. Alguns métodos podem ser empregados, destacando-se a propagação através de rebentos de raízes de plantas adultas, enxertia, propagação por estaca de raiz primária e a micropropagação.

Com relação à propagação por brotações naturais de raízes, na maioria dos casos, o pegamento é baixo, haja vista que essas brotações não apresentam

sistema radicular independente, sendo difícil o enraizamento após a separação da brotação da planta-mãe.

A enxertia possibilita que as plantas entrem em fase reprodutiva cinco a seis anos após o plantio. A enxertia deve ser efetuada pelo método de garfagem no topo em fenda cheia, apesar do pegamento de enxertos ser superior a 80%, depende da formação prévia do porta-enxerto, que é o próprio bacurizeiro obtido por via seminífera.

O processo em que se utiliza a raiz primária de sementes em início de germinação é baseado na alta capacidade de regeneração da raiz primária e envolve a regeneração do epicótilo a partir da raiz primária, obtendo-se mudas com características semelhantes às da propagação por sementes. E quando comparado com a propagação tradicional por sementes, é melhor por possibilitar a formação de mudas ou porta-enxertos no prazo de um ano, enquanto que, quando feito por sementes, esse prazo é de dois anos e meio a três anos. Plantas propagadas por esses métodos só entram em fase de produção 12 a 15 anos após o plantio.

Com relação à micropropagação, os resultados disponíveis são bastantes iniciantes, se dispendo de protocolos que permitam a regeneração de plantas de bacurizeiro a partir da cultura de tecidos, no entanto, poucas pesquisas foram desenvolvidas dentro dessa linha. Estudos preliminares realizados pela Embrapa Meio-Norte têm indicado que um dos maiores problemas no estabelecimento de protocolos para o cultivo *in vitro* de explantes caulinares de bacurizeiro é a forte oxidação dos explantes, além da dificuldade de enraizamento. Ainda não se conseguiu estabelecer um protocolo que permita a micropropagação eficiente dessa espécie.

FLORESCIMENTO E FRUTIFICAÇÃO

No que diz respeito aos períodos de floração e de frutificação variam de acordo com a região e de uma planta para outra. Assim, de abril a outubro, podem ser encontrados indivíduos com flores e, de março a dezembro, indivíduos frutificando. Frutos já foram encontrados, no mês de junho, em feiras da capital amazonense.

Em relação ao processo de florescimento, no Estado do Maranhão o Bacurizeiro dá-se início a partir do mês de agosto, sendo que pode variar devido às condições climáticas de cada ano (figura 6). No que tange à coleta dos frutos, geralmente a partir da segunda quinzena de novembro já se encontra frutos caídos no chão sob as matrizes de bacurizeiros, prolongando-se até o fim do mês de janeiro.



Figura 6. Botões florais de bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.) no mês de agosto. Estreito-MA, 2017.

Fonte: Leonel, L. V.

A floração no Estado do Pará ocorre de junho a julho, logo após a queda das folhas. A maturação e queda de frutos ocorrem de dezembro a maio, com pico em fevereiro e março. As flores possuem antese diurna e alogamia acentuada, com auto-incompatibilidade esporófitica.

PRÁTICAS DE MANEJO

O cultivo é feito em locais com vegetação aberta de transição, em áreas desacampadas ou vegetações baixas e com chuvas anuais entre 1100 a 3000mm, umidade relativa do ar acima de 70% e temperatura entre 24 a 27°C. O solo deve ser profundo e bem drenado.

Na literatura consultada, além de praticamente não existirem informações sobre adubação e calagem para o bacurizeiro, as poucas citações a respeito do assunto são baseadas em outras culturas perenes. Os bacurizeiros devem ser espaçados uns dos outros, de modo a diminuir a competição entre as árvores adultas.

Devido à espécie apresentar dormência em suas sementes, a reprodução pode ser feita pelo método assexuado. Diante disso, a propagação por enxertia torna-se uma opção, pois essa técnica visa diminuir o início do período de reprodução, já que, naturalmente a espécie começa a produzir entre 8 a 10 anos após seu plantio.

CONTROLE DE PRAGAS E DOENÇAS

Na literatura não encontra-se informações sobre pragas ou doenças do bacurizeiro. As referências encontradas atualmente afirmam que ainda não foram identificadas pragas e enfermidades dessa espécie. Embora não citado como praga,

a abelha arapuá (*Trigona spinipes*) ou abelha cachorro é uma das poucas pragas que se tem conhecimento que causa danos na planta e no fruto. E o controle eficiente é a destruição dos ninhos dessas abelhas. É importante cuidados na presença de saúva (*Atta spp.*), pois, em plantas novas o ataque pode levar a morte.

CONTROLE E MANEJO DAS PLANTAS DANINHAS

As plantas daninhas competem por água e nutrientes, o que dificulta o processo fitossanitário e outras práticas de manejo; como a roçagem, adubação e a irrigação. Sendo assim, é de devida importância a manutenção do pomar sempre limpo, oferecendo as plantas condições favoráveis ao seu desenvolvimento.

Para ervas daninhas os controles podem ser: Mecânico e Químico. O controle mecânico é através de roçagens periódicas; e quimicamente, por meio de aplicação de herbicidas. Deve-se evitar a aplicação de produto químico na coroa da planta, pois, o bacurizeiro é uma espécie muito sensível a aplicação de qualquer produto químico, quando se trata de controle a ervas daninhas.

É recomendado que o controle seja realizado manualmente, através do coroamento, que são práticas de limpezas periódicas em torno da planta, tendo-se o cuidado especial para não ferir as raízes. Logo após cada coroamento, faz-se a cobertura morta, que é colocar capim seco ou outro material vegetal similar ao redor da planta. Com a cobertura morta ocorre a retenção de água do solo e reduz a incidência de ervas daninhas. Sendo estas as práticas mais utilizadas pelos agricultores de bacurizeiro.

COLHEITA E PÓS-COLHEITA

No Estado do Maranhão, os frutos do bacurizeiro são colhidos a partir da segunda quinzena de novembro, tendo o pico máximo de produção entre os meses de dezembro e janeiro. A safra do bacuri na Amazônia ocorre de janeiro a maio, com pico de produção nos meses de fevereiro e março. Os frutos do bacurizeiro estão em ponto de colheita com 4 a 4,5 meses após a floração. No estado do Pará a floração ocorre durante os meses de janeiro a abril, e o período de colheita concentra-se de dezembro a março, com maior concentração nos meses de janeiro e fevereiro.

A colheita é feita manualmente, coletando os frutos que caem espontaneamente quando maduros. Os frutos depois de caídos são coletados e transportados para os locais de processamentos, onde é feita a separação da casca e as sementes envolvidas por uma mucilagem esbranquiçada. Devido à proteção dada pela casca grossa, os frutos não se danificam facilmente e podem ser transportados a grandes distâncias, mantendo boas condições. Mas acredita-se que as perdas pós-colheita do bacuri ultrapassem 50% da produção, em decorrência de processos inadequados

de manuseio, transporte e armazenamento. A polpa mantém sua qualidade para consumo direto por 5 a 10 dias, contados desde o momento da queda do fruto. Este período pode ser prolongado quando os frutos são colhidos nas árvores.

Para a separação das sementes e a poupa, pode ser realizado este processo de forma manualmente (com o uso de tesouras), ou por meio de equipamentos mecanizados (despolpadeiras industriais). Após a sua despolpa, a mesma deve ser empacotada em recipiente adequado e refrigerado, desta forma conservando as características do produto.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, W. C.; NAZARÉ, R. F. R. de; NAGATA, I. Estudos físicos e químicos dos frutos: bacuri (*Platonia insignis* Mart.), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e muruci (*Byrsonina crassifolia*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5., 1979, Pelotas. **Anais...** Pelotas: SBF, 1979. v. 2, p. 797- 809.
- BASTOS, M. S. R. et al. Aplicação de enzimas pectinolíticas no processamento de polpa de bacuri visando elevar o rendimento da extração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTO, 17., 2000, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: SBCTA, 2000. v. 3. Resumo no 9.82.
- BELÉM: EMBRAPA-CPATU, 1998a. 18 p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, Belém: IPEAN. v. 1, n. 2, 1970, 84 p. (Série Culturas da Amazônia).
- BENTES, M. H. S.; SERRUYA, H.; ROCHA FILHO, G. N. Análise por sistema CG/EM/ computador, da composição em ácidos graxos das amêndoas de bacuri e bacuri-pari. In: SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 34. 1982, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBPC, 1982. p. 251-256.
- BENTES, M. H. S.; SERRUYA, H.; ROCHA FILHO, G.N.; GODOY, R.L.A.; CABRAL, J.A.S. MAIA, J.G.S. Estudo químico das sementes de bacuri. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 16/17, p. 363-367, 1986.
- CALZAVARA, B. B. G. **Fruteiras**: abieiro, abricozeiro, bacurizeiro, biribazeiro, cupuaçuzeiro. Belém, PA: IPEAN, 1970. 83 p. v. 1. (Série Culturas da Amazônia, 2).
- CARVALHO, J. E. U. de; ALVES, S. de M.; NASCIMENTO, W. M. O. do; MÜLLER, C. Aspectos botânicos, origem e distribuição geografia do bacurizeiro. In: LIMA, M. C. (Org.). **Bacuri**: agrobiodiversidade. São Luís: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, 2007. p. 17-27.
- CARVALHO, J. E. U. de; MÜLLER, C. H. **Propagação do bacurizeiro, *Platonia insignis* Mart.** Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1996. 13 p. (Mimeografado).
- CARVALHO, J. E. U. de; MÜLLER, C. H.; LEÃO, N. V. M. Cronologia de eventos morfológicos associados à germinação e sensibilidade ao dessecamento em sementes de bacuri (*Platonia insignis* Mart. - Clusiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 236-240, 1998.

CARVALHO, J. E. U. de; MÜLLER, C. H.; NASCIMENTO, W. M. O. do. **Métodos de propagação do bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.)**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 12 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Circular técnica, 30).

CARVALHO, J.E.U.; MÜLLER, C.H. Propagação do bacurizeiro. In : M. C. Lima, organizadora. **Bacuri: Agrobiodiversidade**. Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, São Luís, 2007. 210p.

COSTA, P.; LAMEIRA, O. A. Micropropagação *in vitro* de bacuri (*Platonia insignis* Mart.). In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPA, 3., 1992, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: UFPA, 1992. p. 53-54.

FERREIRA, F.R.; FERREIRA, S.A.N.; CARVALHO, J.D.U. Espécies frutíferas pouco exploradas, com potencial econômico e social para o Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.9, p.11-22, 1987.

FERREIRA, M. S. do. **Bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart) em florestas secundárias: possibilidades para o desenvolvimento sustentável no Nordeste Paraense**. 2008. 212 p. Tese (Doutorado) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

GUIMARÃES, A. D. G.; MOTA, M.G. da C.; NAZARE, R.F.R de. **Coleta de germoplasma de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) na Amazônia. I. Microrregião Campos do Marajó (Soure/ Salvaterra)**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1992. 23p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de pesquisa, 132).

LIMA, F. A dos S. *Efeito do tamanho do propágulo e da época de extração sobre maduros*. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 25, n. 1/2, p. 33-45, 1995a.

MATOS, G. B. de. **Valorização de produtos florestais não madeireiros: o manejo de bacurizeiros (*Platonia insignis* Mart.) nativos das Mesorregiões do Nordeste Paraense e do Marajó**. 2008. 112 f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) - Programa de Pós-Graduação em Agriculturas Amazônicas, Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

MATOS, G.B.; HOMMA, A.K.O.; MENEZES, A.J.E.A. **Levantamento Socioeconômico do bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.) nativos das Mesorregiões do Nordeste Paraense e do Marajó**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. 81p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 351).

MATOS, M. M. R. de; MOTA, M. G. da C. Efeito da eliminação da semente na produção de mudas de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) provenientes de raízes. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPA, 3., 1992, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: UFPA, 1992. p.54.

MAUÉS, M. M.; VENTURIERI, G. C. Pollination ecology of *Platonia insignis* Mart. (Clusiaceae), a fruit tree from Eastern Amazon region. **Acta Horticulturae**, v. 437, p. 255-259, 1997.

MONTEIRO, A. R. **Estudo da cinética de extração dos sólidos da casca do fruto bacuri (*Platonia insignis* Mart.) com CO₂ líquido**. 1995. 66 f. Tese (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MOURÃO, K. S. M. M.; BELTRATI, C. M. Morfologia dos frutos, sementes e plântulas de *Platonia insignis* Mart. (Clusiaceae). I. Aspectos anatômicos dos frutos e sementes em desenvolvimento. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 25, n. 1/2, p. 11-14, 1995.

MÜLLER, C. H.; NASCIMENTO, W. M. O. do; CARVALHO, J. E. U. de; Ocorrência e distribuição geográfica do bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza. **Fruticultra**: agronegócio do terceiro milênio – resumos. Fortaleza: Embrapa Agroindústria n. 2, p. 573-575, 2002a.

NASCIMENTO, W.M.O.; CARVALHO, J.E.U.; MULLER, C.H. Ocorrência e distribuição geográfica do bacurizeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 29, n.3, p.657–660, 2007.

SANTOS, M. S. S. A. **Caracterização física, química e tecnológica do bacuri (*Platonia insignis* Mart.) e seus produtos**. 1982. 75 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

CAPÍTULO 4

PIMENTAS *Capsicum* L.: ASPECTOS BOTÂNICOS, CENTRO DE ORIGEM, DIVERSIFICAÇÃO E DOMESTICAÇÃO, IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA E PROPRIEDADES TERAPÊUTICAS (PARTE I)

Data de aceite: 03/11/2020

Ana Paula Peron

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UTFPR-DABIC, Campus de Campo Mourão
Campo Mourão, Paraná, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3605560420792065>

Breno Machado de Almeida

Universidade Federal do Piauí, Campus
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCN
Teresina, Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1573949472165597>

Lidiane de Lima Feitoza

Universidade Federal do Piauí, Campus
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCN
Teresina, Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5456816132715008>

Verônica Brito da Silva

Universidade Federal do Piauí, Campus
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCA
Teresina, Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4033727779816712>

Ângela Celis de Almeida Lopes

Universidade Federal do Piauí, Campus
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCA
Teresina, Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2718756494613870>

Regina Lúcia Ferreira Gomes

Universidade Federal do Piauí, Campus
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCA
Teresina, Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6938362260541348>

Lívia do Vale Martins

Universidade Federal do Piauí, Campus
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCN
Teresina, Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4724630636740677>

Sérgio Emílio dos Santos Valente

Universidade Federal do Piauí, Campus
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCN
Teresina, Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7385571738745879>

RESUMO: O gênero *Capsicum* L. abrange cerca de 41 espécies, cinco das quais são domesticadas: *C. annum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L., *C. baccatum* L. e *C. pubescens* Ruiz e Pav. É nativo das Américas e suas espécies apresentam considerável variação morfológica, sobretudo na cor, forma e tamanho dos frutos. Esse gênero é representado pelas pimentas e pimentões, especiarias e vegetais amplamente valorizados na culinária mundial. Além disso, a ampla variabilidade genética presente em *Capsicum* permite que sejam cultivadas em uma gama de condições edafoclimáticas. Nesse contexto, o objetivo dessa revisão foi reunir informações gerais e atualizadas sobre as pimentas *Capsicum*, assim como destacar aspectos botânicos, centro de origem, diversificação e domesticação, composição química e propriedades terapêuticas destas espécies de *Capsicum* com importância socioeconômica.

PALAVRAS-CHAVE: Pimentas *Capsicum*, recursos genéticos, diversidade genética.

Capsicum L. PEPPERS: BOTANICAL ASPECTS, ORIGIN CENTER, DIVERSIFICATION AND DOMESTICATION, SOCIOECONOMIC IMPORTANCE AND THERAPEUTIC PROPERTIES (PART I)

ABSTRACT: *Capsicum* L. genus comprises about 41 species, being five domesticated: *C. annuum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L., *C. baccatum* L. and *C. pubescens* Ruiz&Pav. Its genus is native from Americas and its species have morphological variation, especially regarding to the color, shape, and size of the fruits. *Capsicum* is represented by peppers and sweet peppers, spices and vegetables widely used and appreciated in the worldwide cuisine. The aim of this review is to collect general and updated information about peppers, besides highlight botanical features, origin center, diversification and domestication, chemical composition, and therapeutic properties of these socioeconomic important *Capsicum* species.

KEYWORDS: *Capsicum* peppers, genetic resources, genetic diversity.

1 | INTRODUÇÃO

O gênero *Capsicum* L. é nativo das Américas, sendo representado por espécies que apresentam considerável variação morfológica, sobretudo na cor, forma e tamanho dos frutos. Esses, por sua vez, podem ser pungentes, conhecidos popularmente como pimentas, ou não pungentes, os pimentões (LEITE et al., 2016). Devido às suas propriedades organolépticas peculiares, as pimentas foram introduzidas na Europa no final do século XV, assim como nos países Mediterrâneos, África e Ásia (LEFEBVRE, 2004).

Dados apontam a América Central e América do Sul como centro de origem do gênero *Capsicum*, um dos primeiros grupos de plantas domesticadas no continente americano. Inicialmente, sua dispersão era realizada por aves e, posteriormente, também por pessoas por toda a América (CARRIZO-GARCÍA et al., 2016).

Com aproximadamente 41 espécies, *Capsicum* apresenta cinco espécies domesticadas: *C. annuum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L., *C. baccatum* L. e *C. pubescens* Ruiz e Pav (CARRIZO GÁRCIA et al., 2016; BARBOZA et al., 2019, 2020) (Tabela 1). O Brasil, por sua vez, se sobressai por ser um centro de diversidade de espécies domesticadas, semidomesticadas e silvestres. Entretanto, ações antrópicas vêm causando um processo de deterioração dos recursos genéticos, denominado de erosão genética, com perda significativa da variabilidade genética.

A espécie *C. annuum* é representada pelos pimentões, pimentas-doces (pimenta-verde ou pimenta-americana) a apresenta a maior variabilidade em cor, tamanho e formato dos frutos, sendo a mais estudada e utilizada em programas de melhoramento genético (SILVA et al., 2017; PESSOA et al., 2018). *Capsicum chinense* é considerada a espécie mais brasileira em virtude de a bacia amazônica ser o seu centro de diversidade e domesticação. É conhecida popularmente pelas

“pimentas-de-cheiro”, variedades com aroma forte e peculiar que as diferenciam das demais espécies domesticadas (RIBEIRO et al., 2018). A pimenta malagueta e tabasco são as representantes de *C. frutescens*. Seus frutos são pequenos, alongados, vermelhos quando maduros e extremamente picantes. A malagueta é uma das pimentas mais consumidas e cultivadas no Brasil (CARVALHO et al., 2006; CARVALHO et al., 2014). Devido às suas exigências edafoclimáticas, *C. pubescens*, é a única espécie domesticada não cultivada no Brasil, enquanto *C. baccatum* é comumente cultivada da região Sul e Sudeste do Brasil.

Nesse contexto, diante da importância desse grupo vegetal, em especial para o Brasil, a revisão que segue reúne informações gerais e atualizadas sobre as pimentas *Capsicum*, assim como aborda tópicos de aspectos botânicos, centro de origem, diversificação e domesticação, importância socioeconômica e composição química e propriedades terapêuticas do gênero *Capsicum*.



Figura 1. Variabilidade genética das cinco espécies domesticadas do gênero *Capsicum*. (A-E) *Capsicum annuum*; (F-I) *Capsicum baccatum*; (J-M) *Capsicum chinense*; (N-P) *Capsicum frutescens*; (Q) *Capsicum pubescens*.

Fotos: Autores (A-P); Raquel Silvana e Rosa Lía Barbieri (Q).

2 I ASPECTOS BOTÂNICOS DO GÊNERO *Capsicum*

De acordo com o Angiosperm Phylogeny Group (APG), as plantas do gênero estão incluídas no Reino Plantae, Filo Tracheophyta, Divisão Magnoliophyta, Classe Magnoliopsida, Ordem Solanales e Família Solanaceae, Subfamília Solanoideae, Tribo Capsiceae (APG III, 2009). No grupo *Capsicum*, as 41 espécies estão divididas, até o momento, em 11 clados (CARRIZO GARCÍA et al., 2016; BARBOZA et al., 2019, 2020).

As espécies de *Capsicum* são arbustos (cultivo anual), geralmente de pequeno porte. Contudo, algumas plantas podem atingir até 5 metros. Apresentam sistema radicular pivotante, caule lenhoso ou semi-lenhoso, ereto ou recurvado. Suas folhas geralmente são lanceoladas (forma de lança), com uma gama de tonalidades verdes (Figura 1B) (PICKERSGILL, 1997).

As pimentas/pimentões produzem flores principalmente estreladas (corola pentâmera), hermafrodita autógama e hipógina (Figura 1B), que apresentam diversos padrões de pigmentação, algumas podendo ter uma única cor ou podem ser manchadas. Além disso, exibem uma característica excepcional dentro das solanáceas: um cálice inteiro em forma de taça, com cinco a dez dentes como prolongamentos nervosos, traço compartilhando apenas com *Lycianthes sp.* (PICKERSGILL, 1997; DEAN et al., 2017).

As pimenteiras do gênero *Capsicum* possuem frutos do tipo baga, estrutura oca e capsular (Figura 1G), apresentando uma grande diversidade em termos de tamanho, forma, cor, composição química e grau de pungência. A cor mais frequente dos frutos de pimentas é a vermelha, contudo, diferentes tonalidades, tais como vermelho escuro, laranja, salmão, amarelo, amarelo-leitoso, roxo e, em alguns casos pretos, são observadas em algumas espécies do grupo (ver Figura 1). Em relação à morfologia dos frutos, existem variações intra e interespecíficas, desde frutos triangulares, campanulados, ovais a alongados (CARVALHO; BIANCHETTI, 2008; COSTA et al., 2019).

A pigmentação das sementes também é variável dentro do táxon, desde o ocre cremoso até castanho escuro (Figura 1P). Contudo, semente ocre é prevalente na maioria das espécies de *Capsicum* e *Lycianthes*, sendo assim, considerada uma característica plesiomórfica. A cor castanho-marrom (Figura 1Q), que está presente em algumas espécies tais como, *C. pubescens*, *C. dimorphum* e *C. flexuosum*, é conceituada como um estado homoplásico que caracteriza todas as espécies do clado da Mata Atlântica. (CARRIZO GARCÍA et al., 2016; COSTA-SILVA; AGRA, 2018)

Provavelmente, a característica mais inerente de *Capsicum* é a pungência dos seus frutos. A pungência é derivada de um conjunto de compostos alcaloides

intimamente relacionados, denominados capsaicinóides. Esses são responsáveis pela sensação de “ardência” dos frutos de *Capsicum* (NAVES et al., 2019).

Clado	Espécies	
1. Andino	<i>C. dimorphum</i> <i>C. geminifolium</i> <i>C. hookerianum</i> <i>C. longifolium</i>	<i>C. rhomboideum</i> <i>C. lanceolatum</i> <i>C. lycianthoides</i> <i>C. piuranum</i>
2. Caatinga	<i>C. caatingae</i>	<i>C. parvifolium</i>
3. Flexuosum	<i>C. flexuosum</i>	
4. Boliviano	<i>C. caballeroi</i> <i>C. coccineum</i> <i>C. neei</i>	<i>C. ceratocalyx</i> <i>C. minutiflorum</i>
5. Longidentatum	<i>C. longidentatum</i>	
6. Mata Atlântica	<i>C. campylopodium</i> <i>C. friburgense</i> <i>C. mirabile</i> <i>C. recurvatum</i> <i>C. villosum</i> <i>C. carassense</i>	<i>C. cornutum</i> <i>C. hunzikerianum</i> <i>C. pereirae</i> <i>C. schottianum</i> <i>C. buforum</i>
7. Corola Roxa	<i>C. cardenasii</i> <i>C. eximium</i>	<i>C. eshbaughii</i>
8. Pubescens	<i>C. pubescens</i>	
9. Tovarii	<i>C. tovarii</i>	
10. Baccatum	<i>C. baccatum</i> <i>C. praetermissum</i>	<i>C. chacoense</i>
11. Annuum	<i>C. annuum</i> <i>C. frutescens</i>	<i>C. chinense</i> <i>C. galapagoense</i>
	<i>C. benoistii</i>	

Tabela 1. Relação das espécies descritas do gênero *Capsicum* L..

De acordo com Pickersgill (1991), as espécies de *Capsicum* são agrupadas em função do nível de exploração pelo homem: domesticadas (extensamente cultivadas), semidomesticadas (pouco cultivadas) e silvestres (não cultivadas). Além disso, foram reconhecidos três complexos genéticos com base na relação genética, cruzabilidade (capacidade reprodutiva) com os táxons domesticados (SCALDAFERRO, 2019) (Tabela 2).

As espécies cultivadas e silvestres de *Capsicum* também são,

convencionalmente, caracterizadas pela cor da corola, formando-se dois grupos: o grupo de flores brancas e o grupo de flores roxas. Dentro do grupo das flores brancas estão: *C. annuum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. galapagoense*, espécies intimamente relacionadas. Outra espécie domesticada nesse grupo, *C. baccatum*, notoriamente distinta do complexo *C. annuum*, porém estreitamente correlacionada com *C. chacoense* e *C. praetermissum*. Por sua vez, o grupo de flores roxas integra *C. pubescens*, *C. cardenasii*, *C. eshaughii* e *C. tovarii* (PICKERSGILL, 1997).

Complexo <i>Capsicum annuum</i>	Complexo <i>Capsicum baccatum</i>	Complexo <i>Capsicum pubescens</i>
<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i> (D)	<i>C. baccatum</i> var. <i>baccatum</i> (SD)	<i>C. pubescens</i> (D)
<i>C. annuum</i> var. <i>glabriusculum</i> (SD)	<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> (D)	<i>C. cardenasii</i> (S)
<i>C. chinense</i> (D)	<i>C. baccatum</i> var. <i>umbilicatum</i> (SD)	
<i>C. frutescens</i> (D)		
<i>C. galapagoense</i> (S)		

Tabela 2. Espécies e variedades do gênero *Capsicum* L. distribuídas pelo grau de domesticação e proximidade genética.

Fonte: Eshbaugh (1970); Onus, Pickersgill (2004); Ibiza et al. (2012). Lista de abreviações: (S) Espécies silvestres; (SD) Espécies semidomesticadas; (D) Espécies domesticadas.

Contudo, esse caráter não deveria ser empregado para distinguir as espécies do gênero, dado que muitas espécies exibem flores de uma cor, como branco (*C. chacoense*), creme (*C. chinense*), amarelo (*C. dimorphum*), ocre (*C. hookerianum*), rosa (*C. friburgense*), lilás (*C. friburgense*), violeta (*C. praetermissum*), enquanto outras possuem diferentes combinações de cores nos lóbulos e tubos, comumente incluindo manchas de várias cores (por exemplo, *C. baccatum*, *C. campylopodium* e *C. cornutum*), o que dificulta a delimitação das espécies (BARBOZA et al., 2019, 2020).

3 I CENTRO DE ORIGEM, DIVERSIFICAÇÃO E DOMESTICAÇÃO DE *Capsicum*

América Central e América do Sul são o centro de origem do gênero *Capsicum*, um dos primeiros grupos de plantas domesticadas no continente americano (Figura 2). Inicialmente, sua dispersão era realizada por aves e, posteriormente, também por pessoas por toda a América (BOSLAND; VOTAVA, 2012; CARRIZO-GARCÍA et al., 2016).

Em uma reconstrução filogenética molecular utilizando dois marcadores plastidiais, *Capsicum* e *Lycianthes* foram reagrupados como táxons irmãos, sendo

esses considerados os únicos gêneros da tribo Capsiceae (OLMSTEAD et al., 2008). Um recente estudo filogenético estima que a divisão entre os cladus *Capsicum* e *Solanum*, e *Capsicum* e *Lycianthes* ocorreu há aproximadamente 19 e 13 milhões de anos, respectivamente. Somado a isso, sugere-se que os ancestrais de *Capsicum* podem ter surgido em uma grande área, no atual território do Peru, Equador e Colômbia (CARRIZO GARCÍA et al., 2016).

A expansão do gênero seguiu um padrão no sentido horário em torno da bacia amazônica, em direção ao Centro e Sudeste do Brasil, depois de volta ao Oeste da América do Sul e, por fim, ao norte para a América Central (Figura 2) (CARRIZO GARCÍA et al., 2016). Também se conjectura que a atual diversidade de *Capsicum* surgiu entre 1-3 milhões de anos, ou seja, no Quaternário, período no qual os principais eventos de especiação podem ter ocorrido (SÄRKINEN et al., 2013).

Diferentes espécies de *Capsicum* foram domesticadas independentemente em diferentes regiões das Américas. De modo geral, as pimentas foram domesticadas em três regiões do Novo Mundo: *C. annuum* e *C. frutescens* na Mesoamérica; *C. baccatum* e *C. pubescens* na Região dos Andes; e *C. chinense* nas Planícies Tropicais da América do Sul (KRAFT et al., 2014; ZONNEVELD et al., 2015).

Capsicum annuum (Figura A-E) é a espécie mais cultivada no Brasil, possuindo duas variedades botânicas: *C. annuum* var. *annuum* e *C. annuum* var. *glabriusculum*. A primeira variedade inclui plantas que não apresentam pungência, por exemplo, os pimentões e a pimenta-doce (pimenta-verde ou pimenta-americana), e pimenteiras que apresentam diferentes graus de pungência como a pimenta-serrano, *jalapeño*, *big jim*, pimenta-cayenne, pimenta-vermelha e cereja (CARVALHO et al., 2006, 2008; PESSOA et al., 2018). A segunda variedade (*C. annuum* var. *glabriusculum*) é uma espécie semidomesticada conhecida popularmente como “pimenta-de-mesa”. Além disso, é utilizada como ornamentação, uma vez que apresenta uma ampla variação no tamanho, cor e formato dos frutos (SILVA et al., 2015, 2017).

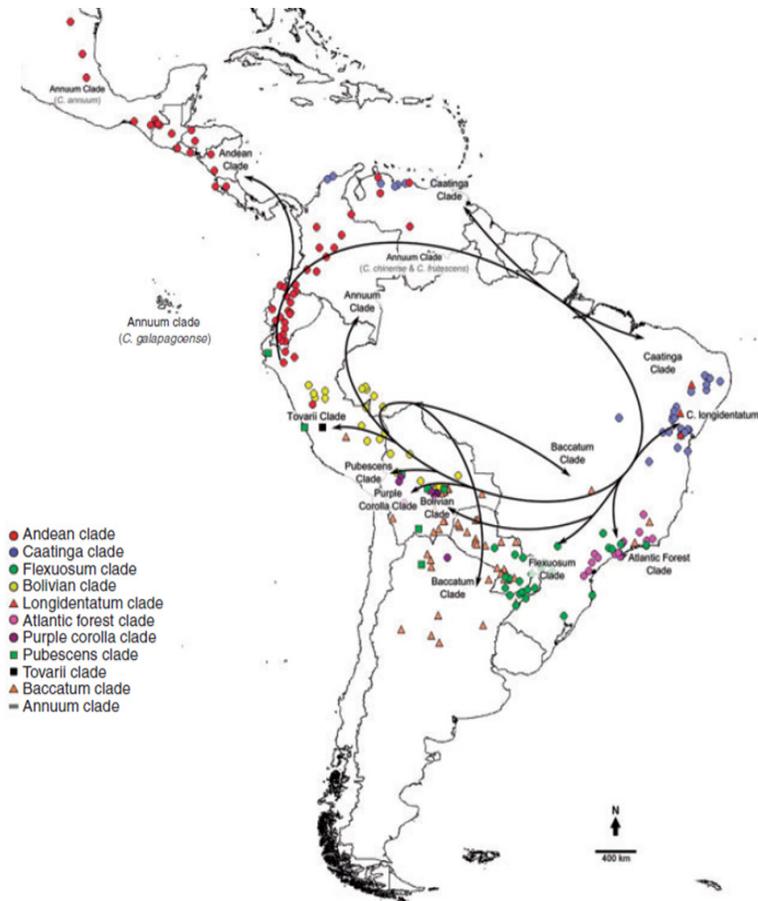


Figura 2. Representação esquemática da origem e dispersão das espécies do gênero *Capsicum*. As diferentes cores e formas geométricas representam as áreas de distribuição dos 11 clados. As setas indicam a ocorrência e dispersão de linhagens monofiléticas.

Fonte: Carrizo García et al. (2016).

Capsicum baccatum (Figura 1F-I) é dividida em três variedades botânicas: a domesticada *C. baccatum* var. *pendulum*, e as semidomesticadas *C. baccatum* var. *baccatum* e *C. baccatum* var. *umbilicatum* (CARRIZO GÁRCIA et al., 2016). No Brasil, *C. baccatum* var. *pendulum* é representada pelas pimentas dedo-de-moça (chifre-de-veado, pimenta-vermelha ou calabresa), de formato alongado, pela pimenta-cambuci ou chapéu-de-frade que, devido à ausência de pungência, é considerada pimenta doce (LEITE et al., 2016).

Capsicum chinense (Figura 1J-M) é considerada a espécie mais brasileira, em virtude de o seu centro de diversidade ser a bacia amazônica (CARVALHO et

al., 2006, 2008; BABA et al., 2015). Essa espécie é popularmente conhecida pelas “pimentas de cheiro”, que possuem frutos com um aroma forte e característico que as distinguem das demais espécies domesticadas. Outros exemplares destacam-se, como a pimenta-de-bode, biquinho (pimenta-de-bico), murupi, cumari-do-Pará e a *habareno* (CARVALHO et al., 2008; RIBEIRO et al., 2018).

Capsicum frutescens (Figura 1 N-P) têm como principais representantes a malagueta, a mais conhecida e cultivada no Brasil, enquanto que a tabasco é mais popular no México e Estados Unidos das Américas (EUA) (CARVALHO et al., 2006). Essa espécie é facilmente confundida com a *C. chinense* em virtude de seu estreito vínculo genético. A presença de pedicelo não geniculado e constrição anelar do cálice em *C. chinense* é a principal característica morfológica que diferencia ambas as espécies (Figuras 1J e 1M) (CARVALHO et al., 2008, 2014).

C. pubescens é a única espécie domesticada que não é encontrada Brasil. Ocorre naturalmente em jardins e hortas desde o México até o Peru. *C.* É uma espécie adaptada a terras altas, de baixas temperaturas (4° C à 15°C), livre de congelamento e com um período longo de crescimento maior que 120 dias (RODRÍGUEZ-BURRUEZO et al., 2009). A pubescência é evidente por toda a planta e as sementes enrugadas castanho-marrons ou pretas (Figura 1Q) são as principais peculiaridades que ajudam a distinguir essas pimentas das outras espécies de *Capsicum*. Ao contrário das espécies domesticadas, *C. pubescens* tem flores roxas com nectários evidentes (CARVALHO et al., 2006; IBIZA et al., 2012).

4 I IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA

A ampla variabilidade genética presente em *Capsicum* permite que as pimentas sejam cultivadas em uma gama de condições edafoclimáticas. Este fato é refletido no número de países que produzem esse condimento. Pimentas frescas e secas são cultivadas, respectivamente, em 126 e 70 países. Dados mais recentes, disponibilizados pela FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação), relativos ao ano de 2018, indicam que a China e o México são os maiores produtores de massa fresca, produzindo cerca de 20 e 3,3 milhões de toneladas anualmente, respectivamente. Já a Índia lidera a produção de massa seca com 1,8 milhões de toneladas, seguida da China, em torno de 321 mil toneladas (FAOSTAT, 2020).

As pimentas podem assumir diferentes usos e significados em cada cultura. Exemplares silvestres de *C. annum* var. *glabriusculum* (*chiltepin*) são considerados um importante componente da identidade e cultura do México. É tradição dos povos indígenas Papago e Pima, tribos provenientes das regiões desérticas de Sonora (EUA) e México, fazerem peregrinações anuais para colher *chiltepins* (BÃNUELOS;

SALIDO; GARDEA, 2008, GONZÁLEZ-JARA et al., 2011).

Tribos indígenas da Amazônia brasileira também possuem uma intrínseca relação com pimentas *Capsicum*. São abundantes os registros entre as diversas etnias indígenas e o uso de pimentas com fins profiláticos e terapêuticos. Roman et al. (2011) relataram o uso da pimenta malagueta (*C. frutescens*) na cura de enfermidades tais como, “pano-branco”, “impinge”, reumatismo, “dor de dente” em uma comunidade do rio Amazonas, Santarém e Pará.

As pimentas no norte Brasil são vendidas *in natura* (imaturas, maduras, desidratadas), ou empregadas no preparo de produtos artesanais como, por exemplo, a jiquitaia (pimenta desidratada e moída), o arubé (cozido de mandioca e pimentas), o cumaxi (pasta cozida), o damorida (caldo de folhas e frutos de pimentas), molhos, doces, licores e geleias (BARBOSA; JÚNIOR; LUZ, 2010).

O papel econômico das pimentas ornamentais vem aumentando significativamente em todo o mundo. As pimentas ornamentais possuem aspectos estéticos que as destacam, tais como folhagem variegada, frutos coloridos que contrastam com as folhas verdes, pequeno porte, além de fácil propagação por sementes, simples manuseio, tempo curto de colheita, alta produtividade, longevidade, e tolerância a stress abiótico (calor, seca) (RÊGO et al., 2015; ARAÚJO et al., 2019). Essas plantas possuem boa aceitação pelo mercado consumidor, sendo populares em muitos países, com destaque na União Europeia e Estados Unidos das Américas. Contudo, no Brasil, o comércio ainda é restrito a alguns supermercados e mercearias de pequeno porte. Esse cenário vem, portanto, sofrendo modificações (RÊGO et al., 2015).

O cultivo de pimentas ornamentais tem se tornado uma importante fonte de renda para agregados agrícolas. A agricultura familiar brasileira é responsável por disseminar o cultivo de pimentas nos diversos estados. Atualmente, o agronegócio de pimentas é um exemplo de modelos de integração entre pequeno-médios produtores e sistemas agroindustriais. Essa relação tem gerado empregos em todas as cadeias de produção, assim como aumenta a renda dos municípios produtores dessa hortaliça (BARBIERI; NEITZKE; UENO, 2011).

5 I COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PROPRIEDADES TERAPÊUTICAS DE *Capsicum*

As espécies de *Capsicum* são ricas em compostos como capsaicinoides, carotenoides, flavonoides, óleos, vitaminas, entre outros fitoquímicos que fornecem suas propriedades organolépticas singulares e benefícios à saúde humana (MORENO-RAMÍREZ et al., 2019; ZINGG; MEYDANI, 2019).

As pimentas são as únicas que produzem a capsaicina, um composto alcaloide

responsável pelo seu ardor e sabor peculiar. Recentemente, alguns estudos têm demonstrado suas propriedades analgésicas (BORBIRO; BADHEKA; ROHACS, 2015), anti-inflamatórias (YUAN et al., 2015) e antioxidantes (GALANO; MARTÍNEZ, 2012). Existem também evidências que a capsaicina tem efeitos promissores sobre a redução do apetite (JANSSENS; HURSEL; WESTERTERP-PLANTENGA, 2014), perda de peso (VARGHESE et al., 2016) e controle de diabetes *mellitus* gestacional (YUAN et al., 2015).

Capsicum é uma das fontes vegetais mais ricas em carotenoides, como β -caroteno, α -caroteno, β -criptoxantina, compostos com função antioxidantes e precursores de vitamina A (HASSAN et al., 2019). Os flavonoides são um grupo de compostos secundários responsáveis pelas cores vermelhas, roxas e azuis em flores e frutos, sendo a antocianina o principal representante pelos pigmentos vermelhos, roxos e azuis. Flavonoides são conhecidos pelos seus efeitos antioxidantes, antialérgicos e anti-inflamatórios (SARPRAS et al., 2019).

Os frutos de pimentas são abundantes em vitaminas A, C e E, com reconhecidos benefícios à saúde humana. A vitamina A (retinol) é essencial para gestantes e para o desenvolvimento normal de seus fetos. Além disso, o retinol é fundamental na diferenciação da córnea, da membrana conjuntiva, da retina, assim como na integridade das células dos epitélios (MAIA et al., 2019; CABEZUELO et al., 2020).

A vitamina E possui efeito inibitório na produção de espécies reativas de oxigênio durante o metabolismo de gorduras (HADI; VETTOR; ROSSATO, 2018). O ácido ascórbico (vitamina C) é um importante cofator enzimático e antioxidante, participando do bom funcionamento do sistema nervoso e imunitário, assim como colabora nos processos metabólicos responsáveis pela síntese de colágeno, aminoácidos e alguns hormônios peptídicos (STRAATEN; MAN; WAARD, 2014; RECKELHOFF; ROMERO; CARDOZO, 2019).

REFERÊNCIAS

APG III: An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v.161, p. 105-121, 2009.

ARAÚJO, F. F. *et al.* Influence of 1-methylcyclopropene on the longevity of potted ornamental peppers. *Agronomy*, v. 14, n. 1, p. 1-7, 2019.

BABA, V. Y. *et al.* Genetic diversity of *Capsicum chinense* accessions based on fruit morphological characterization and AFLP markers. *Genetics Resources and Crop Evolution*, v. 63, p. 1371-1381, 2015.

BÃNUELOS, N.; SALIDO, P.; GARDEA, A. Etnobotánica del chiltepín. Pequeño gran señor en la cultura de los sonorenses. *Estudios Sociales (Hermosillo, Son.)* v. 16, n. 32, p. 177-205, 2008.

BARBOSA, R. I.; JÚNIOR, M. M.; LUZ, F. J. Morphometric patterns and preferential uses of *Capsicum* peppers in the State of Roraima, Brazilian Amazonia. *Horticultura Brasileira*, v. 28, n. 4, p. 477-482, 2010.

BARBOZA, G. E. *et al.* Four new species of *Capsicum* (Solanaceae) from the tropical Andes and an update on the phylogeny of the genus. *PloS one*, v. 14, n. 1, p. 1-26, 2019.

BARBOZA, G. E.; BIANCHETTI, L. D. B.; STEHMANN, J. R. *Capsicum carassense* (Solanaceae), a news species from the Brazilian Atlantic Forest. *PhytoKeys*, v. 140, p. 125-138, 2020.

BARBIERI, R. L.; NEITZKE, R. S.; UENO, B. O agronegócio da pimenta no Rio Grande do Sul. *Horticultura Brasileira*, v. 29, n. 2, p. 6033-6041, 2011.

BORBIRO, I.; BADHEKA, D.; ROHACS, T. Activation of TRPV1 channels inhibits mechanosensitive Piezo channel activity by depleting membrane phosphoinositides. *Science Signaling*, v. 8, p. 01-11, 2015.

BOSLAND, P. W.; VOTAVA, E. J. *Peppers: Vegetable and Spice Capsicums*. 2nd ed. Wallingford: CABI, 2012. 230p.

CABEZUELO, M. T. *et al.* Role of Vitamin A in Mammary Gland Development and Lactation. *Nutrients*, v. 12, n. 80, p. 1-17, 2020.

CARVALHO, S. I. C. *et al.* *Pimentas do gênero Capsicum no Brasil*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2006. 27p.

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B. *Botânica e Recursos Genéticos*: In: RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. *Pimentas Capsicum*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 39-54p.

CARVALHO, S. I. C. *et al.* Morphological and genetic relationships between wild and domesticated forms of peppers (*Capsicum frutescens* L. and *C. chinense* Jacquin). *Genetics and Molecular Research*, v. 13, n. 3, p. 7447-7464, 2014.

CARRIZO GARCÍA, C. *et al.* Phylogenetic relationships, diversification and expansion of chili peppers (*Capsicum*, Solanaceae). *Annals of Botany*, v. 118, p. 35-51, 2016.

COSTA, G. N. *et al.* Selection of pepper accessions with ornamental potential. *Revista Caatinga*, v. 32, n. 2, p. 566-574, 2019.

COSTA-SILVA, R.; AGRA, M. F. Updates on *Lycianthes* (Solanaceae): a new species from Brazil, notes on taxonomy, and a key to identification of Brazilian species. *Nordic Journal of Botany*, v. e01949, p. 1-8, 2018.

DEAN, E. A. *et al.* Identification of the Species of *Lycianthes* series *Tricolores* (Capsiceae, Solanaceae). *Systematic Botany*, v. 42, n. 1, p. 191-209, 2017.

ESHBAUGH, W. H. A biosystematic and evolutionary study of *Capsicum baccatum* (Solanaceae). *Brittonia*, v. 22, p. 31-43, 1970.

FAOSTAT - Statistical database of the Food and Agriculture Organization of the United Nations.), 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Acesso: 28 de ago.2020.

GALANO, A.; MARTÍNEZ, A. Capsaicin, a Tasty Free Radical Scavenger: Mechanism of Action and Kinetics. *The Journal of Physical Chemistry*, v. 116, p. 1200-1208, 2012.

GONZÁLEZ-JARA, P. *et al.* Impact of Human Management on the Genetic Variation of Wild Pepper, *Capsicum annuum* var. *glabriusculum*. *PLoS ONE*, v. 6, n. 12, p. 1-11, 2011.

HADI, H. E.; VETTOR, R.; ROSSATO, M. Vitamin E as a Treatment for Nonalcoholic Fatty Liver Disease: Reality or Myth?. *Antioxidants*, v. 7, n. 12, p. 1-13, 2018.

HASSAN, N. M. *et al.* Carotenoids of *Capsicum* Fruits: Pigment Profile and Health-Promoting Functional Attributes. *Antioxidants*, v. 8, p. 1-25, 2019.

IBIZA, V. P. *et al.*, Taxonomy and genetic diversity of domesticated *Capsicum* species in the Andean region. *Genetic Resources Crop Evolution*, v. 59, p. 1077-1088, 2012.

JANSSENS, P. L. H. R.; HURSEL, R.; WESTERTERP-PLANTENGA, M. S. Capsaicin increases sensation of fullness in energy balance, and decreases desire to eat after dinner in negative energy balance. *Appetite*, v. 77, p. 44-49, 2014.

KRAFT, K. H. *et al.* Multiple lines of evidence for the origin of domesticated chili pepper, *Capsicum annuum*, in Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, p. 1-6, 2014. doi: 10.1073/pnas.1308933111.

LEFEBVRE, V. Molecular markers for genetics and breeding: development and use in pepper (*Capsicum* spp.). In: *Biotechnology in agriculture and forestry molecular marker systems*. Heidelberg: Springer, p. 189-214, 2004.

LEITE, P. S. S. *et al.* Molecular and agronomic analysis of intraspecific variability in *Capsicum baccatum* var. *pendulum* accessions. *Genetics and Molecular Research*, v. 15, n. 4, p. 1-16, 2016.

MAIA, S. B. *et al.* Vitamin A and Pregnancy: A Narrative Review. *Nutrients*, v. 11, n. 681, p. 1-18, 2019.

MORENO-RAMÍREZ, Y. D. R. *et al.* Variability in the Phytochemical Contents and Free Radical-Scavenging Capacity of *Capsicum annuum* var. *glabriusculum* (Wild Piquin Chili). *Chemistry and Biodiversity*, v.16, p. 1-11, 2019.

NAVES, E. R. *et al.* Capsaicinoids: pungency beyond *Capsicum*. *Trends in Plant Science*, v. 24, n. 2, p. 109-120, 2019.

OLMSTEAD, R.G. *et al.* A molecular phylogeny of the Solanaceae. *Taxon*, v.57, n. 4, p. 1159-1181, 2008.

ONUS, A. N.; PICKERSGILL, B. Unilateral Incompatibility in *Capsicum* (Solanaceae): Occurrence and Taxonomic Distribution. *Annals of Botany*, v. 94, p.289-295, 2004.

- PESSOA, A. M. S. *et al.* Genetic diversity among accessions of *Capsicum annum* L. through morphoagronomic characters. *Genetics and Molecular Research*, v. 17, n. 1, p. 1-15, 2018.
- PICKERSGILL, B. Cytogenetics and evolution of *Capsicum* L. In: *Chromosome engineering in plants: genetics, breeding, Evolution, Part B*. Amsterdam: Elsevier, 1991, cap. 8, p. 139-160.
- PICKERSGILL, B. Genetic resources and breeding of *Capsicum spp.* *Euphytica*, v. 96, p. 129-133, 1997.
- RECKELHOFF, J. F.; ROMERO, D. G.; CARDOZO, L. L. Y. Sex, Oxidative Stress, and Hypertension: Insights From Animal Models. *Physiology*, v. 34, p. 178-188, 2019.
- RIBEIRO, C. S. C. *et al.* BRS Tui: a new Biquinho-type pepper cultivar released by Embrapa. *Horticultura Brasileira*, v. 36, n. 4, p. 526-528, 2018.
- RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FINGER, F. L. Methodological basis and advances for ornamental pepper breeding program in Brazil. *Acta Horticulturae*, p. 309-314, 2015.
- RODRÍGUEZ-BURRUEZO, A. *et al.* Variation for bioactive compounds in aji' (*Capsicum baccatum* L.) and rocoto (*C. pubescens* R. & P.) and implications for breeding. *Euphytica*, v. 170, p. 169-181, 2009.
- ROMAN, A. L. *et al.* Uso medicinal da pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.) em uma comunidade de várzea à margem do rio Amazonas, Santarém, Pará, Brasil. *Ciências Humanas*, v. 6, n. 3, p. 543-557, 2011.
- SÄRKINEN, T. *et al.* A phylogenetic framework for evolutionary study of the nightshades (Solanaceae): a dated 1000-tip tree. *BMC Evolutionary Biology*, v. 13, n. 214, p. 1-15, 2013.
- SARPRAS, M. *et al.* Comparative analysis of developmental changes of fruit metabolites, antioxidant activities and mineral elements content in Bhut jolokia and other *Capsicum* species. *Food Science and Technology*, v. 105, p. 363-370, 2019.
- SCALDAFERRO, M. A. Molecular cytogenetic evidence of hybridization in the "purple corolla clade of the genus *Capsicum*" (*C. eximium* × *C. cardenasii*). *Plant Biosystems*, p. 1-7, 2019.
- SILVA, C. Q. *et al.* Phenotyping and selecting parents for ornamental purposes in chili pepper accessions. *Horticultura Brasileira*, v. 33, n. 1, p. 66-73, 2015.
- SILVA, C. Q. *et al.* Heterosis and combining ability for ornamental chili pepper. *Horticultura Brasileira*, v. 35, n. 3, p. 349-357, 2017.
- STRAATEN, H. M. O-V.; MAN, A M. S.; WAARD, M. C. Vitamin C Revisited. *Critical Care*, v. 18, n. 460, p. 1-13, 2014.
- VARGHESE, S. *et al.* Chili pepper as a body weight-loss food. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, v. 68, p. 392-401, 2016.

YUAN, L.-J. *et al.* Capsaicin-containing chili improved postprandial hyperglycemia, hyperinsulinemia, and fasting lipid disorders in women with gestational diabetes mellitus and lowered the incidence of large-for-gestational-age newborns. *Clinical Nutrition*, v. 35, p. 388-393, 2015.

ZONNEVELD, M. V. *et al.* Screening Genetic Resources of *Capsicum* Peppers in Their Primary Center of Diversity in Bolivia and Peru. *PLoS ONE*, v. 10, n. 9, p. 1-23, 2015.

CAPÍTULO 5

PIMENTAS *Capsicum* L.: CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS GENÉTICOS, CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E CITOGENÉTICA E SEQUENCIAMENTO GENÔMICO (PARTE II)

Data de aceite: 03/11/2020

Breno Machado de Almeida

Universidade Federal do Piauí, Campus
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCN
Teresina, Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1573949472165597>

Ângela Celis de Almeida Lopes

Universidade Federal do Piauí, Campus
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCA
Teresina, Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2718756494613870>

Regina Lúcia Ferreira Gomes

Universidade Federal do Piauí, Campus
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCA
Teresina, Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6938362260541348>

Lívia do Vale Martins

Universidade Federal do Piauí, Campus
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCN
Teresina, Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4724630636740677>

Sérgio Emílio dos Santos Valente

Universidade Federal do Piauí, Campus
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCN
Teresina, Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7385571738745879>

Ana Paula Peron

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UTFPR-DABIC, Campus de Campo Mourão
Campo Mourão, Paraná, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3605560420792065>

Verônica Brito da Silva

Universidade Federal do Piauí, Campus
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCA
Teresina, Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4033727779816712>

Lidiane de Lima Feitoza

Universidade Federal do Piauí, Campus
Universitário Ministro Petrônio Portella-CCN
Teresina, Piauí, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5456816132715008>

RESUMO: O Brasil é considerado um centro de diversidade para espécies domesticadas e silvestres das pimentas *Capsicum*. Contudo, ações antrópicas ao longo dos anos vêm causando processos de desequilíbrios ecológicos, além da deterioração dos recursos genéticos, com consequências incalculáveis para biodiversidade e a sociedade humana. Uma forma alternativa para contornar esse problema é a conservação de recursos genéticos *in situ* e *ex situ*. A possibilidade conservação por meio de bancos de germoplasma, tem constituído uma alternativa de conservação e recuperação das espécies vegetais. Somado a isso, conhecimento acerca da diversidade genética é essencial para o desenvolvimento de programas de conservação e melhoramento genético. Nesse contexto, o objetivo desta revisão foi reunir de forma atualizada informações gerais sobre a manutenção em bancos de germoplasma bem como o conhecimento genético atual das pimentas *Capsicum*, destacando assim a sua conservação, caracterização morfológica e citogenética, e sequenciamento dos genomas de

Capsicum.

PALAVRAS-CHAVE: Recursos genéticos, Bancos de germoplasma, citogenética, genômica.

Capsicum L. PEPPERS: GENETIC RESOURCES CONSERVATION, MORPHOLOGICAL AND CYTOGENETIC CHARACTERIZATION AND GENOMIC SEQUENCING (PART II)

ABSTRACT: Brazil is considered a diversity center of wild and domesticated species of *Capsicum* peppers. However, anthropic actions during the years have been causing ecological disequilibrium processes, besides the deterioration of the genetic resources with incalculable consequences for the biodiversity and human community. An alternative way to deal with its problem is the *in situ* and *ex situ* genetics resources conservation. Moreover, understanding the genetic diversity is essential for the development of genetics breeding and conservation programs. In this sense, the aim of this review is to collect updated and general information about the maintenance of germplasm banks together with the genetic knowledge of *Capsicum* peppers, highlighting the conservation, morphological and cytogenetics characterization, and genome sequencing of *Capsicum* species.

KEYWORDS: Genetic resources, germplasm banks, cytogenetic, genomic.

1 | INTRODUÇÃO

As pimentas são os frutos de algumas espécies inclusas no gênero *Capsicum* conhecidas no mundo inteiro pelo seu ardor característico. Pertencem à mesma família do tabaco, batata e berinjela, fazendo parte da família Solanaceae, e compõem a subfamília Solanoideae, tribo Capsiceae e gênero *Capsicum* (OLMSTEAD et al., 2008).

Apresenta cinco espécies domesticadas e economicamente importantes: *C. annum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens*. O Brasil, por sua vez, é reconhecido por ser um centro de diversidade de espécies domesticadas, semidomesticadas e silvestres (BARBOZA et al., 2020; BIANCHI et al., 2020).

As espécies domesticadas estão entre as olerícolas mais consumidas no mundo e não são relacionadas às pimentas negras ou do reino (gênero *Piper*) e pimenta guiné ou grão do paraíso (gênero *Aframomium*) (BOSLAND; VOTAVA, 2012). Além disso, estão inseridas em diferentes culturas de plantas ornamentais e medicinais como visto no capítulo anterior (parte I) (BOSLAND; VOTAVA, 2012; COSTA et al., 2019).

Apesar da multiplicidade de usos e aproveitamento dos frutos de *Capsicum* o mercado de pimentas no Brasil permanece com potencial inexplorado. A ampla adaptabilidade e variabilidade de tipos regionais em todo o território nacional fazem do Brasil um centro de diversidade do gênero, e é necessário que haja condições que

favoreçam a implementação e o desenvolvimento de programas de melhoramento genético de *Capsicum* no país (BENTO et al., 2007; BARBOZA et al., 2020; RIBEIRO et al., 2020).

A partir do conhecimento gerado sobre bancos de germoplasma é possível a utilização e aproveitamento de recursos genéticos provenientes de espécies domesticadas e silvestres e a exploração consciente do potencial econômico da utilização destes recursos. O emprego de metodologias genéticas associadas à explanação de dados morfológicos auxilia o trabalho de preservação e conhecimento acerca do material biológico conservado e seu futuro manejo para programas de melhoramento (BOSLAND; VOTAVA, 2012; COSTA et al., 2019; BIANCHI et al., 2020).

Os recursos genéticos de *Capsicum* já foram utilizados, com sucesso, em programas de melhoramento no desenvolvimento de cultivares com características agrônômicas e nutricionais desejadas no mercado (RIBEIRO et al., 2020). Diante disso, surge a necessidade de adotar estratégias de conservação dos recursos genéticos vegetais, tais como, a conservação *in situ* (reservas naturais etc.) e *ex situ* (bancos de germoplasma etc). Somado a isso, é essencial uma caracterização da variabilidade genética de *Capsicum*, abrangendo, dados geográficos, morfológicos, moleculares e citogenéticos (MARTINS et al., 2018; COSTA et al., 2019; MAGDY; OUYANG, 2020).

Diante da importância desse grupo vegetal, em especial para o Brasil, a revisão que segue reúne informações gerais e atualizadas sobre as pimentas *Capsicum*, assim como aborda tópicos de conservação, caracterização morfológica e citogenética, e sequenciamento dos genomas de *Capsicum*.

2 | CONSERVAÇÃO DE RECURSOS GENÉTICOS E BANCOS DE GERMOPLASMA DE PIMENTAS

O *pool* gênico de *Capsicum* é vasto em comparação a outras culturas.

De fato, as espécies domesticadas, semidomesticadas e silvestres formam três complexos gênicos (*annuum*, *baccatum* e *pubescens*) baseados na sua morfologia, citogenética, proximidade genética e no potencial reprodutivo. Esses complexos são as bases para os *pools* genéticos primários, secundários e terciários, importantes para os melhoristas de plantas (Figura 1) (KHOURY et al., 2020).

No *pool* gênico primário (GP1), incluem-se membros pertencentes à mesma espécie ou espécies intimamente relacionadas, que podem hibridizar, gerando indivíduos férteis e com vigor híbrido. O *pool* gênico secundário (GP2) abrange espécies domesticadas e silvestres do mesmo complexo.

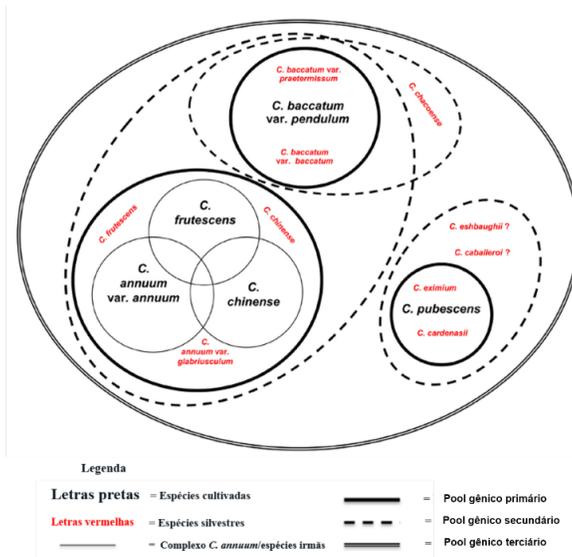


Figura 1. Representação esquemática dos três pools gênicos de *Capsicum*. Adaptado de Zonneveld et al. (2015).

O cruzamento interespecífico é possível, porém é mais difícil usando técnicas convencionais de melhoramento. Além disso, os descendentes são frequentemente inférteis e com baixo vigor. O *pool* gênico terciário (GP3) integra espécies que podem se intercruzar, porém só é possível por meio de técnicas sofisticadas, tais como resgate de embriões e fusão de protoplastos. Por fim, o *pool* gênico quaternário (GP4) engloba espécies cuja introgressão gênica só é possível por meio de técnicas de transgenia (GEPTS; PAPA, 2003; MAXTED et al., 2006).

A crescente população humana junto aos efeitos negativos das mudanças climáticas têm gerado complexos desafios de segurança alimentar. O aumento de secas, altas temperaturas, enchentes, geadas, salinidade do solo, desertificação, surgimento e intensificação de pragas e doenças requer dos melhoristas o desenvolvimento de novos cultivares com maior resiliência às adversidades citadas (PROHENS et al., 2017; BAILEY-SERRES et al., 2019). Contudo, este fato baseia-se que essa diversidade estará prontamente acessível para os programas de pesquisa e melhoramento vegetal. Sendo assim, faz-se necessário o desenvolvimento de estratégias de conservação dos recursos genéticos para uso futuro (COSTA; SPHAR, 2012; RIBEIRO et al., 2020).

A conservação de recursos genéticos tem sido amplamente abordada através de duas formas complementares: a conservação *in situ* e *ex situ*. A conservação *in situ* refere-se às espécies silvestres no seu hábitat natural (COSTA; SPHAR, 2012). Contudo, poucos esforços foram realizados nas últimas décadas para proteger os

locais naturais onde às espécies silvestres estão inseridas e ainda faltam muitas informações sobre o estado de conservação para grande parte das espécies de *Capsicum*. De acordo com a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas de Extinção da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2020), existem apenas dados de conservação para cinco (*C. caatingae*, *C. rhomboideum*, *C. annuum*, *C. frutescens* e *C. lanceolatum*) representantes do gênero.

Um método complementar de conservação, a *ex situ*, aborda a manutenção de unidades biológicas da biodiversidade vegetal, animal, microbiana, em ambientes fora da sua ocorrência natural. A conservação *ex situ* deve ser realizada em ambientes específicos que preservem as propriedades proliferativas e genéticas do material armazenado, sendo classificado como banco de germoplasma (COSTA; SPEHAR, 2012; RIBEIRO et al., 2020). Os bancos de germoplasma constituem-se de unidades físicas destinadas a manter coleções de acessos de espécies ou gêneros provenientes de diferentes localidades geográficas, com o intuito de conservar a variabilidade genética e de utilizá-la com matéria para programas de conservação e melhoramento genético (CASTAÑEDA-ÁLVAREZ et al., 2016; MIGICOVSKY et al., 2019).

Existem diversas coleções de germoplasma de *Capsicum* a níveis nacionais e internacionais. As duas maiores estão localizadas no World Vegetable Center (WorldVeg) localizada em Shanhua (Taiwan) e em United States Department of Agriculture (USDA) localizado em Griffin, no estado Geórgia (EUA) com, respectivamente, 9.209 e 4.877 de acessos provenientes de vários continentes (BARCHENGER; NARESH; KUMAR, 2019).

O Brasil, por sua vez, também possui instituições e organizações com acervos de germoplasma de *Capsicum*, com destaque para o Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Hortaliças (Brasília-DF), com mais de 4 mil acessos, com híbridos, linhagens, cultivares de polinização aberta, materiais domesticados e silvestres (COSTA; SPEHAR, 2012). Por fim, a Universidade Federal do Amazonas (UFAM), a Universidade do Estado de Mato Grosso do Sul (UEMS), a Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Universidade Federal do Maranhão e a Universidade Federal do Piauí (UFPI) também são fundações conservadoras de germoplasma de pimentas (COSTA; SPHEAR, 2012; COSTA et al., 2019).

3 I DIVERSIDADE GENÉTICA POR MEIO DE MARCADORES MORFOLÓGICOS

As atividades de melhoramento genético têm gerado a perda de variabilidade genética, comumente denominada de erosão genética, sobretudo o desaparecimento de variedades crioulas com alelos raros (COSTA; SPHEAR; 2012; FRANKIN et al., 2019). Uma forma alternativa para contornar esse problema é a conservação de

recursos genéticos em bancos de germoplasma.

Com base na diversidade genética em *Capsicum*, a *International Plant Genetic Resources Institute* (IPGRI, 1995) desenvolveu uma lista padronizada de 50 descritores, os quais têm auxiliado nos estudos na caracterização morfológica. Os descritores são características mensuráveis ou subjetivas de um indivíduo, como altura da planta, cor da corola, formato do fruto etc. Esses possuem alta herdabilidade, são expressos em todos os ambientes, com pouca interação genótipo e ambiente, e de fácil identificação e diferenciação (COSTA; SPEHAR, 2012).

Resistência a pragas e a doenças, tolerância a estresses abióticos, ornamentação, arquitetura, precocidade, alta produtividade, uniformidade, fácil manejo de colheita, assim como tamanho, peso, formato, cor, aroma, sabor, grau de pungência dos frutos são os principais objetivos nos programas de pesquisa e melhoramento genético de *Capsicum* (RIBEIRO et al., 2015, 2018; COSTA et al., 2019; RIBEIRO et al., 2020).

O uso de descritores multicategóricos em estudos de divergência genética possuem diversas vantagens, como várias classes para cada caráter avaliado, sua coleta é rápida, prática e econômica, sendo uma alternativa para caracterização de germoplasma em programas de pesquisa que carecem de subsídios financeiro e profissional. Nesse contexto, o uso de técnicas multivariadas para quantificar a dissimilaridade genética tem sido amplamente empregado em diversas culturas, tais como, feijão-comum e em solanáceas. Bento et al. (2007), estudando a diversidade genética e fenotípica em 29 acessos de pimentas por meio de 37 descritores morfoagronômicos, observaram diversidade fenotípica entre os acessos estudados, com potencial uso para programas de melhoramento vegetal. Ademais, os autores destacaram que a análise de variáveis multicategóricas eficaz no agrupamento dos genótipos estudados, indicando-a em trabalhos de quantificação de dissimilaridade genética e na identificação de grupos heteróticos auxiliando, desse modo, o manejo e a utilização dos recursos genéticos em bancos de germoplasma.

Gomes et al. (2019) avaliaram diferentes técnicas de agrupamento para caracterização e avaliação de acessos de pimentas *Capsicum* utilizando diferentes combinações de medidas específicas para variáveis quantitativas e qualitativas. Foram caracterizados 56 acessos de *Capsicum* por meio de 25 descritores morfoagronômicos. Os autores concluíram que a maioria das distâncias utilizadas combinadas com o agrupamento UPGMA foram eficientes na separação das amostras em relação às espécies utilizando, respectivamente, dados quantitativos e qualitativos.

Portanto, os dados de caracterização dos acessos é possível realizar análises multivariadas, as quais permitirão que seja estimada a divergência genética entre os acessos do banco de germoplasma. Este estudo possibilita que se conheça

melhor o germoplasma disponível, facilitando o trabalho de conservação, pois é possível descartar acessos que sejam muito próximos geneticamente, reduzindo o tamanho dos bancos de germoplasma, além de possibilitar escolher os caracteres mais importantes para serem utilizados na caracterização de acessos (Mariot et al., 2010).

4 I CARACTERIZAÇÃO CITOGÊNÉTICA DE PIMENTAS *Capsicum*

O gênero *Capsicum* tem a presença universal de dois números básicos cromossômicos, $2n = 2x = 24$ e $2n = 2x = 26$, sendo o último presente apenas nas espécies silvestres. Para espécies *Capsicum* $2n = 24$, os cariótipos são relativamente simétricos, geralmente com 11 pares metacêntricos e 1 par subteloentríco (submetacêntrico), cromossomos pequenos, baixo conteúdo de DNA e padrões simples de heterocromatina. Em contraste, as espécies $2n = 26$ exibem cariótipos mais assimétricos, cromossomos submetacêntricos (subtelocêntricos) e, frequentemente, um par telocêntrico, cromossomos maiores, maior conteúdo de DNA e padrões complexos de heterocromatina (MOSCONE et al., 2007; SCALDAFERRO et al., 2013).

Dentre as técnicas citogenéticas disponíveis, o bandeamento com fluorocromos permite a obtenção de padrões diferenciais de bandas fluorescentes nos cromossomos, possibilitando uma análise mais detalhada e refinada dos cariótipos. Nesse contexto, destaca-se a técnica dupla coloração CMA/DAPI. A utilização dos corantes fluorescentes cromomicina A₃ (CMA) e 4'-6- diamidino-2, fenilindol (DAPI), que se ligam preferencialmente em regiões ricas em bases guanina e citosina (GC), adenina e timina (AT), respectivamente, fornecem informações sobre a composição e distribuição da heterocromatina constitutiva (GUERRA, 2000).

As técnicas de bandeamento cromossômico com fluorocromos têm sido úteis na caracterização da composição e distribuição da HC permitindo, desse modo, fazer comparações entre espécies ou táxons relacionados, como observado nos estudos do gênero *Solanum* (MOYETTA et al 2016; CHIARINI; SAZATORNIL; BERNARDELLO, 2018).

De acordo com bandeamento cromossômico, verificou-se a existência de quatro tipos de heterocromatina constitutiva em *Capsicum*: (1) heterocromatina altamente rica em GC e reduzida em AT (CMA⁺⁺/DAPI⁻); (2) heterocromatina altamente rica em AT e reduzida em GC (CMA⁻/DAPI⁺⁺), presente apenas em *C. campylopodium*, *C. pereirae* e *C. pubescens*; (3) heterocromatina moderadamente rica em GC e neutra em AT (CMA⁺/DAPI⁰); (4) heterocromatina moderadamente rica em GC e moderadamente rica em AT (CMA⁺/DAPI⁺), reportada apenas em *C. campylopodium* e *C. praetermissum* (SCALDAFERRO et al., 2013; MARTINS et al.,

2018).

Moscone et al. (1996) utilizando a tripla coloração sequencial (CMA/DA/DAPI) para avaliar o tipo, a quantidade e a distribuição de heterocromatina em 15 acessos pertencentes a cinco espécies cultivadas (*C. annuum*; *C. chinense*; *C. frutescens*, *C. baccatum* e *C. pubescens*). Todos os táxons analisados apresentavam $2n = 2x = 24$ e cariótipo uniforme composto de 11M + 1ST, exceto *C. annuum* var. *annuum*, com 10M + 1SM+ 1ST. Foi observada a presença dominante de bandas terminais heterocromáticas ricas em GC (CMA⁺⁺/DAPI). *C. pubescens* apresentou uma maior quantidade de heterocromatina, assim como um padrão assimétrico de distribuição nos dois braços de cada cromossomo. Essa espécie exibe grandes blocos terminais de CMA⁺⁺/DAPI, além de um padrão adicional de banda altamente rica em AT (CMA-/DAPI⁺⁺), presente na região terminal ou subterminal do braço longo do par número 10.

5 | CITOGENÉTICA MOLECULAR

A Hibridização *In Situ* Fluorescente (FISH) é uma importante ferramenta citomolecular para mapeamento citogenético. Os genes ribossomais (18S, 5.8S, 25S) são compostos por centenas a milhares de sequências repetidas em tandem, dispostas em sítios de DNAr 35S e DNAr 5S, localizados independente no genoma de determinada espécie (ROA; GUERRA, 2015).

Em um recente estudo, Grabiele et al. (2018) utilizaram um conjunto de sondas de diferentes regiões da unidade DNAr 18S-25S em oitos espécies do gênero *Capsicum* que apresentavam diferenças no número básico de cromossomos, simetria cariotípica, tipo, número, quantidade, distribuição e tamanho de blocos heterocromáticos. Os autores reportaram a caracterização de um novo tipo de DNA satélite composto por toda a unidade de DNAr 18S-25S. A unidade completa de DNAr 18S-25S está amplificada, dispersa e organizada em tandem nos genomas de espécies $n = 12$, sendo o principal constituinte da heterocromatina GC, exceto para as espécies $n = 13$ analisadas. Nas espécies silvestres ($n = 13$), a hibridização das sondas de DNAr ocorreu apenas nas regiões organizadoras de nucléolos (NORs) ativas, sugerindo que o principal componente da heterocromatina rica em GC nessas espécies é diferente das sequências de DNAr 18S-25S.

Em *Capsicum*, por meio da técnica FISH, verificou-se que os genes ribossomais 35S e 5S apresentam grande diversidade em número, tamanho e localização entre as espécies domesticadas e silvestres (SCALDAFERRO et al., 2013; 2016). Os sítios de DNAr 35S variam entre um único par em *C. rhomboideum* a 30 pares em *C. villosum*. Em *C. annuum*, variaram de um a seis pares, cinco pares em *C. chinense* nove pares em *C. frutescens*, 14 pares em *C. pubescens* e variação

entre 14 a 15 pares de sítios 35S em *C. baccatum*. O lócus DNAr 5S possui apenas um único par, localizado principalmente em posição intercalar em um cromossomo mediano metacêntrico (AGUILERA et al., 2016; SCALDAFERRO et al., 2016).

A técnica FISH permite a detecção exata de genes ribossomais (DNAr 35S e 5S). Por sua vez, o bandeamento por nitrato de prata (AgNORs) possibilita detectar quais sítios de DNAr 35S estão transcricionalmente ativos por meio de detecção de regiões organizadoras de nucléolos (NORs) (SCALDAFERRO et al., 2013, 2016).

Scaldaferro et al. (2016), por meio do bandeamento de nitrato de prata identificaram, que as RONS ativas em *Capsicum* variam entre um a quatro pares. A espécie *C. annum* exibe variação entre um e quatro pares. *C. chinense* e *C. frutescens* apresentam, por sua vez, dois pares, enquanto *C. baccatum* exibe quatro pares ativos. As RONS são evidenciadas como constrições secundárias pelo bandeamento por fluorocromos, e estão localizadas, em sua maioria, no braço curto, variando a localização do par cromossômico entre e dentro espécies (SCALDAFERRO et al., 2013).

A imunocoloração de proteínas histonas é outra técnica citomolecular aplicada na compreensão do genoma de plantas. Essa técnica usa anticorpos específicos capazes de reconhecer determinadas modificações pós-traducionais presentes nos aminoácidos nas caudas das histonas. Essas alterações químicas incluem metilação, acetilação, fosforilação, ubiquitinação, entre outras, e regulam importantes processos moleculares, tais como replicação, reparo, condensação, recombinação, transcrição e repressão gênica. Um exemplo de modificação de histonas é a acetilação da lisina 5 na histona H4 (H4K5ac), uma marca epigenética universalmente associada à expressão gênica, sendo observada amplamente em eucariotos e bem estudada em plantas (revisado por FEITOZA; COSTA; GUERRA., 2017). Ao contrário, a metilação de histonas e de DNA está relacionada com o silenciamento gênico em plantas (FONSÊCA et al., 2014). A fosforilação da serina 10 na histona H3 (H3S10ph) tem sido correlacionada à condensação cromossômica e coesão entre cromátides-irmãs em plantas (revisado por MARCON-TAVARES et al., 2014).

Em *Capsicum*, até o presente momento, foi relatado um único trabalho identificando os padrões de modificações de histonas. Martins et al. (2018) verificaram que o padrão de marcação H4K5ac ocorreu na cromatina difusa dos núcleos interfásicos e na cromatina terminal descondensada desde a prófase até a metáfase, não exibindo correlação com as fases do ciclo celular. Segundo os autores, esse padrão de marcação pode estar correlacionado com regiões cromossômicas ricas em genes e potencialmente ativas. Já a marcação H3S10ph ocorreu apenas na região pericentromérica em metáfase mitótica, não sendo observada marcação em núcleo interfásico.

6 | SEQUENCIAMENTO GENÔMICO DE *Capsicum*

Nos últimos anos, o avanço da bioinformática e das plataformas de sequenciamento de nova geração (NGS) tem revolucionado os estudos de genômica de plantas. A plataforma *online Sol Genomics Network* (<https://solgenomics.net/>) armazena dados genômicos, fenotípicos, projetos e ferramentas potentes para análise de espécies da família Solanaceae, tais como, batata, tomate, berinjela, tabaco e pimenta. Essa integração de dados abre novas possibilidades para pesquisas genéticas de solanáceas, acelerando as pesquisas de genômica e evolução, assim como o desenvolvimento de novas ferramentas de bioinformática (FERNANDEZ-POZO et al., 2015).

Dentre as espécies do gênero *Capsicum*, o genoma de *C. annuum* foi o primeiro a ser publicado por dois grupos de pesquisa de forma paralela. Kim et al. (2014) publicaram as sequências do genoma completo de *C. annuum* (CM334) e *C. chinense* (PI 159236). No mesmo ano, Qin et al. (2014) realizaram a montagem *de novo* do genoma de *Zunla-1* (*C. annuum* L.), e da pimenta silvestre *chiltepin* (*C. annuum* var. *glabriusculum*). Ambos os estudos destacaram que o tamanho do genoma de *Capsicum* é de ~3–3,5 Gb, com cerca de 35 mil genes e alta porcentagem de elementos repetitivos (~80%).

Qin et al. (2014) identificaram que mais de 81% do genoma de *C. annuum* é composto por diferentes classes de DNA transponíveis, valor significativamente maior que os TEs (~61%) em batata (*Solanum tuberosum*) e tomate (*S. lycopersicum*). Recentemente, Kim et al. (2017) demonstraram que o genoma de *C. chinense* e *C. baccatum* são compostos por cerca de 81% e 82% de elementos móveis, respectivamente.

Kim et al. (2017) também realizaram a montagem de alta qualidade dos genomas *de C. baccatum* (~3,9 Gb) e *C. chinense* (~3,2 Gb) com base no genoma de referência de *C. annuum* (CM334). Esses autores ainda publicaram uma versão melhorada do genoma de referência “CM334” e “PI 159236”. Esse trabalho contribuiu significativamente na compreensão das relações evolutivas e no tempo de divergência entre as três espécies. A divergência ocorreu primeiro entre a linhagem *Baccatum* e o ancestral comum de *C. annuum* e *C. chinense*, há ~1,7 milhões de anos (Mya), seguido pela divergência entre as linhagens *Annuum* e *Chinense* há cerca de 1,1 Mya.

Os estudos supracitados confirmam que o genoma das pimentas *Capsicum* é de três a quatro vezes maior do que o genoma da batata (*Solanum tuberosum*) e tomate (*S. lycopersicum*). Por exemplo, o tamanho do genoma de *C. baccatum* é de ~3,9 Gb, ou seja, contém 3 bilhões e 900 milhões de pares de bases, enquanto o tamanho dos genomas do tomate e batata estão na faixa de 900 Mb e 844 Mb,

respectivamente (XU et al., 2011; SATO et al., 2012).

Por fim, destaca-se a importância dos estudos sobre os genomas de cloroplastos (plastomas) e mitocôndrias (mitogenomas) de *Capsicum*. Os conteúdos dos genomas organelares representam uma rica fonte de informações para avaliar as relações filogenéticas e compreender a dinâmica evolutiva das mais diferentes espécies, assim como, no conhecimento da função de genes importantes. Somado a isso, podem fornecer informações valiosas para programas de melhoramento genético voltados para o gênero (MAGDY et al., 2019; MAGDY; OUYANG, 2020).

REFERÊNCIAS

- AGUILERA, P. M. *et al.* FISH-mapping of the 5S rDNA locus in chili peppers (*Capsicum*-Solanaceae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 88, n. 1, p. 117-125, 2016.
- BAILEY-SERRES, J. *et al.* Genetic strategies for improving crop yields. *Nature*, v. 575, p. 109-118, 2019.
- BARBOZA, G. E.; BIANCHETTI, L. D. B.; STEHMANN, J. R. *Capsicum carassense* (Solanaceae), a news species from the Brazilian Atlantic Forest. *PhytoKeys*, v. 140, p. 125-138, 2020.
- BARCHENGER, D. W.; NARESH, P.; KUMAR, S. Genetic Resources of *Capsicum*. In: *The Capsicum Genome*. Switzerland: Springer, Cham, 2019, cap. 2, p. 9-23.
- BENTO, C. S. *et al.* Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimentas. *Scientia Agraria*, v. 8, n. 2, p. 149-156, 2007.
- BIANCHI, P. A. *et al.* Biomorphological characterization of Brazilian *Capsicum chinense* Jacq. Germplasm. *Agronomy*, v. 10, n. 3, p. 1-17, 2020.
- BOSLAND, P. W.; VOTAVA, E. J. *Peppers: Vegetable and Spice Capsicums*. 2nd ed. Wallingford: CABI, 2012. 230p.
- CASTAÑEDA-ÁLVAREZ, N. P. *et al.* Global conservation priorities for crop wild relatives. *Nature Plants*, v. 2, p. 1-6, 2016.
- CHIARINI, F.; SAZATORNIL, F.; BERNADELLO, G. Data reassessment in a phylogenetic context gives insight into chromosome evolution in the giant genus *Solanum* (Solanaceae). *Syst. and Biodiversity*, v. 16, n. 4, p. 397-416, 2018.
- COSTA, A. M.; SPEHAR, C. R. Base da diversidade genética. In: *Conservação de Recursos Genéticos no Brasil*. Brasília, DF: Embrapa, 2012, cap.1, p. 28-65.
- COSTA, G, N. *et al.* Selection of pepper accessions with ornamental potential. *Revista Caatinga*, v. 32, n. 2, p. 566-574, 2019.
- FERNANDEZ-POZO, N. *et al.* The Sol Genomics Network (SGN)—from genotype to phenotype to breeding. *Nucleis Acids Research*, v. 43, p. 1306-1041, 2014.

FEITOZA, L.; COSTA, L.; GUERRA, M. Condensation patterns of prophase/prometaphase chromosome are correlated with H4K5 histone acetylation and genomic DNA contents in plants. *PLoS ONE*, v.12,n.8, p.1-14, 2017.

FONSÊCA, A. et al. Epigenetic Analyses and the Distribution of Repetitive DNA and Resistance Genes Reveal the Complexity of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L., Fabaceae) Heterochromatin. *Cytogenetic and Genome Research*, v. 143, p. 168–178, 2014.

FRANKIN, S. *et al.* The Israeli–Palestinian wheat Landraces collection: restoration and characterization of lost genetic diversity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 99, n. 7, p. 1-10, 2019.

GEPTS, P.; PAPA, R. Possible effects of (trans) gene flow from crops on the genetic diversity from landraces and wild relatives. *Environmental Biosafety Research*, v. 2, p. 89-103, 2003.

GOMES, G. P. *et al.* Combinations of distance measures and clustering algorithms in pepper germplasm characterization. *Horticultura Brasileira*, v. 37, n. 2, p. 172-179, 2019.

GRABIELE, M. *et al.* Highly GC-rich heterochromatin in chili peppers (*Capsicum*-Solanaceae): A cytogenetic and molecular characterization. *Scientia Horticulturae*, v. 238, p. 391-399, 2018.

GUERRA, M. Patterns of heterochromatin distribution in plant chromosomes. *Genetics and Molecular Biology*, v. 23, n. 4, p. 1029-1041, 2000.

Internacional Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), 1995. Descriptors for *Capsicum* (*Capsicum* spp.). Disponível em: < <https://bit.ly/2tvUmyC> >. Acesso: 21 de jan. 2020.

IUCN (International Union for Conservation of Nature). The IUCN red list of threatened species. Disponível em: < <https://www.iucnredlist.org/> >. Acesso: 28 de ago. 2020.

KIM, S. *et al.* Genome sequence of the hot pepper provides insights into the evolution of pungency in *Capsicum* species. *Nature Genetics*, v. 46, n. 3, p. 270–278, 2014.

KIM, S. *et al.* New reference genome sequences of hot pepper reveal the massive evolution of plant disease-resistance genes by retroduplication. *Genome biology*, v. 18, n. 210, p. 1-11, 2017.

KHOURY, C. K. *et al.* Modelled distributions and conservation status of the wild relatives of chile peppers (*Capsicum* L.). *Diversity and Distribution*, v. 26, p. 209-225, 2020.

MAGDY, M. *et al.* Pan-plastome approach empowers the assessment of genetic variation in cultivated *Capsicum* species. *Horticulture Research*, v. 6, n. 108, p. 1-15, 2019.

MAGDY, M.; OUYANG, B. The complete mitochondrial genome of the chiltepin pepper (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*), the wild progenitor of *Capsicum annuum* L. *Mitochondrial DNA Part B*, v. 5, p. 683-684, 2020.

MARCON-TAVARES, A. *et al.* Different patterns of chromosomal histone H3 phosphorylation in land plants. *Cytogenetic and Genome Research*, v. 143, p. 136-143, 2014.

- MARTINS, L. *et al.* Heterochromatin distribution and histone modification patterns of H4K5 acetylation and phosphorylation in *Capsicum* L. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 18, p. 161-168, 2018.
- MAXTED, N. *et al.* Towards a definition of a crop wild relative. *Biodiversity and Conservation*, v. 15, p. 2673-2685, 2006.
- MIGICOVSKY, Z. *et al.* Using Living Germplasm Collections to Characterize, Improve, and Conserve Woody Perennials. *Crop Science*, v.59, p.2365-2380, 2019.
- MOSCONE, E. A. *et al.* Fluorescent chromosome banding in the cultivated species of *Capsicum* (Solanaceae). *Plant Systematics And Evolution*, v. 202, p. 37-63, 1996.
- MOSCONE, E. A. *et al.* The Evolution of Chili Peppers (*Capsicum* – Solanaceae): a Cytogenetic Perspective. *Acta Horticulturae*, v.745, p.137-170, 2007.
- MOYETTA, N. R. *et al.* Heterochromatin and rDNA patterns in *Solanum* species of the Moreloid and Dulcamaroid clades (Solanaceae). *Plant Biosystems*, p. 539-547, 2016.
- OLMSTEAD, R.G. *et al.* A molecular phylogeny of the Solanaceae. *Taxon*, v. 57, n. 4, p. 1159-1181, 2008.
- PROHENS, J. *et al.* Introgressomics: a new approach for using crop wild relatives in breeding for adaptation to climate change. *Euphytica*, v. 213, p. 1-19, 2017.
- QIN, C. *et al.* Whole-genome sequencing of cultivated and wild peppers provides insights into *Capsicum* domestication and specialization. *PNAS*, v. 111, n. 14, p. 5135-5140, 2014.
- RIBEIRO, C. S. C. *et al.* BRS Juruti: the first Brazilian habanero-type hot pepper cultivar. *Horticultura Brasileira*, v. 33, n. 4, p. 527-529, 2015.
- RIBEIRO, C. S. C. *et al.* BRS Tui: a new Biquinho-type pepper cultivar released by Embrapa. *Horticultura Brasileira*, v. 36, n. 4, p. 526-528, 2018.
- RIBEIRO, C. *et al.* Embrapa's *Capsicum* Breeding Program— Looking back ... into the Future. *Crop Breeding, Genetics and Genomics*, v. 2, p. 1-26, 2020.
- ROA, F.; GUERRA, M. Non-Random Distribution of 5S rDNA Sites and Its Association with 45S rDNA in Plant Chromosomes. *Cytogenetic and Genome Research*, v. 146, p. 243-249, 2015.
- SATO, S. *et al.* The tomato genome sequence provide insights into fleshy fruit evolution. *Nature*, v. 485, p. 635-641, 2012.
- SCALDAFERRO, M. A. *et al.* Heterochromatin type, amount and distribution in wild species of chili peppers (*Capsicum*, Solanaceae). *Genetic Resources and Crop Evolution*, v 60, p. 693-709, 2013.
- SCALDAFERRO, M. A. *et al.* FISH and AgNor mapping of the 45S and 5S rRNA genes in wild and cultivated species of *Capsicum* (Solanaceae). *Genome*, v. 59, p. 95-113, 2016.

XU, X. et al. Genome sequence and analysis of the tuber crop potato. *Nature*, v. 475, p. 189-197, 2011.

ZONNEVELD, M. V. *et al.* Screening Genetic Resources of *Capsicum* Peppers in Their Primary Center of Diversity in Bolivia and Peru. *PLoS ONE*, v. 10, n. 9, p. 1-23, 2015.

MARIOT et al. Divergência genética entre acessos de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek e *M. aquifolium* Mart.) com base em caracteres morfológicos e fisiológicos. *Revista brasileira plantas medicinais* v.12 n.3 p. 243-249, 2010

CONSERVAÇÃO DE BATATA DOCE MINIMAMENTE PROCESSADA COM O USO DE ANTIOXIDANTES

Data de aceite: 03/11/2020

Data de submissão: 29/07/2020

Daniel César Sausen

Sociedade Educacional Três de Maio –
SETREM
Três de Maio – RS
<http://lattes.cnpq.br/0593086552653999>

Júlio Cezar Minetto Brum

Sociedade Educacional Três de Maio –
SETREM
Três de Maio – RS
<https://orcid.org/0000-0002-5619-1024>

Marcos Joel Koscheck

Sociedade Educacional Três de Maio –
SETREM
Três de Maio – RS
<https://orcid.org/0000-0001-9936-4135>

Ana Paula Cecatto

Sociedade Educacional Três de Maio –
SETREM
Três de Maio – RS
<http://lattes.cnpq.br/3163994470945604>

Claudinei Márcio Schmidt

Sociedade Educacional Três de Maio –
SETREM
Três de Maio – RS
<http://lattes.cnpq.br/2875760971918901>

Seu consumo vem crescendo nos últimos anos e com isso o processamento mínimo tem sido uma das alternativas para agregar valor à batata doce. Sabe-se que um dos grandes problemas das batatas minimamente processadas é o escurecimento enzimático que acaba depreciando o produto final, justificando assim o emprego de antioxidantes no seu preparo. Contudo, existe uma lacuna na literatura consultada no que diz respeito à avaliação da qualidade química de batata doce minimamente processada, indiferentemente dos tratamentos empregados na produção destas. O objetivo deste trabalho foi avaliar as características químicas de batata-doce minimamente processada submetidas a tratamento com antioxidantes em função dos dias de armazenagem. O experimento foi conduzido no esquema fatorial 3x4, sendo dois antioxidantes (ácido ascórbico e ácido cítrico) mais uma testemunha e 4 épocas de avaliação (0, 2, 4, 6 dias de armazenagem). O experimento foi conduzido sob temperatura de refrigeração (5 ± 2 °C a 85% UR) e congelamento ($-18 \pm 0,5$ °C a 85% UR). Foram avaliados parâmetros de pH, Acidez titulável total (ATT), sólidos solúveis totais (SST) e a relação SST/ATT. O uso de ácido ascórbico como agente antioxidante independente da temperatura de armazenamento se mostrou eficaz, mantendo as características químicas da batata doce mais próximas aos teores encontrados na hortaliça *in natura*.

PALAVRAS-CHAVE: Ipomoea batatas, acidez, brix, pós-colheita, processamento mínimo.

RESUMO: A batata doce tem grande importância na alimentação humana, principalmente por se constituir em uma fonte de alimento energético.

CONSERVATION OF MINIMALLY PROCESSED SWEET POTATO USING ANTIOXIDANTS

ABSTRACT: The sweet potato have great importance in human feeding, mainly because it consists in an energetic source of food. Its consumption has been growing in recent years and with this, minimal processing has been one of the alternatives to add value to sweet potatoes. It is known that one of the major problems of minimally processed potatoes is the enzymatic browning that ends up depreciating the final product, thus justifying the use of antioxidants in its preparation. However, there is a gap in the consulted literature regarding the evaluation of the chemical quality of minimally processed sweet potatoes, regardless of the treatments used in their production. The objective of this work was to evaluate the chemical characteristics of minimally processed sweet potatoes submitted to treatment with antioxidants depending on the days of storage. The experiment was conducted in a 3x4 factorial scheme, with two antioxidants (ascorbic acid and citric acid) plus a control and 4 evaluation periods (0, 2, 4, 6 days of storage). The experiment was carried out under refrigeration temperature (5 ± 2 °C at 85% RH) and freezing (-18 ± 0.5 °C at 85% RH). The parameters of pH, total titratable acidity (TTA), total soluble solids (SST) and the SST / ATT ratio were evaluated. The use of ascorbic acid as an antioxidant agent independent of the storage temperature proved to be effective, keeping the chemical characteristics of sweet potatoes closer to the levels found in fresh vegetables.

KEYWORDS: Ipomoea potatoes, acidity, brix, postharvest, minimal processing.

1 | INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) é uma hortaliça tropical e subtropical, de ciclo de produção curto (4 a 5 meses), fácil cultivo, rústica, de ampla adaptação, de alta tolerância a regiões áridas e secas, com custo de produção relativamente baixo e com elevada capacidade de produção de biomassa (TAVARES, SANTANA, *et al.*, 2007).

É considerado um alimento altamente energético. Ao ser colhida, apresenta cerca de 30% de matéria seca que contém em média 85% de carboidratos, que durante o armazenamento se converte em açúcares solúveis (SILVA, LOPES e MAGALHÃES, 2008). Ainda segundo Silva, Lopes e Magalhães possui altos teores de vitaminas A e B e dessa forma torna-se um importante complemento alimentar para famílias de baixa renda, quando se compara com a composição do arroz, que é a base alimentar dessa classe social. Sánchez, Santos e Vasilenko (2019) ainda ressaltam de que a batata-doce possui um índice glicêmico muito baixo, ou seja, os hidratos de carbono presentes na batata-doce serão absorvidos mais lentamente e durante mais tempo, o que se traduz num menor impacto no aumento da glicemia de quem a consome. Portanto, a batata-doce é muito indicada para desportistas e pessoas com atividade física intensa.

Contudo, mesmo tendo grande importância social, econômica (BARRERA, 1986) e nutricional, seu cultivo ainda é com a finalidade de subsistência e produz tubérculos com qualidade inferior que sofrem restrições à comercialização (SILVA, LOPES e MAGALHÃES, 2004). Assim, uma alternativa para aumentar o consumo e venda destes tubérculos seria na forma minimamente processada.

O processamento mínimo é uma alternativa para agregar valor ao produto com qualidade visual inferior e consiste na seleção, limpeza, descascamento, corte, embalagem e armazenamento (ROSA, 2002). Busca-se com o processamento mínimo obter um produto pronto para o consumo sem alterar drasticamente suas propriedades sensoriais e nutricionais (JACOMINO, ARRUDA, *et al.*, 2004).

Contudo, o estresse mecânico provocado pelo corte acaba provocando aumento da taxa respiratória e produção de etileno, ocasionando escurecimento enzimático e alteração do sabor e aroma (FELIPPIN, 2019). Assim, alimentos minimamente processados necessitam de cuidados especiais quanto a seu armazenamento, incluindo, muitas vezes, a adição de conservantes para aumentar sua vida útil (CENCI, 2011).

No caso da batata-doce, por possuir em sua constituição altos níveis de compostos fenólicos, observa-se o escurecimento do tecido quando este é exposto ao oxigênio presente no ar atmosférico, dando uma aparência não muito agradável (SOUZA e DURIGAN, 2007). Logo, o uso de substâncias antioxidantes (inibidores enzimáticos) aliado ao uso de temperaturas de conservação auxiliaria na retardação do escurecimento durante o armazenamento.

Atualmente diversas substâncias vêm sendo empregadas como forma de conservar e diminuir os efeitos negativos do processamento mínimo de alimentos e aumentar sua vida de prateleira (FELIPPIN, 2019; KLUGE, GEERDINK, *et al.*, 2014; OLIVEIRA, PANTAROTO e CEREDA, 2003; NUNES, BOAS e XISTO, 2011). O uso dos ácidos ascórbico e cítrico são exemplos de antioxidantes usados como tentativa de aumentar a vida útil e diminuir o escurecimento de alimentos minimamente processados.

Estudando os efeitos do processamento mínimo em manga associado a uso de antioxidantes, Silva, Gomes, *et al.* (2020), obtiveram resultados promissores com o uso de ácido ascórbico associado à cloreto de cálcio. Contudo, o tipo de corte e a temperatura de refrigeração foram fatores decisivos na manutenção das características físico-químicas da manga minimamente processada, segundo os autores.

De forma semelhante, Manolopoulou e Varzakas (2011) em seu estudo com repolho minimamente processado e o uso de antioxidantes, concluíram que o uso de ácido ascórbico manteve as qualidades físico-químicas do produto por 14 dias quando armazenado a 0°C e 7 dias quando à 5°C, contudo, em relação ao

escurecimento enzimático, não se diferenciou da testemunha. Já, o uso de ácido cítrico, neste mesmo ensaio, reduziu o escurecimento por 22 dias quando o produto foi armazenado a 0°C.

Todavia, até então, vê-se poucas pesquisas com processamento mínimo e pós-colheita de batata-doce, bem como com o uso de antioxidantes para conter o escurecimento enzimático após o corte.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar as características químicas de batata-doce minimamente processada submetidas a tratamento com antioxidantes em função dos dias de armazenagem sob refrigeração e congelamento.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no laboratório de química e na agroindústria da Sociedade Educacional Três de Maio (SETREM). A cultivar de batata-doce utilizada foi a BRS Amélia, que possui polpa com coloração alaranjado intenso e foi produzida na horta da instituição. As batatas foram colhidas e lavadas com detergente neutro e água corrente a fim de realizar a higienização. Após, foi realizada a sanitização com hipoclorito de sódio (200 ppm de cloro ativo) por 5 minutos. Após os tubérculos foram descascados e picados em cubos de igual tamanho (1 x 1 x 1cm) e foram imersos em água clorada até o momento de colocá-los nas soluções antioxidantes.

As soluções antioxidantes foram preparadas em uma concentração de 2% de ácido ascórbico e cítrico, separadamente, na qual a batata-doce minimamente processada ficou submersa durante 15 minutos. Na testemunha os cubos de batata doce foram imersos apenas em água. As amostras foram separadas em sacos plásticos, com amostras de 140 gramas cada e acondicionados em câmara de congelamento a $-18 \pm 0,5$ °C e 85% de UR e sob refrigeração a 5 ± 2 °C e 85 % de UR.

O delineamento experimental empregado foi o em blocos ao acaso, com arranjo fatorial 3 x 4 com 3 repetições. O primeiro fator consistiu no uso de dois antioxidantes (ácido ascórbico e ácido cítrico) mais a testemunha e o segundo fator foram os dias de armazenagem (0, 2, 4, 6 dias de armazenagem), tanto congelado como refrigerado.

As avaliações realizadas nas polpas maceradas e homogeneizada foram o pH por leitura direta utilizando-se um potenciômetro digital; acidez total titulável (ATT) determinada por titulometria de neutralização até pH 8,1, com hidróxido de sódio 0,1 moles L⁻¹, sendo os resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico e o teor de sólidos solúveis totais (SST), determinado por refratometria manual expressando-se o resultado em °Brix. Para a realização das análises, seguiu-se a metodologia descrita pela (AOAC, 2000).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e para descrição das variáveis nos períodos de armazenamento foi realizada a análise de regressão a 5 % de probabilidade de erro. Os modelos de regressão polinomial foram selecionados de acordo com a significância do teste F e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado comportamento similar entre a testemunha e o tratamento com ácido ascórbico em todos atributos analisados (Figura 1) durante os dias de armazenamento.

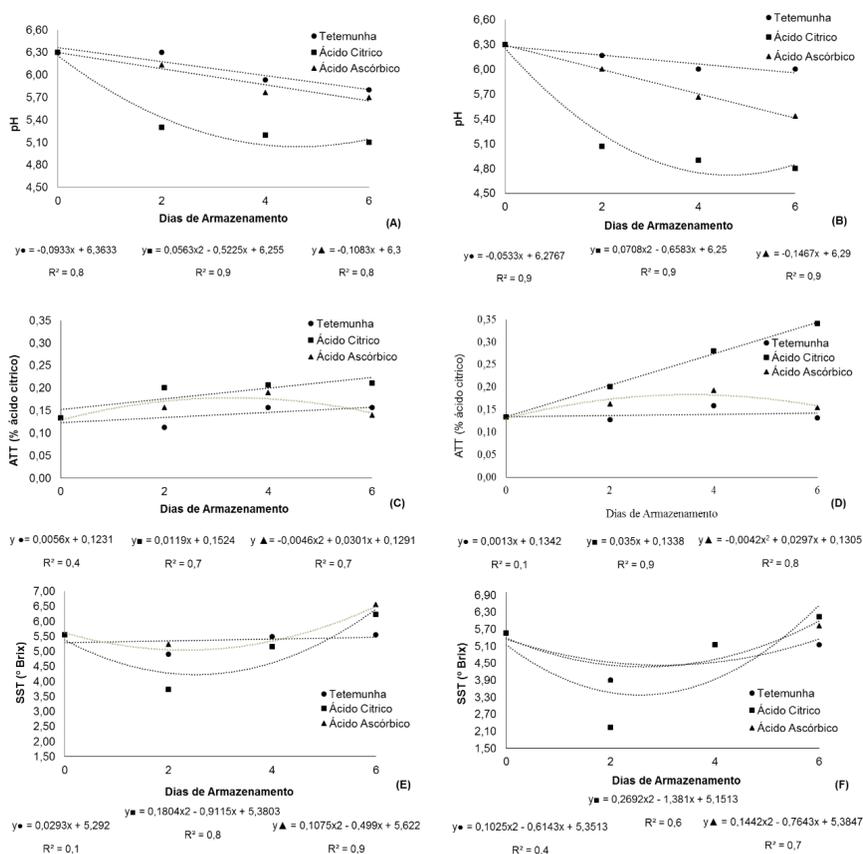


Figura 1: Parâmetros de qualidade de batata doce minimamente processada com uso de antioxidantes sob refrigeração (A, C e E) e congelamento (B, D, F).

O pH no tempo 0 estava concordando com o proposto por Vanetti (2000)

que é de 5,5 a 7,0 para hortaliças *in natura*. No entanto, durante o armazenamento o tratamento com ácido cítrico reduziu o pH para valores a baixo do 5,5 (Figura 1A e 1B), apresentando menor pH aos 4 dias de armazenamento. O tratamento com ácido ascórbico e a testemunha permaneceram dentro do esperado. Em trabalho realizado por Sánchez, Santos e Vasilenko (2019) com diferentes variedades de batatas-doce foi quantificado o pH, que variou de 5,8 a 6,3. Especificamente para as variedades determinadas Laranjas, os autores quantificaram o pH de 6,2 e 5,8, respectivamente para a variedade Laranja 1 e Laranja 2. Oliveira, Pantaroto e Cereda (2003), em seus ensaios com mandioca minimamente processada, atribuiu a redução do pH à utilização de ácido cítrico como agente antioxidante, o que pode explicar o fenômeno observado neste estudo também.

Em relação à ATT observou-se uma tendência linear ascendente da acidez em função dos dias de armazenamento para a testemunha e o tratamento com ácido cítrico (figura 1C e 1D). O tratamento com ácido ascórbico mostrou um comportamento quadrático, apresentando um pico de acidez no ambiente refrigerado aos 3,3 dias de armazenamento e no congelado aos 3,5 dias de armazenamento. Mesmo apresentando comportamento diferente aos demais tratamentos, o tratamento com ácido ascórbico manteve sua acidez mais estável, como a testemunha.

Um aumento da acidez no tratamento com ácido cítrico pode estar relacionado aos teores do ácido já presentes da batata doce e seu uso como agente antioxidante pode ter elevado seus níveis após o processamento mínimo. Os resultados obtidos para este tratamento diferem da afirmação de Fenema (1985), que há redução dos ácidos orgânicos durante o amadurecimento e armazenamento em função da oxidação dos mesmos para a produção de energia.

De maneira geral, a acidez é atribuída à presença dos ácidos orgânicos que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células na forma livre ou combinada com sais de ésteres (NASSUR, 2009). Estes ácidos servem como reserva energética, por meio de sua oxidação no ciclo de Krebs (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Com a maturação o teor de ácidos orgânicos, com poucas exceções, diminui, devido ao processo respiratório ou de sua conversão em açúcares, como observado no tratamento com ácido ascórbico, independente da temperatura de armazenamento (Figura 1C e 1 D). Em trabalho realizado por Gouveia, Correia, *et al.* (2014), também com batata-doce armazenada, observou-se esta mesma tendência comportamental aos 14º dias de armazenamento, um decréscimo na acidez e conseqüentemente aumento dos teores de açúcar. A mesma situação foi observada também por Nunes, Boas e Xisto (2011) em estudos com mandioquinha salsa minimamente processada e por Kluge, Geerdink, *et al.* (2014) em ensaio com pimentão amarelo minimamente processado e tratados com diferentes antioxidantes. Para Kluge, Geerdink, *et al.* (2014) o aumento inicial e posterior declínio da acidez titulável, deve-se ao aumento

da concentração de CO₂ intracelular resultante do aumento das taxas respiratórias o que provoca a acidificação logo após o processamento, confirmando os resultados obtidos nesse trabalho.

O teor de sólidos solúveis totais (SST) é um parâmetro muito importante na batata-doce. Segundo Sánchez, Santos e Vasilenko (2019) ele está diretamente correlacionado com o sabor. Além disso, indica o conteúdo em açúcares totais, que no caso da batata-doce são a sacarose, que se encontra em maior proporção, seguida pela glucose, frutose e, dependendo das variedades, pequenas quantidades de maltose (LAI, HUANG, *et al.*, 2013). No presente estudo, os teores de SST ficaram abaixo do que determinaram Sanches, Santos e Vasilenko, que determinaram para as variedades de batata-doce com polpa laranja 8,4 e 12,2 de sólidos solúveis. O comportamento dos sólidos solúveis totais (SST) tanto em ambiente refrigerado como em ambiente sob temperatura de congelamento foi similar para os tratamentos com antioxidantes (Figura 1e e 1F). No entanto, o tratamento com ácido cítrico apresentou sempre os menores teores. Em ambiente refrigerado o menor valor °Brix para o tratamento com ácido cítrico ocorreu aos 2,5 dias de armazenamento enquanto que para o tratamento com ácido ascórbico foi aos 2,3 dias. Quando congelados, estes menores teores de °Brix forma observados aos 2,6 dias e aos 2,7 dias, respectivamente para o tratamento com ácido cítrico e ácido ascórbico. Segundo Pineli, Moretti, *et al.* (2005) a diminuição dos teores de açúcares pode estar relacionado com o estresse mecânico provocado pelo processamento mínimo e também com a senescência das raízes, onde o açúcar é consumido nos processos respiratório e fermentativo, produzindo CO₂, água e ácidos orgânicos, respectivamente, uma vez que os teores de sólidos solúveis estão relacionados com a diferença entre liberação e degradação de açúcares. Este comportamento relatado por Pineli, também foi observado no presente experimento e relatado anteriormente.

4 | CONCLUSÕES

Indiferente do modo de conservação empregado, o tratamento com ácido ascórbico mostrou-se mais eficiente por manter as características químicas praticamente constantes.

Além disso, o uso do ácido ascórbico cumpriu com seu papel de evitar o escurecimento enzimático mantendo as batatas-doces visualmente mais atraentes.

REFERÊNCIAS

AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17. ed. Maryland: AOAC International, 2000. 300 p.

BARRERA, P. **Batata-doce**: uma das doze mais importantes culturas do mundo. Coleção Brasil Agrícola. São Paulo: Ícone Editora, 1986.

CENCI, S. A. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**: tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2011. 144 p. : il.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**. 2ª. ed. Lavras: ESALQ/FAEPE, 2005. 783 p.

FELIPPIN, B. L. **Aditivos para a redução do escurecimento enzimático de escarola minimamente processada**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos). Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura "Luís de Queiroz". Piracicaba-SP, p. 23. 2019.

FENEMA, Q. R. **Food chemistry**. New York: Marcel Dekker, 1985. 991 p. p.

GOUVEIA, A. M. S. et al. Qualidade de raízes de batata-doce em função da adubação nitrogenada e conservação. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu-SP, v. 10, n. 1, p. 57-64, 2014.

JACOMINO, A. P. et al. **Processamento mínimo de frutas no Brasil**. SIMPOSIUM "Estado actual del mercado de frutos y vegetales cortados em Iberoamérica". San José - Costa Rica: [s.n.]. 2004. p. 79-86.

KLUGE, R. A. et al. Qualidade de pimentões amarelos minimamente processados tratados com antioxidantes. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina-PR, v. 35, n. 2, p. 801-812, 2014.

LAI, Y. C. et al. Studies of sugar composition and starch morphology of baked sweet potatoes (Ipomoea batatas). **Journal Food Science and Technology**, v. 50, n. 6, p. 1193-1199, 2013.

MANOLOPOULOU, E.; VARZAKAS, T. Effect of Storage Conditions on the Sensory Quality, Colour and Texture of Fresh-Cut Minimally Processed Cabbage with the Addition of Ascorbic Acid, Citric Acid and Calcium Chloride. **Food and Nutrition Sciences**, p. 956-963, 2011.

NASSUR, R. C. M. R. **Qualidade pós colheita de tomate italiano produzido em sistema orgânico**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras. Lavras, p. 127, 2009.

NUNES, E. E.; BOAS, E. V. D. B. V.; XISTO, A. L. R. P. Qualidade de mandiocinha-salsa minimamente processada: Uso de antioxidantes. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi-TO, v. 2, n. 3, p. 43-50, 2011.

OLIVEIRA, M. A.; PANTAROTO, S.; CEREDA, M. P. Efeito da sanitização e de agente antioxidante em raízes de mandioca minimamente processadas. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas - SP, v. 6, p. 339-344, 2003.

PINELI, L. L. O. et al. Caracterização química e física de batatas 'Ágata' minimamente processadas, embaladas sob diferentes atmosferas ativas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 40, p. 1035-1041, 2005.

ROSA, O. O. **Microbiota associada a produtos hortícolas minimamente processados comercializados em supermercados**. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG, p. 210, 2002.

SÁNCHEZ, C.; SANTOS, M.; VASILENKO, P. Batata-doce branca, roxa ou alaranjada? Avaliação qualitativa e nutricional. Dossiê Técnico. **Vida Rural**, p. 30-32, maio 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/Cliente/Desktop/Artigo%20batata/Batata-doce%20branca%20roxa%20ou%20alaranjada.pdf>. Acesso em: 01 jul 2020.

SILVA, J. B. C. D.; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. Batata-doce (Ipomoea batatas). **Sistemas de Produção. CNPTIA. Embrapa.**, 2008. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Batata-doce/Batata-doce_Ipomoea_batatas/autores.htm>. Acesso em: 27 jul. 2020.

SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. Cultura da Batata-doce (Ipomoea batatas L.). Sistema de Produção nº 6. **Embrapa CNPH**, 2004. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/batata-doce>. Acesso em: 17 abr. 2016.

SILVA, M. E. D. S. et al. Melhoramento Do Processamento Mínimo Da Manga (Mangifera indica L. Var Tommy Atkins). **Brazilian Journal of Development**, Curitiba-PR, v. 6, n. 3, p. 12409-12423, mar. 2020.

SOUZA, B. S.; DURIGAN, J. F. Processamento mínimo de abacaxi. In: MORETTI, C. L. (Ed.). **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Brasília: Embrapa/SEBRAE, 2007. p. 195-202.

TAVARES, I. B. et al. **Produção de etanol utilizando como matéria-prima a batata-doce cultivada no estado do Tocantins**. CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROENERGIA E BIONCOMBUSTÍVEIS. Teresina: Embrapa Meio Norte. 2007.

VANETTI, M. C. D. **Controle microbiológico e higiene no processamento mínimo**. Anais do Encontro Nacional de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. Viçosa-MG: UFV. 2000. p. 45.

CAPÍTULO 7

CORRELAÇÃO ENTRE ELEMENTOS METEOROLÓGICOS E TEOR DE UMIDADE DO SOLO EM PLANTIO DE AÇAIZEIRO EM CASTANHAL, PARÁ

Data de aceite: 03/11/2020

Data de submissão: 15/09/2020

Matheus Yan Freitas Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0002-1235-6800>

Matheus Lima Rua

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0002-5184-0726>

Carmen Grasiela Dias Martins

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0001-7854-1956>

Deborah Luciany Pires Costa

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0002-3513-0759>

Denilson Barreto da Luz

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0001-7192-3310>

Bruno Gama Ferreira

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0001-5782-819X>

Bianca Nunes dos Santos

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0002-1288-8380>

Maria de Lourdes Alcântara Velame

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0002-1894-5462>

Vandeilson Belfort Moura

ADEPARA
Monte Alegre-PA
<https://orcid.org/0000-0002-1248-0342>

Hildo Giuseppe Garcia Caldas Nunes

MPEG
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0003-4072-003X>

Augusto José Silva Pedroso

IFPA
Castanhal – PA
<https://orcid.org/0000-0002-5353-5813>

Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza

Universidade Federal Rural da Amazônia
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0003-4748-1502>

RESUMO: A água no solo é essencial para o desenvolvimento e desempenho das funções metabólicas das plantas. O teor de umidade do solo sofre variação ao longo do tempo e os elementos meteorológicos podem influenciar nesse comportamento. O objetivo foi avaliar a correlação do teor de umidade do solo com os elementos meteorológicos. O experimento foi conduzido no município de Castanhal-PA nos meses de abril a maio de 2019. Foram utilizados sensores instalados em uma torre micro meteorológica para avaliação das variáveis

meteorológicas e os dados foram coletados em um *datalogger* que realizava leituras a cada 10 segundos e gravação das médias a cada 20 minutos. Foram utilizados oito tensiômetros na profundidade de 0,1 m e as tensões foram coletadas uma vez ao dia utilizando tensímetro digital, sendo o teor de umidade determinado pelo modelo ajustado de Van Genuchten. O teor de umidade apresenta correlação com umidade relativa do ar (0,78), déficit de pressão de vapor (-0,79), temperatura do ar (-0,69) e temperatura do solo (-0,46).

PALAVRAS-CHAVE: Microclima; Água no solo; Tensiometria.

CORRELATION BETWEEN METEOROLOGICAL ELEMENTS AND SOIL MOISTURE CONTENT IN AÇAÍ PLANT IN CASTANHAL, PARÁ

ABSTRACT: Soil water is essential for the development and performance of plant metabolic functions. Soil moisture content of the soil varies over time and the weather elements can influence this behavior. The objective was to evaluate the correlation of the moisture content of the soil with the meteorological elements. The experiment was conducted in the city of Castanhal-PA from April to May 2019. Sensors installed in a micrometeorological tower were used to assess the meteorological variables and the data were collected in a datalogger that performed readings every 10 seconds and recorded the results averages every 20 minutes. Eight tensiometers were used at a depth of 0.1 m and the tensions were collected once a day using a digital tensiometer, the moisture content being determined by the Van Genuchten adjusted model. The moisture content is correlated with relative humidity (0.78), vapor pressure deficit (-0.79), air temperature (-0.69) and soil temperature (-0.46).

KEYWORDS: Microclimate; Water in soil; Tensiometer.

1 | INTRODUÇÃO

O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart., família Arecaceae) é uma palmeira nativa Amazônica de importância econômica, social e ambiental que originariamente desenvolve-se em ambientes com fluxo intenso de água e pouca amplitude térmica (CONFORTO; CONTIN, 2009; BONOMO et al., 2014).

O sistema de cultivo do açazeiro é influenciado pelas variáveis meteorológicas e sua quantificação por sensores permite realizar o manejo eficiente das condições edafoclimáticas para obtenção de satisfatórios índices de produtividade (LARBI; GREEN, 2018), pois a temperatura e umidade do ar, temperatura e umidade do solo, déficit de pressão de vapor d'água e precipitação podem controlar as trocas gasosas nos vegetais (TAIZ; ZEIGER, 2017).

O solo é um reservatório temporário que armazena e fornece água para a planta conforme sua demanda hídrica, influenciado pela chuva, irrigação, drenagem, evapotranspiração das culturas e práticas de manejo (SOUZA et al., 2016). Informações do teor de umidade do solo apoiam o planejamento dos sistemas de irrigação e drenagem, a determinação do consumo hídrico, manejo da irrigação,

época de semeadura e processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera (QUINTINO et al., 2015).

O Pará possui os tipos climáticos Am e Aw com período seco durante o ano, onde a não reposição de água no solo promove déficit hídrico (ALVARES et al., 2014). A ausência de chuvas combinado com temperaturas elevadas reduzem o teor de umidade do solo, favorecendo o surgimento de condições de seca e perdas de produtividade (MO & LETTENMAIER, 2015).

Para EMBRAPA (2008), o açaizeiro apresenta alta demanda hídrica, sendo necessárias informações sobre o comportamento da planta devido a variabilidade climática na Amazônia e as diferentes condições de conteúdo de água no solo.

Diante do exposto, objetiva-se neste estudo analisar os elementos meteorológicos e suas correlações com o teor de umidade do solo em um plantio comercial de açaizeiro em Castanhal, Pará.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O experimento foi realizado em um plantio comercial de açaizeiro (cv: BRS – PA) no município de Castanhal – PA ($1^{\circ}19'24.48''S$ e $47^{\circ}57'38.20''W$), em uma área de aproximadamente 0,30 ha, que tinha 8 anos, alcançando 12 metros de altura (Figura 1).

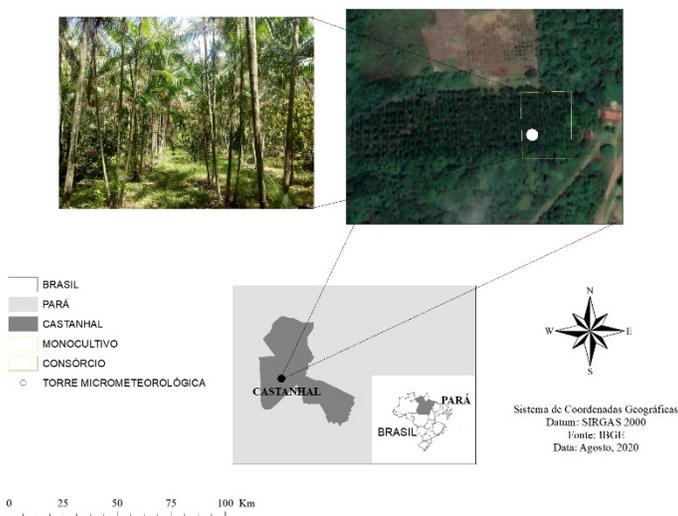


Figura 1. Localização da área experimental, Castanhal - PA.

As avaliações ocorreram no período entre os dias 01/04/2019 e 25/05/2019 perfazendo 55 dias. Segundo a classificação de Köppen, o clima corresponde ao tipo Am, caracterizada por temperaturas entre 23°C a 31°C, com média anual de 26,5° C e precipitação média anual de 2432 mm (Alvares et al. 2014). A classificação do solo é Latossolo Amarelo Distrófico com textura franca arenosa (SANTOS et al., 2018). Para avaliação dos atributos químicos (Tabela 1) e físicos (Tabela 2) do solo foram realizadas coletas de amostras deformadas na área experimental nas profundidades 0-20 cm e 20-40 cm, as mesmas foram avaliadas no laboratório de física e química do solo da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).

Profundidade	Areia	Silte	Argila
	-----%-----		
0-20	86,55	9,37	4,08
20-40	74,01	11,13	14,86

Tabela 1 - Análise química do solo – plantio comercial de açaizeiro, Castanhal-PA.

Fonte: Laboratório de solos da UFRA.

Profundidade	pH (H ₂ O)	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺
		---mg dm ⁻³ ---	-----cmol _c dm ⁻³ -----			
0-20	5,925	11,371	0,545	0,850	0,500	0,400
20-40	5,690	0,953	0,380	0,350	0,100	1,100

Tabela 2 - Análise granulométrica do solo – plantio comercial de açaizeiro, Castanhal-PA.

Fonte: Laboratório de solos da UFRA.

2.2 Coleta de dados e análises

Os dados meteorológicos utilizados foram obtidos através da torre micrometeorológica instalada na área de estudo, com altura de 17 m, abrigando uma estação meteorológica automática equipada com sensores de precipitação, temperatura e umidade do ar e temperatura do solo. Estes foram conectados a um datalogger (CR1000, Campbell Scientific) que realizava leituras a cada 10 segundos e gravação das médias e totais a cada 20 minutos. Os valores de DPV (déficit de pressão de vapor) foram estimados de acordo com a metodologia de Tetens (1930), calculados a partir das seguintes equações (1, 2 e 3).

$$es = 0,611 * 10^{\frac{7,5*T}{237,3+T}} (KPa) (Eq. 1)$$

$$ea = \frac{es * UR}{100} (KPa) (Eq. 2)$$

$$DPV = es - ea (KPa) (Eq. 3)$$

Em que, es é a pressão de saturação de vapor d'água (kPa), ea é a pressão parcial do vapor d'água (kPa), Tar é a temperatura do ar (°C), UR é a umidade relativa do ar (%) e DPV é o déficit de pressão de vapor d'água.

Para a determinação do teor de umidade do solo (θ) na camada de 10 cm, foram utilizados 8 tensiômetros de punção. Foram coletadas 3 tensões a cada dia com o uso de um tensiômetro digital e o potencial matricial foi obtido pela equação 4.

$$\phi = (Z + h_1 - L) * 0,0981 \quad (Eq. 4)$$

Sendo: ϕ o potencial matricial (Kpa); Z a distância entre a cápsula porosa e a superfície do solo, cm; h1 a altura de água acima da superfície no tensiômetro, cm; L é a leitura no tensiômetro (cca).

A curva de retenção para a profundidade de 0-20 cm foi obtida pela umidade do solo entre as tensões de 0 a 1500 kPa, os quais foram ajustados por meio do modelo de Van Genuchten (1980), conforme equação 5.

$$\theta = \theta_R + (\theta_S - \theta_R) \cdot \left[\frac{1}{1 + (\alpha \cdot \psi_m)^n} \right]^m \quad (Eq. 5)$$

Com $m = 1 - 1/n$ (MUALEM, 1976), sendo θ a umidade volumétrica ($m^3 m^{-3}$); θ_r e θ_s são, respectivamente, as umidades residual e de saturação ($m^3 m^{-3}$); ψ_m o potencial mátrico (kPa); α e n são parâmetros do modelo.

Os parâmetros θ_r , n e α foram obtidos por meio da ferramenta Solver da planilha eletrônica Excel, ao passo que o parâmetro θ_s foi determinado por meio da pesagem direta da amostra do solo saturado. Os dados foram analisados por estatística descritiva e correlação de Pearson e classificados de acordo com Dancey & Reidy (2006).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos meses de abril e maio as precipitações foram, respectivamente, de 320 mm e 278 mm, obtendo máxima no dia 7 de maio (56 mm), totalizando 528 mm no período de análise. A temperatura média do ar foi 25,49 ($\pm 0,6$) °C, com máxima de 26,82 °C e mínima de 24,05 °C. A temperatura do solo teve média de 26,17 ($\pm 0,24$) °C, obtendo valores máximo de 26,63 °C e mínimo de 25,4 °C. A umidade relativa do ar teve média de 92,7% ($\pm 2,51$ %), e máxima de 97,55% e mínimo de 85,68%. A média do DPV foi 0,27 ($\pm 0,1$) kPa, com máximo e mínimo de 0,55 kPa e 0,07 kPa (Figura 2).

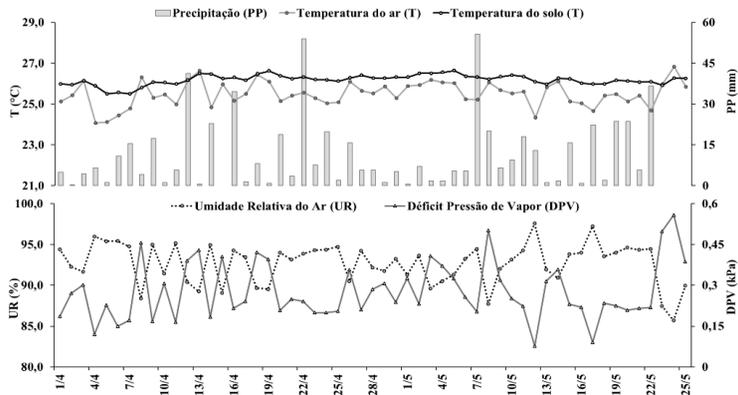


Figura 2: Elementos meteorológicos entre os meses de abril e maio em um plantio comercial de açaizeiro em Castanhal, Pará.

Fonte: Autores

O teor médio de umidade do solo foi $0,438 (\pm 0,001) \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, com máxima de $0,440 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ e mínima de $0,434 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, registrados no dia 08/05 e 25/05 respectivamente (figura 3). O valor máximo está relacionada com a precipitação do dia anterior que foi 55,62 mm, sendo a maior precipitação registrada no período avaliado. O valor de mínimo está associado também com a precipitação que não teve registros nos dois dias anteriores a avaliação.

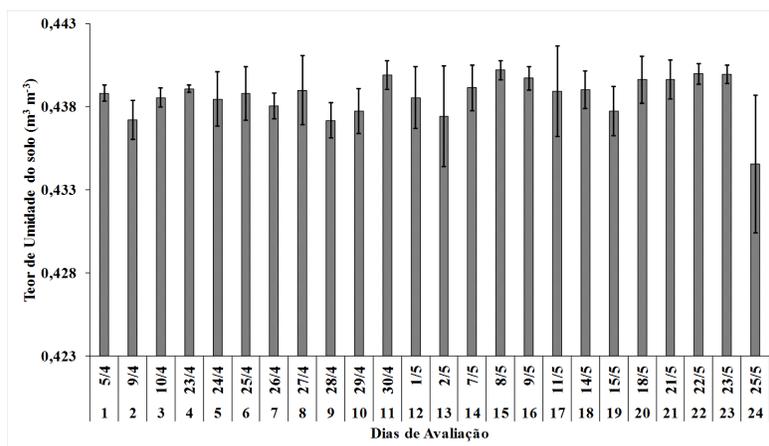


Figura 3: Teor de umidade do solo na profundidade de 10 cm em um plantio comercial de açaizeiro em Castanhal, Pará.

Fonte: Autores

Em geral, todos os elementos meteorológicos apresentaram correlação significativa com o teor de água no solo, exceto precipitação (Tabela 3). Na correlação das variáveis meteorológicas, apenas temperatura do solo foi médio, enquanto que os demais tiveram relação forte. A interação entre teor de umidade do solo e umidade relativa foi direta (0,784) e o restante apresentaram relação inversa.

	PP (mm)	T Solo (°C)	T Ar (°C)	UR (%)	DPV (kPa)	θ (m ³ m ⁻³)
PP (mm)						
T Solo (°C)	0,059 ^{ns}					
T Ar (°C)	0,106 ^{ns}	0,707**				
UR (%)	0,014 ^{ns}	-0,266 ^{ns}	-0,650**			
DPV (kPa)	-0,017 ^{ns}	0,285 ^{ns}	0,670**	-0,999**		
θ (m³ m⁻³)	0,192 ^{ns}	-0,460*	-0,694**	0,784**	-0,792**	

ns – não significativo; * - significativo ($p < 0,05$); ** - significativo ($p < 0,01$).

Tabela 3 - Matriz de correlação de Pearson entre elementos meteorológicos e teor de umidade do solo em um plantio comercial de açaizeiro em Castanhal, Pará.

A precipitação não teve significância devido aos dados serem horários, e o período escolhido para análise ser considerado chuvoso. Apesar da chuva ser a principal estrada de água no solo, influenciando diretamente nos valores de umidade do solo (θ), a baixa correlação com a variabilidade de água no solo pode ser explicada devido a chuva ter um efeito residual na escala temporal, ou seja, após a ocorrência da mesma, o solo satura-se, e este processo permanece mesmo depois que a chuva é cessada. Logo, a umidade do solo não diminui de imediato, já que somente após um tempo é que a água passa pelos demais processos de sua dinâmica, como a infiltração e evapotranspiração (BARRETO et al., 2014). Uma avaliação em período seco, irá refletir melhor a relação de precipitação com o teor de umidade do solo.

A temperatura do solo apresentou correlação média em relação a umidade do solo. Segundo Geiger (1980), o solo apresenta certa defasagem com relação a troca de calor devido possuir grande capacidade de retenção, além disso, essa dinâmica de calor ocorre de forma lenta. Isso corrobora com a influencia desse elemento evidenciado pelo valor de correlação (-0,460), uma vez que esses dados foram coletados de forma horária.

Quanto as temperaturas, tanto do solo quanto do ar, apresentam correlação negativa com a umidade do solo em virtude do mecanismo básico relacionado ao fato de que altas temperaturas promovem aumento na evaporação e transpiração,

tornando o ambiente mais seco e quente (HAN et al., 2020; WEN et al., 2020).

O DPV que é resultado conjunto da combinação de UR e Tar, é influenciado indiretamente pela ocorrência de chuva, sendo maior quanto menor for a UR, tornando o ar menos úmido, e desta forma a água no solo tende a passar pelo processo de evaporação, principalmente a camada mais próxima a atmosfera (FOKEN & NAPO, 2017).

Além de que o DPV influencia a transpiração das plantas, uma vez que a umidade relativa do ar altera o gradiente de concentração de vapor entre a cavidade estomática e a camada de ar próximo a folha (VALANDRO et al., 2007). Logo, o DPV irá influenciar de forma indireta e forte a umidade do solo pois este está relacionado tanto com o processo de evaporação como de transpiração, processos esses que retiram o conteúdo de água do solo por fenômenos físicos.

4 | CONCLUSÃO

O valor médio de teor de umidade de água é $0,438 (\pm 0,001) \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ nos meses de abril e maio. O maior valor de correlação entre os elementos meteorológicos e o teor de umidade do solo é o déficit de pressão de vapor (DPV) que foi $-0,792$. Em contrapartida, não houve correlação entre os valores de teor de umidade do solo e precipitação em função da umidade do solo estar próximo do ponto de saturação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPESPA pela concessão da bolsa de estudos e demais recursos financeiros (FAPESPA/ICAAF 009/2017), a CAPES, ao PCI-MCTIC / MPEG e ao CNPq pela bolsa (número do processo: 302200 / 2020-7). À UFRA e a FEC pelo apoio logístico, ao proprietário do plantio comercial pela concessão da área de estudo e ao Grupo de Pesquisa Interação Solo-Planta-Atmosfera na Amazônia (ISPAAm).

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2014.
- BARRETO, H. B. F.; PEREIRA, G. M.; BARRETO, F. P.; FREIRE, F. G. C.; MAIA, P. M. E. Relação intensidade-duração-frequência para precipitação extrema em Mossoró – RN. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v.7, n.3, p.103–109, 2014.
- BONOMO, L. F.; SILVA, D.N.; BOASQUIVIS, P.F.; PAIVA, F.A.; DA COSTA GUERRA, J.F.; MARTINS, T.A.F.; DE JESUS TORRES, Á.G.; DE PAULA, I.T.B.R.; CANESCHI, W.L.; JACOLOT, P.; GROSSIN, N. Açai (Euterpe oleracea Mart.) Modulates Oxidative Stress Resistance in *Caenorhabditis elegans* by Direct and Indirect Mechanisms. **PLOS ONE**, v. 9, n. 3, p. E89933, 2014.

CONFORTO, E. DE C.; CONTIN, D. R. Desenvolvimento do açazeiro de terra firme, cultivar Pará, sob atenuação da radiação solar em fase de viveiro. **Bragantia**, v. 68, n. 4, p. 979–983, 2009.

DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows**. 3. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 608 p.

EMBRAPA. **Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia**. 2008. Disponível em: <<http://www.inpa.gov.br>>. Acesso em: 13 jan. 2020.

FOKEN, T.; NAPO, C. J. **Micrometeorology**. Berlin: Springer, 2008. 307p.

GEIGER, R. **Manual de micrometeorologia**. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 1980. 556p.

HAN, G.; WANG, J.; PAN, Y.; HUANG, N.; ZHANG, Z.; PENG, R.; WANG, Z.; SUN, G.; LIU, C.; MA, S.; SONG, Y.; PAN, Z. Temporal and Spatial Variation of Soil Moisture and Its Possible Impact on Regional Air Temperature in China. **Water**, v. 12, n. 1807, 2020.

LARBI, P. A.; GREEN, S. Time series analysis of soybean response to varying atmospheric conditions for precision agriculture. **Precision Agriculture**, v. 19, n. 6, p. 1113–1126, 2018.

MO, K. C.; LETTENMAIER, D. P. Heat wave flash droughts in decline. **Geophysical Research Letters**, v. 42, n. 8, p. 2823-2829, 2015.

MUALEM, Y. A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. **Water Resources Research**, v. 12, n. 3, p. 513-522, 1976.

QUINTINO, A. C.; ANDRADE, P. J.; SILVA, T. J.; CANEPPELE, M. A.; ABREU, J. G. Métodos de determinação de umidade nos solos de cerrado. **Enciclopédia Biosfera**, v.11, n.22, p. 2202- 2213, 2015.

SANTOS, H. G. DOS; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. DOS; OLIVEIRA, V. A. DE; LUMBREAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. DE; ARAUJO FILHO, J. C. DE; OLIVEIRA, J. B. DE; CUNHA, T. J. F. **Sistema de classificação de solos**. 5. ed. rev ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018.

SOUZA, C. F.; SILVA, C. R. DA; JÚNIOR, A. S. DE A.; COELHO, E. F. Monitoramento do teor de água no solo em tempo real com as técnicas de TDR e FDR. **Irriga**, v. 1, n. 01, p. 26–42, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 858 p. 2017.

TETENS, V. O. Über einige meteorologische Begriffe. **Zeitschrift Geophysic**, v. 6, n.1, p. 297-309, 1930.

VALANDRO, J., BURIOL, G. A., ANDRIOLO, J. L., & HELDWEIN, A. B. Transpiração do tomateiro cultivado fora do solo em estufa plástica e sua relação com os elementos meteorológicos. **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, p. 1593-1600, 2007.

VAN GENUCHTEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 44, n. 5, p. 892-898, 1980.

WEN, J.; QIN, R.; ZHANG, S.; YANG, X.; XU, M. Effects of long-term warming on the aboveground biomass and species diversity in an alpine meadow on the Qinghai-Tibetan Plateau of China. **Journal of Arid Land**, v. 12, n. 2, p.252-266, 2020.

CAPÍTULO 8

INOVAÇÃO AGRONÔMICA NO PLANTIO DE SOJA PRECOCE, GENETICAMENTE MODIFICADA EM DIFERENTES ARRANJOS ESPACIAIS

Data de aceite: 03/11/2020

Joaquim Júlio Almeida Júnior

UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros
Mineiros - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/0756867367167560>

Katya Bonfim Ataides Smiljanic

UniFIMES-Centro Universitário de Mineiros
Mineiros - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/8320644446637344>

Alexandre Caetano Perozini

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia
São Vicente da Serra – Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/9331788769309021>

Armando Falcão Mendonça

UniRV-Universidade de Rio Verde
Rio Verde - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/1421441121323177>

Edson Lazarini

UNESP – Universidade Estadual Paulista Júlio
de Mesquita Filho
Ilha Solteira – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/1069202908129771>

Gustavo André Simon

UniRV-Universidade de Rio Verde
<http://lattes.cnpq.br/0966742675984946>

Suleiman Leiser Araújo

UniFIMES-Centro Universitário de Mineiros
Mineiros - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/2614370376183531>

Winston Thierry Resende Silva

UniFIMES-Centro Universitário de Mineiros
Mineiros - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/7518358376432189>

Ricardo Gomes Tomáz

UniFIMES-Centro Universitário de Mineiros
Mineiros - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/5179241416233826>

Vilmar Neves de Rezende Júnior

UniFIMES-Centro Universitário de Mineiros
Mineiros - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/8530210830100494>

Victor Júlio Almeida Silva

FAR - Faculdade Almeida Rodrigues
Rio Verde - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/1219203640159319>

Beatriz Campos Miranda

UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros
Mineiros - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/9906493282188494>

Adriel Rodrigues da Silva

UniFIMES-Centro Universitário de Mineiros
Mineiros - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/1904309333781698>

RESUMO: Na dinâmica atual de desenvolvimento do setor produtivo agrícola, com limitadas possibilidades de incorporação de novas áreas aos processos produtivos em regiões antes consideradas de fronteira agrícola, inovações agronômicas ganham importância crescente na conquista de ganhos de produtividade. O trabalho tem por objetivo de analisar e caracterizar

a inovação tecnológica agrônômica de plantio cruzado, avaliando o rendimento produtivo no plantio de soja super precoce e geneticamente modificada, com diferentes arranjos espaciais e densidade de semeadura com vistas a aperfeiçoar o manejo e concentração de plantas por metro quadrado, e a melhoria do aproveitamento de área disponível para o cultivo e obtenção de melhor rendimento de produção. Diante da crescente demanda de alimentos, faz-se, necessário a busca constante de métodos de produção que proporcionem maior rendimento produtivo, com custos mais baixos sem que haja a necessidade de estender área de cultivo. O experimento foi conduzido no Centro Universitário de Mineiros - UNIFIMES, localizado na Fazenda Experimental Luiz Eduardo de Oliveira Sales, Município de Mineiros Estado de Goiás. O delineamento experimental utilizado foi em blocos (4x2) casualizados com oito tratamentos e quatro repetições, sendo que os tratamentos consistem em oito tipos de população T1 – 50% População cruzado; T2 – 100% População cruzado; T3 – 150% População cruzado; T4 – 200% População cruzado; T5 – 50% População normal; T6 – 100% População normal; T7 – 150% População normal; T8 – 200% População normal. A cultivar utilizada neste experimento foi a NA5909 RR da Nidera. Os tratamentos que mostrou melhor resultado em produtividade foi o T4 plantio cruzado com 72 sementes por metro linear e no plantio normal o T7 com 54 sementes por metro linear.

PALAVRAS-CHAVE: Produtividade, arranjos de plantio, densidades de plantas.

AGRONOMIC INNOVATION IN EARLY SOYBEAN PLANTING, GENETICALLY MODIFIED IN DIFFERENT ARRANGEMENTS SPACE

ABSTRACT: In the current dynamics of development of the agricultural production sector, with limited possibilities of incorporating new areas to production processes in regions previously considered agricultural frontier, agronomic innovations gain increasing importance in achieving productivity gains. The study aims to analyze and characterize the agronomic technological innovation crossed planting, evaluating the productive performance in super early planting of soybeans and genetically modified with different spatial arrangements and plant density in order to enhance the management and concentration plants for square meter, and improving area utilization available for growing and getting better production yield. Given the growing demand for food, it is necessary the constant search for production methods that provide greater productive efficiency, with lower costs without the need to extend cultivation area. The experiment was conducted at the Agricultural Research Institute of the University Center of Miners - UNIFIMES in Farm Experimental Luiz Eduardo de Oliveira Sales, Municipality of Miners State of Goiás The experimental design was in blocks (4x2) randomized with eight treatments and four repetitions, the treatments consist of eight types of T1 population - 50% cross-population; T2 - 100% cross-population; T3 - 150% cross-population; T4 - 200% cross-population; T5 - 50% Normal Population; T6 - 100% Normal Population; T7 - 150% Normal Population; T8 - 200% Normal Population. The cultivar used in this experiment was the NA5909 RR Nidera. Treatments that showed better results in productivity was the T4 crossed planting 72 seeds per meter and in normal planting T7 with 54 seeds per meter.

KEYWORDS: Productivity, planting arrangements, plant densities.

INTRODUÇÃO

As inovações tecnológicas estão na base dos ganhos de produtividade, assim como a conquista de posições competitivas de regiões e países nos mercados mundiais OLIVEIRA, (2012). Na agricultura, de maneira geral, a introdução de inovações tecnológicas (seja de produto, de processo ou agronômicas) conduz a ganhos de produtividade e/ou redução do custo de produção. Para Vieira Filho e Silveira (2012) as técnicas modernas podem apresentar três tipos: uma em que se tem crescimento do rendimento líquido, através do aumento de produtividade sem reduções de custos é o exemplo de insumos que necessitam de grande dispêndio de capital fixo (tais como tratores, colheitadeiras, máquinas e equipamentos); outra na qual a produtividade cresce e o custo marginal decresce, referente às técnicas com baixo dispêndio de capital fixo e elevado de custeio – como, por exemplo, fertilizantes, defensivos, rações concentradas, entre outras; e aquelas que proporcionam maior retorno, seja pelo aumento da produtividade com a redução do custo marginal, já que não exigem maiores custos adicionais são exemplos as técnicas de plantio, do espaçamento adequado das plantas do manuseio do pasto e do uso de sementes, VIEIRA FILHO E SILVEIRA, (2012).

No Brasil a soja representa cultura emblemática do processo de modernização que agropecuária brasileira, dado que a cultura foi introduzida em um padrão tecnológico diferente daquele que vigorava na tecnologia de cultivo dos grãos até os anos sessenta. Neste processo, estabeleceu-se como uma cultura de grande importância por favorecer o desenvolvimento de um complexo agroindustrial moderno e competitivo, do que decorreu o surgimento de centros de dinamismo urbano-agroindustrial, alavancando também o desenvolvimento de pequenos municípios da região Centro-Oeste (e mais recentemente Nordeste) em áreas antes dotadas de grande oferta de terras a serem incorporadas no processo produtivo consideradas, e por isto consideradas fronteiras agrícolas VIEIRA FILHO E SILVEIRA, (2012).

Neste contexto a terra, antes recurso abundante, vem deixando de sê-lo por aproximar-se o fim da fronteira agrícola, sobretudo no Estado do Mato Grosso. Assim, como a oferta de terra tende a ser cada vez mais inelástica, porquanto vem se tornando limitada, os aumentos de produtividade ficam mais condicionados às variedades de alto rendimento e às práticas agronômicas inovadoras que proporcionem maior produtividade da terra. Para Hayami e Ruttan (2011), a inovação técnica visa economizar recursos escassos e intensificar a utilização de recursos abundantes. Neste escopo encontram-se os manejos inovadores tais como a distribuição de semente no solo, o que, por outro lado, exige informações especializadas e precisas sobre a produtividade e a tecnologia da cultivar implantada, além das características do ambiente, (DIAS; AMARAL, 2010).

Entidades inseridas no ambiente organizacional do complexo agroindustrial da soja brasileira, como o Comitê Estratégico Soja Brasil (CESB) tem incentivado fortemente que os produtores desenvolvam posturas inovadoras nas práticas culturais e manejos inovadores promovendo inclusive desafios e premiações para produtores que atestaram adesão às mesmas, seguidas das respostas positivas em ganhos de produtividade, GLOBO RURAL (2011).

No entendimento de manejos inovadores tem-se o cultivo adensado de soja, que utiliza linhas cruzadas vem sendo testado em organizações como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e por alguns agricultores, EMBRAPA (2014). Plantio cruzado da soja corresponde ao plantio em linhas cruzadas formando um típico tabuleiro de xadrez, resultando em um aspecto quadriculado à lavoura. Com este modelo de linhas cruzadas, o número de plantas por hectare resulta maior que no sistema convencional, neste último não é possível reduzir o espaçamento, no plantio cruzado o espaçamento entre linhas alcança 25 cm. Entende-se que o objetivo do plantio cruzado deva ser dobrar a população de plantas e aumentar a produtividade; em uma lavoura bem manejada, pode se alcançar até 100 sacas ha^{-1} . Um exemplo foi apontado por Braga, (2011), segundo o qual um produtor rural de Mamborê - PR adotou o plantio cruzado da soja, usando uma variedade transgênica e obteve uma produtividade de 108,4 sc ha^{-1} , enquanto que a média nacional é de 48,6 sc ha^{-1} ou 2.916 kg ha^{-1}

De acordo com OLIVEIRA (2012), no desafio de máxima produtividade promovido pelo CESB que contou com a participação de 14 estados, 407 municípios e 1.314 produtores de várias regiões, na safra 2011/2012 o produtor premiado foi um produtor do município de Correntina - BA, que produziu 108,71 sacas por hectare em um lote de 10 hectares utilizando o plantio cruzado na soja. A média do desafio atingiu 95,5 sacas por hectare, ou 117% a mais em comparação com as 44,1 sacas por hectare na média brasileira.

Visando obter melhor produtividade na cultura de soja este trabalho objetivo avaliar o plantio de soja com diferentes arranjos espaciais (plantio em linhas cruzadas e em linhas normais) e densidade de semeadura, de modo a propiciar melhor aproveitamento de área disponível para o cultivo, com soja super-precoce geneticamente modificada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na área experimental, Fazenda Experimental “Luis Eduardo de Oliveira Salles”, Campus II da UNIFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Área de Produção vegetal, com altitude de 800m, 17° 58' S de latitude e 45°22'W de longitude, Município de Mineiros, GO. O clima da região pode ser

considerado como clima do tipo Aw, segundo o critério de Koeppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno e temperatura média anual variando de 18 a 32°C, com 23 de maior frequência ao redor de 25°C. As precipitações pluviométricas variam anualmente de 1600 a 1700 mm. O solo do local é do tipo *Neossolo Quartzarênico*, anteriormente era pasto de *Urochloa Brizantha*. Dessecada com *Gli-up* 480 g/L, com a dose de 5 L ha⁻¹ e adjuvante *Nimbus* (óleo mineral *parafínico*), com a dose de 5% VV do grupo dos hidrocarbonetos. O volume de calda de 330L ha⁻¹. As plantas existentes na área experimental foram dessecadas com a utilização de um trator MF 290 equipado com pulverizador hidráulico de 600 L com bico: duplo jet 110 04; pressão de trabalho: 40 psi; temperatura no ato da aplicação: 31,4 °C; umidade relativa do ar: 43% e velocidade do vento de 3,4 km h⁻¹. No plantio foi utilizado uma semeadora adubadora de hidráulico para riscar as linhas e distribuir o fertilizante. A variedade utilizada no experimento foi a NA5909 RR cultivar de soja com alto potencial produtivo, logo após a semeadura foi efetuada irrigação por aspersão de baixa pressão nos tratamentos para auxiliar no condicionamento das sementes à germinação adequada.

O delineamento experimental (4x2) foi disposto em blocos casualizados, com oito tratamentos e quatro repetições, num total de 32 parcelas, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, e Regressão. Não se considerou necessária a transformação dos dados de produção, pois as pressuposições básicas para análise de variância foram atendidas. Para as análises estatísticas utilizou-se o programa SANEST – Sistema de Análise Estatística. Os tratamentos consistiram em oito tipos de população: T1 – 50% população cruzado com 18 sementes/m linear; T2 – 100% população cruzado com 36 sementes/m linear; T3 – 150% população cruzado com 54 sementes/m linear; T4 – 200% população cruzado com 72 sementes/m linear; T5 – 50% população normal com 18 sementes/m linear; T6 – 100% população normal com 36 sementes/m linear; T7 – 150% população normal com 54 sementes/m linear; T8 – 200% população normal com 72 sementes/m linear.

Cada parcela foi constituída em uma área de 15,0 m² (6 m x 2,5 m), contendo 5 linhas, com espaçamento de 0,5 m entre linhas, totalizando área o experimento de 480 m², resultando em área experimental útil de 6 m² (4 m x 1,5 m).

B1	T2	T5	T6	T1	T7	T3	T4	T8
B2	T5	T6	T1	T7	T3	T4	T2	T8
B3	T2	T7	T4	T3	T1	T5	T8	T6
B4	T5	T6	T1	T4	T8	T2	T7	T3

* Plantio  cruzado 
 Plantio  normal 

Quadro 1 - Croqui do experimento de soja NA5909 RR conduzido na fazenda experimental da UNIFIMES, Mineiros - GO. Brasil, 2014.

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.



Figura 1 – Foto ilustrativa da Parcela em Plantio Cruzado na cultura da soja, UNIFIMES, Mineiros - GO. Brasil, 2014.

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Na figura 1 podemos visualizar o plantio cruzado da variedade de soja NA 5909 RR com estágio vegetativo V5 onde podemos visualizar que o espaçamento entre planta na linha de plantio reduziu pela metade, em virtude de se cruzar o plantio e entre linha ficou com 0,25 m.



Figura 2 – Foto ilustrativa da Parcela em plantio tradicional da cultura de soja, UNIFIMES, Mineiros - GO. Brasil, 2014.

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Na figura 2 podemos visualizar o plantio convencional da variedade de soja NA 5909 RR com estágio vegetativo V5 onde podemos visualizar que o espaçamento entre planta ficou com uma população recomendada para cultivar e o espaçamento entre linha foi de 0,50 m.

O manejo fitossanitário ao longo do ciclo das plantas de soja foi efetuado conforme orientação técnica. A adubação foi realizada em distribuição nos sulcos de plantio, a dose de 350 kg ha⁻¹ na fórmula 00-20-00 doses específicas para a condição do solo. Aos 18 dias após a semeadura foi realizada cobertura com KCL na dose de 100 kg ha⁻¹ e aos 40 dias foi efetuada via foliar, cobertura nitrogenada com ureia 18%, na dose de 2kg ha⁻¹, utilizando pulverizador manual costal com capacidade de 20 L. No local do experimento foi realizada a capina manual com uso de enxadas. As aplicações de fungicidas e inseticidas também foram realizadas com a utilização do mesmo equipamento costal anteriormente citado. No dia 16/12/2011 foi realizada a primeira aplicação de inseticida: *Permetrina* para controle de lagarta *Pseudoplusia includens*, na dose de 100 ml ha⁻¹ p.c.

No estágio R8 de desenvolvimento, foi realizada a colheita da soja manualmente aos 109 dias após o plantio, no dia 27 de fevereiro de 2015. Para estimar a produtividade de grãos, foi coletada, dentro da área útil da parcela, uma amostra com todas as plantas contidas em três linhas de três metros de comprimento. Estas plantas, após serem secas ao sol, trilhadas mecanicamente por uma trilhadora estacionária e os grãos obtidos abanados para retirar as impurezas e acondicionados em sacos de papel. Com auxílio de uma balança de precisão, foi obtida a massa dos grãos de cada amostra, sendo os dados transformados em kg ha⁻¹. Logo após, foi retirada uma amostra de grãos de cada saquinho para determinação da umidade (método da estufa - 105 ± 3 °C 24 horas), para posterior

correção da massa da produção obtida à 14% de umidade (base úmida).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados a seguir decorrem da avaliação dos dados obtidos em pesquisa a campo, posteriormente submetidos à análise de variância (Tabela 1). Os coeficientes de variação revelam valores baixos, evidenciando boa condução na coleta dos dados experimentais com a exceção do NrV1G, podemos observar (Tabela 1) que no arranjo 1 a MSG, AP30, TSR, NrV1G e NrV2G, não foram significativos, o restante significância a 1% ou 5%. Na densidade apenas a MSG, TSR e NrV1G obtiveram não foram significativos, os demais obtiveram significância a 1% ou 5%. Observando a interação de arranjo versus densidade, nenhum foi significativo.

FV	GL	Significância										
		¹ PDT	MSG	AP30	NrP30	AIPV	DEN	TSR	NrVP	NrV1G	NrV2G	NrV3G
Arranjo	1	**	ns	ns	**	*	**	ns	*	ns	Ns	**
Densidade	3	*	ns	*	**	**	**	ns	**	ns	**	**
A x D	3	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	ns
Erro	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV%		19,8	5,39	8,2	11,79	27	15,3	20,8	30,9	90,2	33,69	43,63

Os símbolos (** e *) reportam-se a níveis de significância de 1% e 5% de probabilidade respectivamente pelo teste F. ¹PDT.: produtividade; MSG.: massa seca de 1000 grão; AP30.: altura de planta 30 DAG.; NrP30.: número de plantas 30 DAG; AIPV.: altura de inserção de primeira vagem; DEN.: distancia (cm) entre nó; TSR.: tamanho sistema radicular; NrVP.: número vagens por planta; NrV1G.: número vagens de um grão; NrV2G.: número vagens de dois grãos; NrV3G.: número vagens de três grãos; A.: para arranjo; D.: para densidade; AxD.: interação; R.: erro.

Tabela 1 - Resumo de análise de variância (F), estimativa dos parâmetros agrônômicos para cultura da soja NA5909 RR em Mineiros (GO) em 2014. Mineiros - GO. Brasil, 2014.

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Na produtividade (Tabela 2) com arranjo cruzado nas densidades (18, 36, 54, e 72) por metro não obtiveram diferença estatística. Também no arranjo linear, não foi possível encontrar diferença estatística entre as densidades (18, 36, 54 e 72) por metro.

De acordo com a (Figura 4), observa-se que a produtividade (kg ha⁻¹) apresentou diferenças significativas entre as densidades realizadas, sendo que para cada vez que se aumentou a densidade de planta, obteve resposta linear na produtividade, o que está retratado também nos dados constantes da (Tabela 2). Podendo afirmar que a densidade de 72 plantas por metro não é a densidade que representa a máxima produtividade da cultivar NA5909 RR, podendo ainda chegar a uma produtividade ainda maior aumentando o número de plantas por metro.

Em relação aos dados médios sobre o rendimento de grãos, trabalhando com a variação na população de plantas e espaçamentos entre linhas, obtiveram aumento de 27% no rendimento com o aumento da população de plantas de 21 para 68 plantas/m² de acordo com HERBERT & LITCHFIELD (2012) e TRAGNADO et. al. (2011).

De acordo com estudos realizados por TOURINO et al. (2008), afirma que em menores densidades de plantio, as plantas de soja apresentam-se mais baixas e acamam menos, já densidade maiores, mostram-se mais propensas ao acamamento e maiores produtividades de grãos.

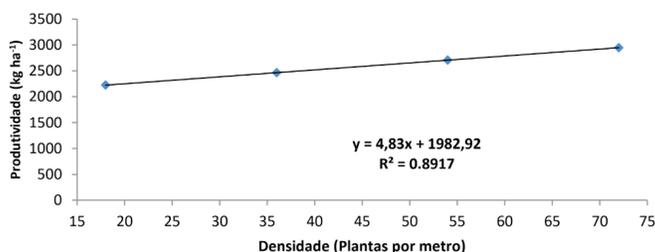


Figura 4 - Curvas polinomiais para produtividade em função das densidades crescente de planta (18, 36, 54 e 72) para cultivar NA5909 RR, plantada na região de Mineiros - GO. Brasil.

Fonte: Dados da pesquisa, (2014). Ajustadas pela equação polinomial de 1^a ordem para o nível de densidade (significância a 5%).

Arranjos	Densidade de Plantas (m)				Média
	18	36	54	72	
Cruzado	2919 a	2471 a	3108 a	3268 a	2942
Linear	1552 b	2277 b	2602 b	2490 b	2230
Media	1496	1595	1921	1943	2586

Media seguida pela mesma letra na coluna não difere significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 2 - Resumo da Media de produtividade kg ha⁻¹ conforme densidade de plantas nos arranjos pesquisados (cruzado e linear), Mineiros - GO. Brasil, 2014.

Fonte: Dados da pesquisa, (2014).

Ao analisar a (Figura 5) na influência da combinação da densidade (planta por metro) sobre a altura de planta nota-se que a maior altura de planta foi a 15,88 cm (Tabela 3) para uma densidade de 72 plantas por metro no arranjo cruzado, e a menor altura foi 11,53 cm para uma densidade de 18 plantas por metro no arranjo linear. Desse modo os resultados indicam que para um aumento de planta por metro observa-se um crescimento em sua altura e produtividade (Tabela 2), sendo assim não se afirma que este crescimento tanto em tamanho como em produtividade seja exponencial, e que seu teto de produção se limita a densidade de 72 plantas por metro.

Segundo Ballaré et al. (2012), o crescimento das plantas é modificado pela população das mesmas, e isto ocorre, em parte, por mecanismos que usam informações sobre a luz do ambiente, por meio de foto sensores específicos. Para os autores, com o aumento da população, ocorrem mudanças na relação vermelho extremo/vermelho, que atuarão como sinais para que a planta diminua o número de ramos e aumente o seu tamanho na haste principal aumentando o número de frutos por planta.

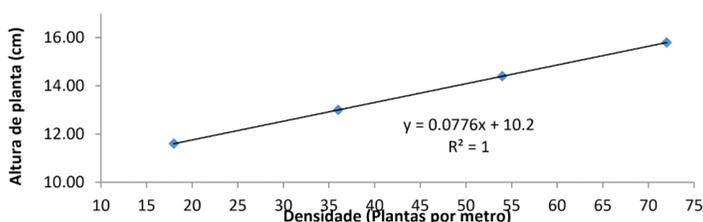


Figura 5 - Curvas polinomiais para altura de planta (cm) em função das densidades crescentes de planta (18, 36, 54 e 72) para cultivar NA5909 RR, plantada na região de Mineiros - GO. Brasil.

Fonte: Dados da pesquisa, 2014. Ajustadas pela equação polinomial de 1ª ordem para o nível de densidade (significância a 5%).

Arranjos	Densidade de Plantas (m)				Média
	18	36	54	72	
Cruzado	12,18 a	13,63 a	13,33 b	15,88 b	14
Linear	11,53 b	12,3	14,08	16,65 a	14
Media	14	21	27	35	14

Media seguida pela mesma letra na coluna não difere significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 3 - Resumo da Média de altura de planta (cm) conforme densidade de plantas nos arranjos pesquisados (cruzado e linear), Mineiros - GO. Brasil, 2014.

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

A curva polinomial (Figura 6) revela uma resposta linear de acréscimo na população à densidade expressa por metro, para número de plantas com 30 dias após germinação (DAG) em função das densidades crescente de planta (18, 36, 54 e 72) para cultivar NA5909 RR.

Entretanto, observa-se que a população do arranjo cruzado obteve maior estabilidade expressão de quantidade de plantas por metro, mantendo esta estabilidade para todas as populações (Tabela 4). Ou seja, estes dados evidenciam que no arranjo cruzado ocorre melhor distribuição da semente por metro quadrado de área em todas as densidades de plantas testadas.

Na cultura da soja, o acúmulo de plantas em alguns pontos pode provocar o desenvolvimento de plantas mais altas, menor ramificação, com menor produção individual, diâmetro de haste reduzido, maior facilidade de senescência e, portanto, com maior possibilidade de acamamento ENDRES (2008).

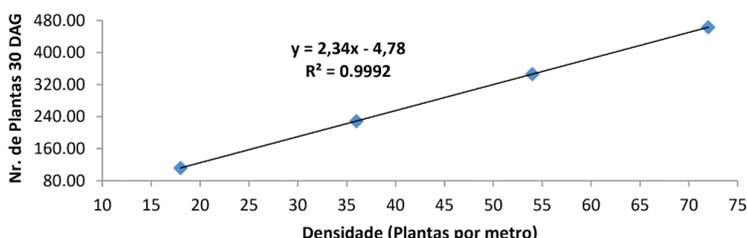


Figura 6 - Curvas polinomiais para número de plantas com 30 dias após germinação (DAG) em função das densidades crescente de planta (18, 36, 54 e 72) para cultivar NA5909 RR, plantada na região de Mineiros - GO. Brasil.

Fonte: Dados da pesquisa, (2014). Ajustadas pela equação polinomial de 1ª ordem para o nível de densidade (significância a 5%).

	Densidade de Plantas (m)				
Arranjos	18	36	54	72	Media
Cruzado	18,71 a	35,60 a	57,02 a	73,42 a	46,19
Linear	14,00 b	28,34 b	43,07 b	59,00 b	36,10
Media	16,36	31,97	50,05	66,21	41,15

Media seguida pela mesma letra na coluna não difere significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 4 - Resumo do número de plantas com 30 dias após germinação (DAG) de planta por metro conforme densidade de plantas nos arranjos pesquisados (cruzado e linear), Mineiros - GO. Brasil, 2014.

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

O comportamento da altura da primeira vagem (Figura 7 e tabela 5) em função das densidades crescentes de planta (18, 36, 54 e 72) para cultivar NA 5909 RR, revela um aumento na altura da primeira vagem em função do aumento da densidade das plantas por metro.

Podemos observar no resumo da (Tabela 5) que a altura de inserção de primeira vagem, o arranjo cruzado foi superior nas populações de planta. Evidenciando assim uma melhor condição de colheita com menor perdas.

Para Nepomuceno, (2007); em geral, quanto menor a altura de inserção da primeira vagem, maiores são os potenciais de perdas de rendimento no momento da colheita, pois à plataforma de corte da colhedora, trabalha a uma altura mínima do solo. Afirma ainda que a época em que foi realizado o manejo de plantas daninhas em pré-semeadura não influenciou a altura de inserção de primeira vagem.

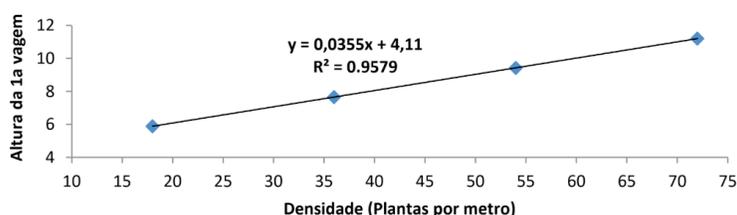


Figura 7 - Curvas polinomiais para altura da inserção de primeira vagem em função das densidades crescente de planta (18, 36, 54 e 72) para cultivar NA5909 RR, plantada na região de Mineiros, GO. Brasil. 2014.

Fonte: Dados da pesquisa, (2014). Ajustadas pela equação polinomial de 1ª ordem para o nível de densidade (significância a 5%).

Arranjos	Densidade de Plantas (m)				Media
	18	36	54	72	
Cruzado	7,07 a	8,21 a	11,58 a	12,62 a	9,87
Linear	4,77 b	6,34 b	8,62 b	9,15 b	7,22
Media	5,92	7,28	10,10	10,89	8,55

Media seguida pela mesma letra na coluna não difere significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 5 - Resumo da altura da inserção de primeira vagem em função das densidades de plantas nos arranjos pesquisados (cruzado e linear), Mineiros - GO. Brasil, 2014.

Fonte: Dados da pesquisa, (2014).

Na (Figura 8) permite visualizar a ocorrência de leve distanciamento no entre nós, mas com ascendência em virtude do aumento da população por metro em

função das densidades crescentes de planta (18, 36, 54 e 72) para cultivar NA 5909 RR.

Já no resumo da media o arranjo cruzado foi superior em todas as densidades de plantas por metro (Tabela 6), ressalta-se que a população de plantas no arranjo linear foi inferior à média desejada para esta variedade, sendo este um dos motivos que pode ter causado o encurtamento do entre nó neste arranjo (linear).

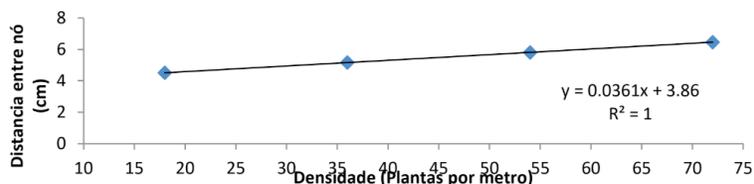


Figura 8 - Curvas polinomiais para distância entre nó em função das densidades crescente de planta (18, 36, 54 e 72) para cultivar NA5909 RR, plantada na região de Mineiros - GO. Brasil.

Fonte: Dados da pesquisa, (2014). Ajustadas pela equação polinomial de 1ª ordem para o nível de densidade (significância a 5%).

Arranjos	Densidade de Plantas (m)				Media
	18	36	54	72	
Cruzado	4,50 a	6,48 a	5,93 a	7,16 a	6,02
Linear	3,86 b	4,88 b	5,58 b	5,50 b	4,96
Media	4,18	5,68	5,76	6,33	5,49

Media seguida pela mesma letra na coluna não difere significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 6 - Resumo media da distância entre nó conforme densidade de plantas nos arranjos pesquisados (cruzado e linear), Mineiros - GO. Brasil, 2014.

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Como podemos ver o número de vagens em resposta às densidades crescentes de plantas (18, 36, 54 e 72) para cultivar NA5909 RR plantada na região de Mineiros, Goiás, revela claramente uma relação inversa entre aumento da densidade de plantas e número de vagens, decrescendo drasticamente com a população de 72 plantas por metro (Figura 9 e Tabela 7).

Esta redução de número de vagens pode ser compensada em relação ao número de plantas por metro, em que se observa maior produção (Tabela 4) por hectare na população com menor número de vagens por planta OLIVEIRA NETO et al. (2009).

Estes resultados demonstram que a determinação do número de vagens por planta está intimamente ligada ao potencial genético de cada variedade, variável está influenciada com aumento da densidade de plantas, o número de vagens comporta de maneira contrária, isto é decrescente.

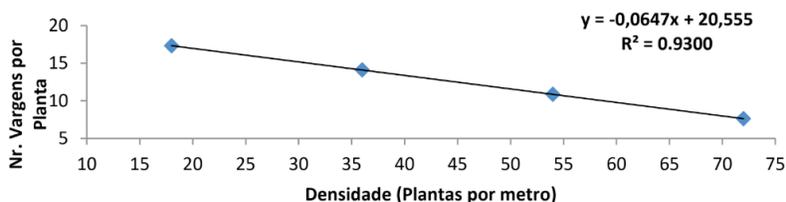


Figura 9 - Curvas polinomiais para número de vagens por planta em função das densidades crescentes de planta (18, 36, 54 e 72) para cultivar NA5909 RR, plantada na região de Mineiros - GO. Brasil.

Fonte: Dados da pesquisa, (2014). Ajustadas pela equação polinomial de 1ª ordem para o nível de densidade (significância a 5%).

Arranjos	Densidade de Plantas (m)				Media
	18	36	54	72	
Cruzado	15,93 b	11,10 b	7,28 b	8,70 a	10,75
Linear	20,58 a	15,46 a	12,12 a	8,63 b	14,20
Media	18,26	13,28	9,70	8,67	12,48

Media seguida pela mesma letra na coluna não difere significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 7 - Resumo media para número de vagens por planta em função das densidades crescentes de planta nos arranjos pesquisados (cruzado e linear), Mineiros - GO. Brasil, 2014.

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Da mesma forma, o comportamento do número de vagens com dois grãos em resposta ao aumento da densidade de plantas também revela uma associação inversamente proporcional, como pode-se observar na (Figura 10 e tabela 8) o número de vagens com dois grãos por planta em função de densidades crescente por planta (18, 36, 54 e 72) diminuindo drasticamente com a população de 72 plantas por metro (Tabela 8) no arranjo linear

A análise dos componentes de rendimento de uma determinada cultivar de soja, em função do seu vigor, pode determinar a viabilidade do seu cultivo em determinados ambientes. Conforme observado por ARGENTA et al., (2011), o ambiente impõe uma série de limitações ao potencial produtivo de um genótipo,

fazendo com que o rendimento obtido seja frequentemente menor que o potencial esperado em função das condições de plantio.

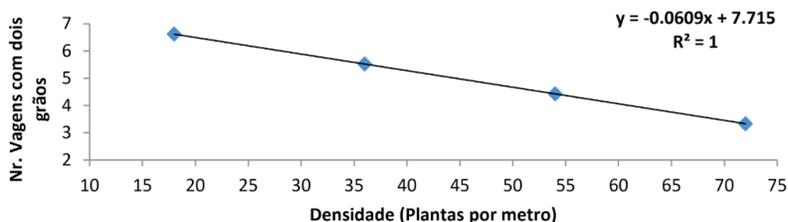


Figura 10 - Curvas polinomiais para número de vagens com dois grãos por planta em função das densidades crescente de planta (18, 36, 54 e 72) para cultivar NA5909 RR, plantada na região de Mineiros - GO. Brasil.

Fonte: Dados da pesquisa, (2014). Ajustadas pela equação polinomial de 1ª ordem para o nível de densidade (significância a 5%).

Arranjos	Densidade de Plantas (m)				Media
	18	36	54	72	
Cruzado	7,23 a	4,73 b	3,43 b	4,28 a	4,92
Linear	6,43 b	6,03 a	4,78 a	2,93 b	5,04
Media	6,83	5,38	4,11	3,61	4,98

Media seguida pela mesma letra na coluna não difere significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 8 - Resumo média de número de vagens com dois grãos por planta grãos conforme densidade de plantas nos arranjos pesquisados (cruzado e linear), Mineiros - GO. Brasil, 2014.

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

O mesmo comportamento se repete, entretanto de forma mais pronunciada para o número de vagens com três grãos por planta em função das densidades crescente de planta (18, 36, 54 e 72), como expresso na (Figura 11). Nota-se nítido decréscimo no número de vagens de três grãos em resposta a densidade de plantas, diminuindo drasticamente com a população de 72 plantas por metro (Tabela 9) no arranjo cruzado, onde também se observa que a população de 18 plantas por metro no arranjo linear obteve a maior número de vagens de três grãos. Esta redução de número de vagens por planta no arranjo cruzado pode ser compensada em relação ao número de plantas por metro, onde podemos observar a maior produção (Tabela 2) por hectare na população com menor número de vagens de três grãos.

Estudos produzidos por Coelho, (2008) constataram que, quando fatores

ambientais limitantes causam intensa competição entre as plantas, há também intensa competição entre diferentes partes da planta por nutrientes e metabólicos. Esta competição é particularmente expressiva durante a formação das estruturas reprodutivas “sementes”, o que resulta em uma variação compensatória entre os componentes primários da produção.

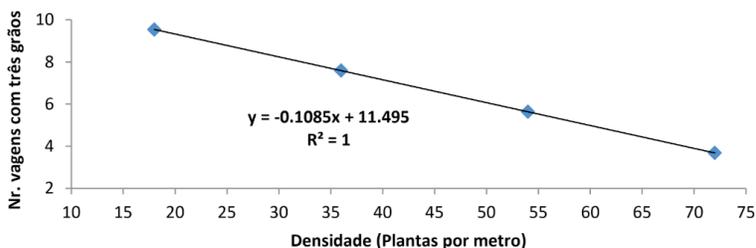


Figura 11 - Curvas polinomiais para número de vagens com três grãos por planta em função das densidades crescente de planta (18, 36, 54 e 72) para cultivar NA5909 RR, plantada na região de Mineiros - GO. Brasil. Mineiros - GO. Brasil, 2014.

Fonte: Dados da pesquisa, (2014). Ajustadas pela equação polinomial de 1ª ordem para o nível de densidade (significância a 5%).

Arranjos	Densidade de Plantas (m)				Media
	18	36	54	72	
Cruzado	6,50 b	5,83 b	3,55 b	2,83 b	4,68
Linear	13,40 a	8,63 a	6,73 a	5,45 a	8,55
Media	9,95	7,23	5,14	4,14	6,62

Media seguida pela mesma letra na coluna não difere significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 9 - Resumo media para número de vagens com três grãos conforme densidade de plantas nos arranjos pesquisados (cruzado e linear), Mineiros - GO. Brasil, 2014.

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste experimento, pode-se inferir que o arranjo cruzado e linear não é significativo estatisticamente, mas o arranjo cruzado é superior ao linear em todas as densidades pesquisadas, portanto a densidade é um fator de elevada importância na combinação com a produção. Assim podemos afirmar que a melhor produção se encontra com a densidade de 72 plantas por metro no arranjo cruzado.

A combinação de densidade e arranjo de planta influencia na altura da planta, quanto maior a população, maior a altura de planta.

REFERÊNCIAS

- ARGENTA, G. et al. Arranjo de plantas em milho: Análise do estado-da-arte. Revisão bibliográfica – *Ciência Rural*, Santa Maria, v.31, n.6, p.1075-1084, 2011.
- ANA, A.M.Q. Avaliação de linhagens de feijão obtidas pelo método de melhoramento single seed descent (ssd) nos sistemas de plantio em monocultivo e consórcio com o milho. 1996. 125p. **Tese** (Doutorado) – **Universidade Federal de Viçosa**, Viçosa, 1996.
- BALLARÉ C.L.; **Illuminated behaviour: phytochrome as a key regulator of light foraging and plant anti-herbivore defence.** *Plant, Cell and Environment*, 2012.
- BRAGA G. N. M. Blog Na Sala Com Gismonti. **Plantio Cruzado da Soja.** Porto Alegre, 2011. Disponível em: <http://agronomiacomgismonti.blogspot.com.br/2011/11/plantio-cruzado-da-soja.html>. Acessado em: 30/05/2012.
- COELHO, A. D. F.; Cardoso, A. A.; Cruz, C. D.; Araújo, G. A. A.; Furtado, M. R.; Amaral, C. L. F.; Herdabilidades e correlações da produção do feijão e dos seus componentes primários, nas épocas de cultivo da primavera-verão e do verão-outono. **Ciências Rural**. vol.32 no.2 Santa Maria Apr. 2008.
- DIAS, GUILHERME L.; AMARAL, Cicely M. **Mudanças Estruturais na Agricultura Brasileira: 1980-1998**, Santiago do Chile, v.99, 33 p., jan. 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja Paraná: Manejo do Solo.** Embrapa Soja Sistema de Produção, No 1. 2014.
- ENDRES, V. C. **Espaçamento, densidade e época de semeadura.** In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste (Dourados, MS). Soja: recomendações técnicas para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. Dourados, 2008. p. 82-85. (Circular Técnica, 3).
- GLOBO RURAL. **Soja Cruzada Eleva a Produtividade.** Reportagem/Tecnologias. 2011. Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI282817-18283,00-SOJA+CRUZADA+ELEVA+A+PRODUTIVIDADE.html>. Acessado em: 30/04/2012.
- HAYAMI, Y. & RUTTAN, V. (1911) **Desenvolvimento Agrícola - Teoria e Experiências Internacionais**, Brasília: EMBRAPA, 2011, 583 páginas.
- HERBERT, S.J.; LITCHFIELD, G.V. **Partitioning soybean seed yield components.** *Crop Science*, Madison, v.22, n.5, p.1074- 1079, 2012.
- NEPOMUCENO, M. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da soja nos sistemas de semeadura direta e convencional. *Planta Daninha*, v.25, n.1, p.43-50, 2007.
- OLIVEIRA NETO, M.E.F. et al. Seletividade de herbicidas pós-emergentes aplicados na soja geneticamente modificada. *Planta Daninha*, v.27, n.2, p.345-352, 2009.

OLIVEIRA, S. **O desafio de ir além**. GLOBO RURAL - Revista Eletrônica Globo Rural. n 5. P.32-35, julho de 2012.

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M.; SALVADOR, N. **Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja**. Pesq. Agropecuária Brasileira Brasília, v. 37, n. 8, ago. 2008, p. 1071-1077.

VIEIRA FILHO, J.E; SILVEIRA, J.M.F.J. Mudança Tecnológica na agricultura: uma revisão crítica da literatura e o papel das economias de aprendizado. **Revista Brasileira de Economia e Sociologia Rural**. Vol. 50, Nº 4, p. 721-742, 2012.

CAPÍTULO 9

MANEJO DE ADUBAÇÃO COM NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO SOBRE O TEOR FOLIAR DE NITROGÊNIO NA CULTURA DA CRAMBE

Data de aceite: 03/11/2020

Data de submissão: 11/08/2020

Andressa Caroline Zang

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Santa Helena – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/4905961183317863>

Alfredo Richart

Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Toledo - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/8308686269170774>

Bruna Guedes de Oliveira

Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Toledo - Paraná

Bruna de Paula Souza

Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Toledo - Paraná

RESUMO: O crambe é uma *Brassicaceae* que apresenta potencial para cultivo no período do outono/inverno, por apresentar boa adaptação as mais variadas condições edafoclimáticas. No entanto, são escassas as recomendações de adubação para os nutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), evidenciando assim a necessidade de se atender de forma eficiente as exigências nutricionais da cultura. Diante disto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho do crambe em função do manejo de adubação com doses crescentes de N, P e K sobre o teor foliar de N na cultura do crambe cultivada em Latossolo Vermelho Distroférico na cidade de

Toledo, região Oeste do Paraná. O experimento foi conduzido em condições de campo, na fazenda experimental Pontifícia Universidade Católica do Paraná, campus Toledo. O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 3x4, consistido por três nutrientes (N, P e K) e quatro doses para cada nutriente (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹), com quatro repetições. O cultivar de crambe utilizado foi o 'FMS Brilhante', com população de aproximadamente 100 plantas m⁻². Quanto as avaliações, determinou-se o teor foliar de N em amostras de tecido vegetal do crambe. Os resultados encontrados indicam que ocorreu efeito isolado para as doses de N e K. As interações entre os nutrientes N x P, N x K, P x K e N x P x K influenciaram diretamente o teor foliar de N na planta de crambe.

PALAVRAS-CHAVE: *Crambe abyssinica* Hochst; Tecido vegetal; Concentração foliar de N.

EFFECTS OF NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM FERTILIZER MANAGEMENT OVER FOLIAR NITROGEN CONTENT IN CRAMBE

ABSTRACT: *Crambe abyssinica* belongs to the Brassicaceae family and presents potential for cultivation during the autumn/winter, due to of its broad adaptation to different soil types and climatic conditions. However, there is a lack of recommendations for nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) fertilization, thus highlighting the necessity of efficiently meet the nutritional requirements of the crop. Therefore, the objective of this study was to evaluate foliar nitrogen content in crambe as a function of

varying fertilization management of N, P and K. The experiment was conducted under field conditions at the Pontifical Catholic University of Paraná, Toledo campus, in Red Dystroferic Latosol. The experimental design adopted was of randomized blocks with treatments arranged in a 3x4 factor scheme, consisting of three nutrients (N, P and K) and four doses for each nutrient (0, 40, 80 and 120 kg ha⁻¹), with four repetitions. The 'Brilliant FMS' cultivar was used with a population of approximately 100 plants m⁻². As for the evaluations, the foliar nitrogen content was determined in samples of plant tissue of the crambe. The results indicate an isolated effect in N and K doses. The interactions between the nutrients N x P, N x K, P x K and N x P x K directly influenced the foliar content of N in the crambe plant.

KEYWORDS: *Crambe abyssinica* Hochst; Plant tissue; Foliar concentration of N.

1 | INTRODUÇÃO

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) é uma espécie vegetal da família *Brassicaceae* (WEISS, 2000), que vem se destacando em meio a outras culturas por ter características específicas e rústicas, considerada uma cultura de inverno, mas com tolerância a capacidade de diferentes condições climáticas. Mostrando-se como uma oleaginosa com grande potencial, produzindo sementes com teor de óleo de 36 a 38% (BISPO et al., 2010).

Com características específicas e rústicas, com grande adaptação a diferentes condições climáticas. Altamente resistente à seca, possui ciclo curto em média, 90 dias do plantio até a colheita. (ROSCOE et al., 2010). Por tal característica, áreas cultivadas com crambe têm aumentado, apresentando uma alternativa para a rotação de culturas (ROSCOE & DELMONTES, 2008), facilitando o uso mecanizado, podendo ser utilizado os mesmos equipamentos das culturas com produção de grãos (PITOL et al., 2010).

A adubação pode ser considerada um dos fatores que mais contribui nos números, quando relacionados à produtividade. O crambe é uma cultura que exige altos teores de nitrogênio, de acordo com o elevado teor de proteínas presentes nos grãos, mas a adubação para tal acaba sendo pouco conhecida (SOUZA et al., 2009). Mas, para Broch et al. (2010), obtiveram evidências que a maior disponibilidade de N no solo pode acabar gerando respostas na produção de grãos. Já Silva et al. (2011) constataram que a aplicação de P no momento da semeadura aumenta o peso de grãos, teor de óleo e rendimento de grãos desta oleaginosa.

No solo, o N apresenta diversas formas orgânicas e inorgânicas que estão dinamicamente equilibradas por meio do ciclo do N, o qual é bastante complexo. Pode se incorporar no sistema solo-planta a partir dos restos culturais, por processos de fixação biológica, adubação com fertilizantes industriais e também por precipitação induzida por descargas elétricas (RAIJ, 1991).

O N influencia no metabolismo de síntese de compostos de reservas das

sementes oleaginosas, determinando teores de proteínas nos grãos e a produção de óleo (CASTRO et al., 1999). O N é necessário para a síntese da clorofila, a qual está envolvida no processo da fotossíntese, que é mais sensível a energia solar, acrescentando proteínas (DECHEN; NACHTIGALL, 2007).

A resposta do crambe à fertilidade do solo é semelhante ao de pequenos grãos, como a colza (*Brassica napus L.*) a canola (*Brassica napus L.* e *Brassica rapa L.*) e a mostarda (*Brassica juncea L.*) (KNIGHTS, 2002). Porém, ainda não há recomendações específicas para a cultura, e se desconhece sua resposta a saturação por bases do solo. Dados técnicos relatam que o crambe não tolera acidez do solo, exigindo solos bem corrigidos e preferencialmente eutróficos, porém, não há nenhum estudo que comprove tal conclusão (PITOL et al., 2010).

A adubação fosfatada parece não estar associada a germinação das sementes como sugere Nakagawa (2001). Mas, em quantidades exatas ajuda no desenvolvimento radicular, garantindo uma arrancada vigorosa, apressa a maturação fisiológica, estimula o florescimento, a formação das sementes, a resistência ao frio dos cereais e também a produtividade (MALAVOLTA, 1989). No entanto doses mais elevadas do nutriente podem estar associadas a qualidade fisiológicas das sementes, devido ao papel do elemento no metabolismo das plantas, deixando a melhor nutrida favorecendo seus processos metabólicos, resultando assim em stande mais uniformes e vigoroso.

Quanto a absorção, a forma predominante do nutriente é como íon fosfato ($H_2PO_4^-$) (MALAVOLTA, 2006). O P é considerado essencial uma vez que satisfaz os dois critérios da essencialidade, diretamente por participar de compostos e reações vitais para as plantas, e indireto, pois na sua ausência a planta não completa seu ciclo de vida, não podendo ser substituído por outros.

De acordo com Malavolta et al. (1997), o P com o N é o elemento mais prontamente redistribuído na planta.

O K para as plantas relaciona-se com a síntese de proteínas e de carboidratos, sendo que sua deficiência resulta em uma menor síntese de proteínas e acúmulo de compostos nitrogenados solúveis, como aminoácidos, amidas e nitrato. Portanto, o adequado aproveitamento dos fertilizantes nitrogenados depende, também, de um eficiente suprimento de potássio às plantas (FAQUIM, 1994; LOPES e GUILHERME, 1992). O K é também responsável por promover o armazenamento de açúcares e amido, estimular o crescimento vegetativo e melhorar a utilização da água e a resistência a pragas e doenças (MALAVOLTA et al., 1989).

Com relação à adubação de semeadura do crambe com N, P e K, respostas moderadas podem ser observadas apenas quando a adubação for realizada em solos com teores baixos desses nutrientes. Portanto, na implantação da cultura, busca-se escolher solos profundos, férteis ou corrigidos corretamente, com teor

de argila superior a 20% quando eutróficos e 25% quando distróficos (BROCH & ROSCOE, 2010).

Neste sentido, o trabalho tem por objetivo o estabelecimento de técnicas de manejo de adubação na cultura do crambe, quantificando tais contribuições sobre os componentes de produção, buscando estabelecer o melhor ajuste entre as doses de N, P e K que promova o melhor desempenho da cultura.

2 I MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Escola de Ciências Agrárias e Medicina Veterinária da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, campus Toledo, localizada nas seguintes coordenadas geográficas: latitude 24° 43' 70"S e longitude 53° 46' 04"W, a 551 metros de altitude. O clima da região foi classificado como subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes e geadas pouco frequentes, com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida (CAVIGLIONE, 2000).

O solo do local foi classificado como sendo um Latossolo Vermelho Distroférico típico, textura muito argilosa, relevo suave ondulado, vegetação do tipo mata latifoliada subtropical (EMBRAPA, 2006).

O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados, com os tratamentos arrançados em esquema fatorial 3x4. Os blocos foram divididos em quatro utilizando-se o confundimento de três graus de liberdade da interação N x P x K, totalizando 40 tratamentos, com uma repetição. Buscando encontrar um manejo adequando ao crambe com N, P e K, que atendam as exigências da cultura, bem como, diminuindo o impacto ambiental pelo uso excessivo de um ou mais nutrientes. Cada unidade experimental por sua vez deve como área de 40 m² (4 x 10 m) e espaçamento entre linhas de 0,17m.

Os tratamentos foram compostos por quatro doses de N (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia), P (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples) e K (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio). A adubação com P e K foi realizada por ocasião da semeadura no campo e o N, foi aplicado 1/3 na semeadura e 2/3 em cobertura, quando as plantas apresentaram 20 dias apos emergência. O cultivar de crambe utilizado foi o 'FMS Brilhante', semeada na segunda quinzena do mês de abril de 2014, com densidade de plantas ajustada por meio de desbaste para 100 plantas m².

Os dados foram tabulados e submetidos análise de variância pelo teste F, quando significativos, realizou-se análise de regressão polinomial. Para estimativa da dose máxima, utilizaram-se os modelos que apresentaram maior coeficiente de determinação. As análises foram realizadas utilizando o software estatístico

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme apresentado na Tabela 1, foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) para o teor foliar de N em função das doses de N e K. Por outro lado, nas doses de P_2O_5 , não teve influencia significativa ($p > 0,05$) no teor de N nas folhas de crambe. Isso certamente ocorre em virtude do solo apresentar bom suprimento de P para o crambe, onde pose-se observar que não houve diferença significativa nas doses aplicadas.

A interação entre os nutrientes pode ser aumentada ou diminuída ou não ser modificada. Numa adubação equilibrada e solos férteis, a disponibilidade encontra-se em condições favoráveis a planta podendo se avaliada pela análise foliar, a aplicação de diferentes doses pode modificar estas interações podendo gerar efeitos na absorção, transporte, e redistribuição (MALAVOLTA, 2006). Os resultados da análise da variância para as doses de adubação da planta de crambe apresentaram coeficiente de variação (CV) de 7,74 %, que conforme Gomes (1984) apresenta baixa dispersão, podendo ter uma boa adaptabilidade da variedade utilizada.

FV	G.L.	Q.M.
BLOCO	2	2,78 ^{ns}
N	3	89,73**
P	3	12,65 ^{ns}
K	3	25,52*
N X P	9	58,80**
N X K	9	52,94**
P X K	3	33,10**
N X P X K	9	57,15**
C. V (%)	7,74	
MÉDIA (g kg⁻¹)	35,03	

^{ns}, * e **, respetivamente, não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 01: Resumo da análise de variância para os teores foliares de N em função das doses de N; P e K.

À medida que aumentou a dose de N, ocorreu incremento no teor de N nas

folhas em g kg^{-1} , para os tratamentos de N (0, 40, 80, 120 kg ha^{-1} de N) sendo 2/3 aplicados 20 após a emergência, conforme se pode observar no comportamento apresentado na Figura 1.

O N é um dos nutrientes mais exigidos pelas culturas, onde o crescimento e desenvolvimento das plantas são altamente dependentes de tal disponibilidade, havendo alta dependência do N no metabolismo das plantas (Taiz & Zeiger, 2013).

Além disso, Vechiatto e Fernandes (2011) obtiveram diferenças significativas entre doses de N aplicados em cobertura (0; 80 e 120 kg ha^{-1}) na cultura do crambe. As doses de 120 kg ha^{-1} apresentaram maior quantidade de massa seca, demonstrando a importância da aplicação de N na produção de massa seca, proporcionando aumento da matéria orgânica no solo.

Com relação a análise do P não apresentou variação significativa para as doses aplicadas ($p > 0,05$) no teor de N nas folhas de crambe (Figura 2). A demanda por P a partir do florescimento da planta e formação de dos frutos de eleva. O aumento da demanda de P para a formação dos frutos é atendido a partir da realocação do P contido nas folhas, caule e ramos, que apresentaram decréscimos (MAUAD, 2013). A disponibilidade de P nas fases iniciais das plantas, em função do rápido desenvolvimento das fases de florescimento e formação dos grãos é de grande importância. Levando em consideração a produção dos frutos, o P passa a ser o segundo elemento mais requerido pelas plantas (ZOBIOLE et al., 2010). Santos et al. (2012) avaliando o efeito de doses de potássio (0, 15, 30, 60 e 90 kg ha^{-1}) na produtividade de grãos de crambe obteve resposta significativa.

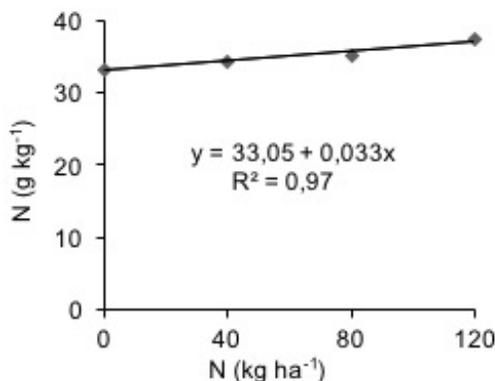


Figura 1. Acúmulo de N em em função das diferentes doses de N aplicadas.

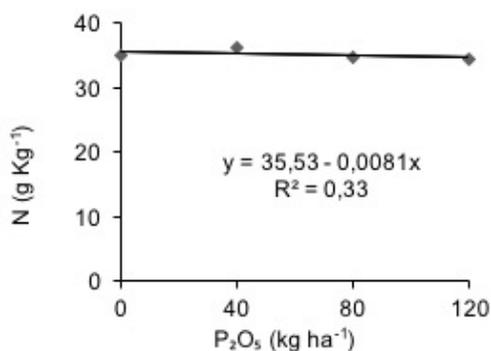


Figura 2. Acúmulo de N em em função das diferentes doses de P₂O₅ aplicadas.

Com relação ao K que apresenta alta mobilidade nas plantas em qualquer nível de concentração, seja dentro da célula, no tecido vegetal, no xilema ou no floema, ele não é metabolizado na planta e forma ligações com moléculas orgânicas de fácil reversibilidade (MARSCHNER, 1995). No entanto, para o crambe, essa dinâmica do K não foi expressiva, pois o K acumulado nas folhas teve pouca influência na redistribuição na planta e formação dos grãos (Figura 3).

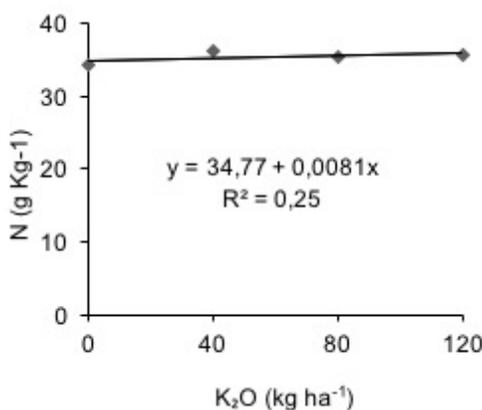


Figura 3. Acúmulo de K em função das diferentes doses K₂O aplicadas.

4 | CONCLUSÃO

As doses de N, P e K contribuíram alternadamente no resultado da pesquisa elaborada, havendo significância apenas nas doses de N e K.

Já na análise do P não houve variação significativa, pois o aumento da demanda de P para a formação dos frutos é atendido a partir da realocação do P

contido nas folhas, caule e ramos.

REFERÊNCIAS

BISPO, A. Set. al.. **Caracterização de óleos vegetais extraídos mecanicamente sob condições variadas, visando a produção de biodiesel**. In: 4º Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel; 7º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 2010, Belo Horizonte, MG. Anais... Belo Horizonte, MG: TECPAR, 2010.

BROCH, D. L.; PITOL, C.; ROSCOE, R. **Efeito de adubações de plantio e de cobertura sobre a produtividade de crambe CV. FMS Brilhante após soja e milho**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4º SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: Anais Campina grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1339-1344.

CASTRO, C., BALLA, A., CASTIGLIONI, V. B. R. et al. Levels and methods of nitrogen supply for sunflower. **Sci. agric.**, v. 56, n.4, p.827-833, out./dez. 1999

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. de. **Cartas climáticas do Paraná**: edição ano 2000: versão 1.0. Londrina: IAPAR, [2000?]. 1 CD-ROM

DECHEN, A. R.; NATCHTIGALL, G. R. **Fertilidade do solo: Fósforo**. 1 ed. Viçosa: SBCS, 2007. 1017p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, CNPS, 2006. 306p.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras:ESAL-FAEPE, 1994. p.227.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, UFLA, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GOMES, M. I., Penultimate limiting form in extreme value theory. **Ann. Inst. Statist. Math.** Tokyo, 1984

KNIGHTS, E.G. Crambe: A North Dakota case study. **A Report for the Rural Industries Research and Development Corporation, RIRDC Publication No. W02/005**, Kingston, 2002. 25p. (<http://www.rirdc.gov.au>).

MACHADO, M. F.; BRASIL, A. N.; OLIVEIRA, L. S.; NUNES, D. L. **Estudo do crambe (Crambe abyssinica) como fonte de óleo para produção de biodiesel**. Itaúna/MG – UFMG, 2007.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; DE OLIVEIRA, S. **Avaliação do estado nutricional das Plantas:Princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas; princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed London: Academic, 1995. 889p.

MAUAD M.; et al. Matéria seca e acúmulo de macronutrientes na parte Aérea das plantas de Crambe. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2013.

NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C.; BICUDO, S.J. Produção e qualidade de sementes de aveia-preta em função da adubação fosfatada e potássica. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 1, p.260-266, 2001.

PITOL, C.; BROCH, D. L.; ROSCOE, R. **Tecnologia e Produção: Crambe 2010**. Maracaju: Fundação MS, 2010. 60p.

RAJI, V.B.; **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Potafos, 1991. 243p.

ROSCOE, R.; DELMONTES, A.M.A. **Crambe é nova opção para biodiesel**. Agriannual 2009. São Paulo: Instituto FNP, 2008. p. 40-41.

ROSCOE, R.; PITOL, C.; BROCH, D. L. **Necessidades climáticas e ciclo cultural**. In: FUNDAÇÃO MS. Tecnologia e produção: crambe 2010. Maracajú: FUNDAÇÃO MS, p. 07-09, 2010.

ROSOLEM, C. A., CALONEGO, J. C., FOLONI, J. S. S., GARCIA, R. A., Potássio lixiviado da palha de aveia-preta e milho após a dessecação química. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.42, n.8, p. 1169-1175, ago. 2007.

SANTOS, M. H. V; ARAUJO, A. C.; SANTOS, D. M. R.; LIMA, N. S.; LIMA, C. L. C.; SANTIAGO, A. D. Uso da manipueira como fonte de potássio na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) cultivada em casa-de-vegetação. **Acta Scientiarum**. v.32, n.4, p. 729-733. Maringá, 2010.

SANTOS, J. I.; SILVA, T. R. B. da; ROGERIO, F.; SANTOS, R. F. dos; SECCO, D. Yeld response in crambe to potassium fertilizer. **Industrial crops and products**. v. 43, p. 297-300, 2012.

SILVA, T. R. B.; LAVAGNOLLI, R. R.; NOLLA, A. Zinc and phosphorus fertilization of crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst). **Journal of Food Agriculture & Environment**, Helsinki, v. 9, p. 132-135, 2011.

SOUZA, A. D. V.; FÁVARO, S. P.; ÍTAVO, L. C. V.; ROSCOE, R. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão manso, nabo forrageiro e crambe. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.44, n.10, p.1328-1335, out. 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Artmed, 5.ed., 918p. Porto Alegre, 2013.

VECHIATTO, C. D.; FERNANDES, F. C. S. Aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do crambe. **Revista Cultivando o Saber**. v.4, n.2, p.18-24, Cascavel, 2011.

WEISS, E.A. Oilseed crops. London: **Blackwell Science**, 2000. 364p.

ZOBIOLE, L. H. S., de CASTRO, C., de OLIVEIRA, F. A., de OLIVEIRA Jr, A., Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 34: 425-433, 2010.

CAPÍTULO 10

REDUÇÃO DE CUSTOS NA TERMINAÇÃO DE BOVINOS CONFINADOS POR MEIO DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS E SUBPRODUTOS DA AGROINDÚSTRIA DO BIODIESEL

Data de aceite: 03/11/2020

Wander Matos de Aguiar

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
- UEMS

Luís Carlos Vinhas Ítavo

Universidade Católica Dom Bosco – UCDB

Eduardo Souza Leal

Universidade Católica Dom Bosco – UCDB

Camila Celeste Brandão Ferreira Ítavo

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul –
UFMS

Alexandre Menezes Dias

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul –
UFMS

RESUMO: Foram avaliados os efeitos econômicos da inclusão de Farelo de Crambe e Glicerina Bruta, em substituição ao farelo de soja e do milho, sobre o desempenho de bovinos (20 novilhos e 16 novilhas), com média de 18 meses, com peso inicial de 314,50±45,94 Kg, distribuídos em blocos casualizados, em 8 baias, cada uma com 5 machos ou 4 fêmeas, respectivamente, com fornecimento de água *ad libitum*, nos seguintes suplementos: Milho+Farelo de Soja; Milho+Farelo de Crambe; 50% de Glicerina+50% de Milho+Farelo de Soja; 50% de Glicerina+50% de Milho + Farelo de Crambe. O uso destes resíduos e subprodutos não prejudicou a eficiência alimentar dos animais, proporcionando uma redução de 44,98% no

Custo Operacional Total relativa à substituição do Farelo de Soja, revertendo uma TIR negativa de -1,14% para 5,20%. Quando esta substituição fora acompanhada pela substituição do milho pela glicerina foram observados os melhores resultados econômicos, com uma redução 65,7% nos custos operacionais frente ao método tradicional e uma a Taxa Interna de Retorno 52,07% superior ao segundo melhor desempenho (MFC). A introdução de insumos alternativos provenientes da agroindústria do biodiesel na alimentação de bovinos confinados promove uma significativa redução de custos sendo viável economicamente e não comprometendo desempenho dos animais.

PALAVRAS-CHAVE: Desempenho econômico, subprodutos, biodiesel.

COST REDUCTION IN TERMINATION OF FEEDLOT CATTLE THROUGH THE USE OF WASTE AND BY-PRODUCTS OF BIODIESEL AGRIBUSINESS

ABSTRACT: This study evaluated the cost reduction and the economic effects of inclusion of bran Crambe and Glycerin Gross, replacing soybean meal and corn on the performance of 36 cattle, 20 males and 16 females, average age of 18 months, with initial weight of approximately 315 kg, distributed in a randomized block design with 8 bays, each with 5 males and 4 females, respectively, to supply water *ad libitum*, the following supplements: + Corn Soybean meal; Corn Bran + Crambe; 50% Glycerol + 50% + Corn Soybean Meal; 50% Glycerol + 50% Corn Bran + Crambe. The introduction of this waste

and by-products not damaged the feed efficiency of the animals, providing a reduction of 44.98% in Total Operating Cost on the replacement of Soybean Meal, reversing a negative IRR of -1.14% to 5.20%. When this substitution was accompanied by the substitution of corn by glycerine were found the best economic results, with a 65.7% reduction in operating costs against the traditional method and the internal rate of return 52.07% higher than the second best performance (MFC). The introduction of alternative raw materials (waste and by-products) from the agribusiness of biodiesel in feeding feedlot cattle promotes a significant reduction in costs, it is feasible economically and does not compromise the performance of food animals.

KEYWORDS: Economic performance, by-products, biodiesel.

ABREVIações

MFS-Milho + Farelo de Soja; MFC-Milho + Farelo de Crambe; GFS-50% de Glicerina + 50% de Milho + Farelo de Soja; GFC-50% de Glicerina + 50% de Milho + Farelo de Crambe; PC-Peso Corporal; GMD-ganho médio diário; GPT -ganho de peso total; PCQ-peso da carcaça quente; PCF-Peso Corporal final; PCI-Peso Corporal inicial; RC-rendimento de carcaça

INTRODUÇÃO

Segundo as previsões mais otimistas, a população mundial deverá saltar dos atuais 7,2 para os 9,6 bilhões de pessoas em 2050 (NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL, 2013), enquanto que no Brasil espera-se 223 milhões de pessoas até 2030 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2015), o que necessariamente demandará à adoção de medidas mais austeras e eficazes relativas ao consumo de recursos naturais, inclusive voltada à melhoria de eficiência na utilização de fontes energéticas.

O crescimento da população e da renda exigirá da produção agrícola de alimentos um aumento de 70% de seu atual volume (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA, 2009).

Neste sentido, o esperado aumento na produção de biodiesel (advindo de fontes renováveis), que deverá chegar a 92 bilhões de barris em 2030 (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2006) e onde se espera a manutenção do Brasil como um dos principais produtores mundiais (BP, 2015), gerará um excedente de resíduos e subprodutos, dentre eles a glicerina, em geral 10% do resultado final do processo da reação de transesterificação, cuja existência de impurezas (água, metanol e material orgânico não glicerol) lhe atribuem baixo valor comercial (Cubas et al., 2010)

Não há mais como se se justificar a concorrência de matérias primas destinadas à alimentação humana, uma vez que o óleo de soja responde por

aproximadamente 85% da matéria prima utilizada para este fim (AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, 2015), quando existem alternativas viáveis para a produção de biodiesel, cujos resíduos e subprodutos podem ser destinados, com eficiência, à alimentação animal.

Aspectos como a produção e oferta de matérias primas (oleaginosas) para a produção do biodiesel, a possibilidade de se utilizarem espécies regionais e o desenvolvimento de mercados para estas espécies e seus subprodutos são necessários, onde culturas como o crambe (*Crambe abyssinica*), que contribui para a rotação de culturas (Jasper et al., 2010), com baixa incidência de pragas e doenças, teor de óleo na semente entre 35 a 38%, não comestível para humanos (Collares, 2012) e com potencial para alimentação animal estudado (Soares et al., 2010 e Ítavo et al., 2015), despontaram como alternativas (Roscoe et al., 2007), beneficiando-se das diversificadas vocações de produção regionais brasileiras de oleaginosas, grande parte delas potenciais matérias primas para a produção de biodiesel (Sartori, 2009).

Já a glicerina, cujo estudo para utilização do glicerol na alimentação de bovinos como ingrediente energético de rações é feito desde a década de 1950 (Donkin et al., 2009), já se demonstrou eficaz na alimentação animal até o nível de 9% (suínos), sem afetar o desempenho e as características de carcaça destes animais (Abdalla, 2008). Em ruminantes, que possuem capacidade para se utilizar do glicerol presente na glicerina bruta como precursor gliconegênico (Chung et al., 2007), a inclusão em até 16% da dieta em novilhas Nelore não alterou o número de períodos de duração (Silva et al., 2015) e atividade alimentar na dieta de bovinos (Meneses et al., 2014). Todavia, sua aplicação ainda é incipiente, normalmente restrita ao ambiente acadêmico, mais uma razão para que a demonstração de sua viabilidade, inclusive econômica, se faça pertinente, atual e necessária.

Assim sendo, nossa hipótese é que tanto o crambe quanto a glicerina, um resíduo e um subproduto da agroindústria do biodiesel, podem ser amplamente utilizados como substitutos na alimentação de bovinos terminados em confinamento animal, com potencialidade de redução de custos e sem prejuízo alimentar, tendo-se por base a mensuração da carne produzida no momento do abate.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de agosto a novembro na Universidade Católica Dom Bosco, em Campo Grande MS. Foram utilizados 36 bovinos (sendo 16 novilhas e 20 novinhos castrados), provenientes do rebanho do setor de bovinocultura da Universidade Católica Dom Bosco, com aproximadamente $314,50 \pm 45,94$ kg de Peso Corporal, distribuídos em blocos inteiramente ao acaso em quatro tratamentos, com

cinco e quatro repetições por tratamento, respectivamente para machos e fêmeas, em 8 baias coletivas, de 108 m², com piso de terra batida, providos de comedouros e bebedouro. O experimento foi dividido em 4 períodos experimentais de 21 dias, compreendendo 14 dias de adaptação e 7 dias de coleta, totalizando 84 dias de ensaio. Tendo em vista um pequeno atraso no processo de abate, os tratamentos totalizaram 104 dias. Os animais foram tratados de acordo com as diretrizes da Ética, Bioética e Bem-estar animal Comitê do Conselho Brasileiro de Medicina Veterinária e abatidos em frigorífico comercial com fiscalização federal (Roça, 2001; CFMV, 2012). O projeto de pesquisa foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de animais (CEUA/UFMS) protocolo 654/2015.

Os tratamentos compreenderam suplementos contendo farelo de crambe (fonte protéica) e/ou glicerina (fonte energética) no concentrado, descritos na Tabela 1, e formulados da seguinte forma: milho + farelo de soja (MFS); milho + farelo de crambe (MFC); 50% DE glicerina com 50% de milho e farelo de soja (GFS); 50% de glicerina com 50% de milho e farelo de crambe (GFC). As dietas, isoprotéicas (13% de Proteína Bruta), foram formuladas para atender as exigências nutricionais dos animais confinados (NRC, 1996), com estimativa de ganho de peso de 1,2 kg/dia, com fornecimento de água à vontade em todos os tratamentos.

Descrição	Tratamentos			
	MFS	MFC	GFS	GFC
Silagem de Sorgo(%)	40,00	40,00	40,00	40,00
Milho (%)	45,84	36,00	22,14	17,39
F.Soja (%)	11,16	0,00	11,16	-
F.Crambe (%)	-	21,00	-	21,00
Ureia (%)	-	-	0,78	0,61
Glicerina (%)	-	-	22,92	18,00
Mineral (%)	3,00	3,00	3,00	3,00

MFS-Controle (Milho e Farelo de Soja); MFC-Milho e Farelo de Crambe; GFS-50% de Glicerina, 50% Milho e Farelo de Soja; GFC-50% de Glicerina, 50% de Milho e Farelo de Crambe

Tabela 1- Porcentagem e composição das dietas contendo duas fontes energéticas e duas proteicas.

As medidas de consumo de nutrientes das dietas foram realizadas diariamente, com anotação das quantidades fornecidas visando à determinação da oferta diária por baia. No início do experimento foi realizada a primeira pesagem, repetida periodicamente a cada 21 dias, após um jejum de sólidos prévio de 16

horas. O abate dos animais se deu em frigorífico comercial, com a identificação, pesagem das carcaças e quantificação de arrobas produzidas.

A avaliação econômica teve por base os preços praticados à época do experimento e do abate.

Os custos relativos à Mão de Obra empregada (R\$ 680,00 /mês) foram rateados entre os tratamentos em função do número de dias no tratamento e, em seguida, pela quantidade de animais no tratamento, apurando-se seu total mensal em cada tratamento e por animal (Tabela 2).

	Dias no Mês	Dias no Tratamento	Valor Total da MO no mês	Valor da MO no Tratamento
Agosto	31	18	394,84	98,71
Setembro	30	30	680,00	170,00
Outubro	31	31	680,00	170,00
Novembro	31	25	548,39	137,10
Total por Tratamento (R\$)		104	2.303,23	575,81
Total por Animal (R\$)				63,98

MFS-(Milho e Farelo de Soja); MFC-Milho e Farelo de Crambe; GFS-50% de Glicerina, 50% Milho e Farelo de Soja; GFC-50% de Glicerina, 50% de Milho e Farelo de Crambe;
Vlor da MO (Valor Mensal da Mão de Obra)

Tabela 2 - Custo Mensal da Mão de Obra (R\$ 680,00 / mês) na alimentação de bovinos terminados em confinamento.

O custo da silagem de sorgo (volumoso) utilizada foi cotado a R\$ 200/ tonelada, ao passo que para a suplementação foram observados os seguintes custos: R\$ 1,33/kg (MFS); R\$ 0,60/kg (MFC); R\$ 1,24/kg (GFS); R\$ 0,57/kg (GFC). No custo da suplementação de GFS E GFC encontra-se incluído o valor de R\$ 0,36/ Kg da glicerina (relativo ao valor da glicerina, frete e dos tonéis de armazenamento). O custo total, por sua vez, fora estimado segundo a quantidade de suplemento ofertada em cada baia diariamente (Tabela 3), levando-se em consideração ainda os períodos de ajustes da ração.

A Receita fora apurada multiplicando-se a quantidade de arrobas produzidas pelo preço da arroba na data do abate (R\$ 95,00 para machos e R\$ 88,00 para Fêmeas).

A Taxa Interna de Retorno (TIR) fora apurada segundo a seguinte formulação matemática e com o auxílio de função específica do Excel:

$$I(0) = \frac{FF(1)}{1(1+i)} + \frac{FF(2)}{2(1+i)} + \dots + \frac{FF(n)}{3(1+i)}$$

Onde: I (0) = Investimento inicial no período 0; FF = Fluxos futuros dos períodos 1 a n; i = Taxa de juros que iguala a equação.

As análises de custos e econômicas foram precedidas de análises estatísticas e de variância (ANOVA), realizadas com a utilização do Sistema estatístico R, versão 3.2.0, e incidiram sobre o peso final de carcaça (em arrobas) produzido por cada animal, o Peso Vivo (Inicial e Final), o Peso de Carcaça Quente, o Rendimento de Carcaça e o Ganho (Total e Médio Diário) de Peso.

	Tratamentos													
	MFS			MFC			GFS			GFC				
	MACHOS													
	CONC.	VOL.	TOTAL	CONC.	VOL.	TOTAL	CONC.	VOL.	GLIC.	TOTAL	CONC.	VOL.	GLIC.	TOTAL
Agosto	702,64	185,15	887,79	316,98	185,15	502,13	287,34	185,15	72,64	545,13	68,04	164,56	52,42	285,02
Setembro	1.257,78	331,44	1.589,22	567,42	331,44	898,86	514,36	331,44	130,03	975,83	127,58	308,56	98,28	534,42
Outubro	1.550,71	378,94	1.929,65	667,28	362,76	1.030,04	686,46	374,26	153,79	1.214,51	179,53	375,39	124,83	679,74
Novembro	<u>2.090,10</u>	<u>179,35</u>	<u>2.269,45</u>	<u>857,10</u>	<u>163,05</u>	<u>1.020,15</u>	<u>1.508,54</u>	<u>120,90</u>	<u>134,55</u>	<u>1.763,99</u>	<u>359,99</u>	<u>135,00</u>	<u>109,17</u>	<u>604,16</u>
TOTAL	5.601,23	1.074,87	6.676,10	2.408,78	1.042,40	3.451,18	2.996,70	1.011,75	491,01	4.499,46	735,13	983,50	384,70	2.103,34
Por animal	1.120,25	214,97	1.335,22	481,76	208,48	690,24	599,34	202,35	98,20	899,89	147,03	196,70	76,94	420,67
	FEMEAS													
Agosto	562,11	148,10	710,22	253,58	148,10	401,69	229,84	148,10	58,13	436,07	54,43	131,65	41,93	228,01
Setembro	1.006,28	265,12	1.271,40	453,96	265,12	719,08	411,40	265,12	104,04	780,56	102,06	246,84	78,62	427,52
Outubro	1.240,73	303,10	1.543,83	686,91	239,17	926,08	549,02	299,36	123,03	971,42	143,62	300,26	99,90	543,79
Novembro	<u>1.672,14</u>	<u>143,50</u>	<u>1.815,64</u>	<u>685,65</u>	<u>130,45</u>	<u>816,10</u>	<u>1.206,92</u>	<u>96,75</u>	<u>107,64</u>	<u>1.411,31</u>	<u>288,02</u>	<u>108,00</u>	<u>87,30</u>	<u>483,32</u>
TOTAL	4.481,26	859,83	5.341,09	2.080,10	782,84	2.862,94	2.397,18	809,34	392,84	3.599,36	588,13	786,76	307,75	1.682,64
Por animal	1.120,32	214,96	1.335,27	520,03	195,71	715,74	599,30	202,33	98,21	899,84	147,03	196,69	76,94	420,66

MFS-Controle (Milho e Farelo de Soja); MFC-Milho e Farelo de Crambe; GFS-50% de Glicerina, 50% Milho e Farelo de Soja; GFC-50% de Glicerina, 50% de Milho e Farelo de Crambe. Nº de Animais: CONC.(Custo do Concentrado); VOL. (Custo do Volumoso/ Silagem); GLIC. (Custo da Glicerina)

Tabela 3 - Custo de Alimentação (em \$), contendo duas fontes energéticas e duas proteicas, na alimentação de bovinos terminados em confinamento, durante 104 dias.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Não houve efeito de tratamento, de bloco (sexo) ou mesmo da interação (sexo x tratamento), ($P > 0,05$), para nenhuma das variáveis estudadas (Tabela 4), razão pela qual a ANOVA foi realizada desconsiderando-se estes efeitos.

	Tratamentos				Média	CV (%)	P
	MFS	MFC	GFS	GFC			
PCI	324,22	317,44	312,44	308,78	315,72	14,39	0,8873
PCF	429,78	415,30	424,78	417,56	421,86	13,12	0,9420
PCQ	214,44	204,63	207,31	200,00	206,60	13,54	0,7400
RC	49,94	49,26	48,81	47,93	48,99	4,11	0,2140
Arrobas	14,30	13,64	13,82	13,33	13,77	13,54	0,7404
GPT	105,56	97,85	112,33	108,78	106,13	24,10	0,6690
GMD	1,01	0,94	1,08	1,05	1,02	24,02	0,6730

MFS-Controle (Milho e Farelo de Soja); MFC-Milho e Farelo de Crambe; GFS-50% de Glicerina, 50% Milho e Farelo de Soja; GFC-50% de Glicerina, 50% de Milho e Farelo de Crambe. PCI (Peso Corporal Inicial); PCF (Peso Corporal Final); PCQ (Peso Carcaça Quente); RC (Rendimento de Carcaça); GPT (Ganho de Peso Total) e GMD (Ganho Médio Diário).

Tabela 4 – Médias, Coeficientes de Variação e valor de P do desempenho produtivo na alimentação, contendo duas fontes energéticas e duas proteicas, de bovinos terminados em confinamento, durante 104 dias.

Com relação ao desempenho produtivo (arrobas) verificou-se ser plenamente justificável a introdução do resíduo farelo de crambe (fonte protéica) e do subproduto glicerina (fonte energética) na alimentação (Tabela 5), haja vista a semelhança estatística, ao nível de 5%, entre os desempenhos obtidos em todos os tratamentos.

Tratamentos	Média		Machos		Fêmeas	
MFS	14,30	± 1,59	14,53	± 2,09	14,00	± 0,85
MFC	13,64	± 2,21	13,91	± 2,82	13,31	± 1,47
GFS	13,82	± 1,99	13,98	± 2,60	13,62	± 1,23
GFC	13,33	± 1,57	13,73	± 2,09	12,83	± 0,43
Média	13,77	± 1,84	14,04	± 2,24	13,44	± 1,05

MFS-Controle (Milho e Farelo de Soja); MFC-Milho e Farelo de Crambe; GFS-50% de Glicerina, 50% Milho e Farelo de Soja; GFC-50% de Glicerina, 50% de Milho e Farelo de Crambe.

Tabela 5 – Médias e Desvio-Padrão das **Médias**, em arrobas por animal, geradas na alimentação, contendo duas fontes energéticas e duas proteicas, de bovinos terminados em confinamento, durante 104 dias.

A utilização do Farelo de Crambe na alimentação de bovinos de corte foi observada no trabalho de Anderson et al. (1993), que verificaram a inexistência de

efeitos de tratamento na eficiência alimentar nos dados de crescimento, quando confrontaram a utilização de Crambe, em diferentes proporções (100% à base de soja; 67% soja e 33% Crambe; 33% soja e 67% Crambe; e 100% Crambe),

Economicamente (Tabela 6), a inclusão do farelo de crambe como fonte proteica na composição da ração, proporcionou uma redução de 45,29% no custo operacional frente ao tratamento com insumos tradicionais, alavancando seu resultado operacional para R\$ 4.400,54 frente ao prejuízo anterior de R\$ - 762,30, revertendo a Taxa Interna de Retorno de - 0,75% para 5,64%, o que pode ser explicado também pelo o baixo custo inerente à aquisição do Farelo de Crambe, notadamente um resíduo, o que reduziu o custo da ração para R\$ 0,60/Kg, pouco menos da metade do valor de R\$ 1,33/Kg da ração à base de farelo de soja.

Assim como a inserção de uma fonte proteica, a aplicação do farelo de crambe, cujas aplicações são extremamente limitadas, normalmente destinadas à alimentação animal, geração de energia ou seu mero descarte, apresenta enorme potencial para fazer frente às necessidades cada vez mais presentes na geração de alimentos para uma população que não para de crescer.

Quanto à glicerina bruta, que teve seus efeitos de rendimento, quando em substituição ao milho (níveis de 0, 33, 66 e 100%), na dieta de bovinos de corte mantidos no pasto no período das águas foi avaliado por Socreppa et al. (2015), para quem a manutenção de rendimento e a inexistência de efeitos de tratamento observados remetem à possibilidade de se substituir até 100% do milho. Já para Chung et al. (2007), o consumo de concentrado de vacas leiteiras não diferiram quando o glicerol, succinato, ou glutamina foram incorporados ao concentrado.

A inclusão da glicerina bruta em suplementos para bovinos de corte em pastagem de *urochloa brizantha* "Marandu" demonstrou que a retenção de proteínas não permitiu a perda de peso aos animais (Botini et al., 2015), indicando que as exigências de proteína nas dietas estiveram acima da necessária à sua manutenção. Também não foram observadas mudanças na carcaça e na qualidade da carne produzida por Mach et al. (2009), para quem a utilização da glicerina bruta (86% de glicerol) no concentrado de alimentação (com até 12,1%) não causou qualquer efeito negativo sobre o desempenho ou variáveis de qualidade da carcaça e da carne, ao mesmo tempo em que barateou o custo do suplemento, resultados semelhantes aos de D'Aurea (2010), que incluíram até 20% de glicerina bruta na dieta de novilhas Nelore.

A inclusão de glicerol (60, 120 e 240 g/Kg de Matéria Seca) às dietas de vacas e novilhos de aptidão leiteira, também não afetaram o ganho de peso diário independentemente do sexo dos animais (Leão et al., 2012).

Em experimento que avaliou os efeitos da inclusão de glicerina bruta (7.5, 15, 22.5 e 30%), dentre outros, no desempenho e características de carcaça na

alimentação de 30 bovinos da raça Nelore durante 103 dias, van Cleff et al. (2014) não observaram efeitos quanto às características de carcaça, exceto uma maior concentração de gordura.

Não obstante, em experimento conduzido por Silva et al. (2015), verificou-se haver perda no ganho médio diário de peso em 60 novilhas da raça Nelore, com peso médio inicial de $285,89 \pm 18,74$ Kg e aproximadamente 19 ± 2 meses de idade, em cinco dietas contendo de 0, 4, 8, 12 e 16% de inclusão de glicerina bruta, em substituição do milho moído onde para cada 1% de Glicerina Bruta incluída na dieta houve um perda de 0,0065 Kg por dia. Todavia, defendem a permanência da mesma em até 16% da dieta a depender do custo deste subproduto.

Do ponto de vista econômico (Tabela 6), a substituição de 50% do milho utilizado pela fonte proteica alternativa (glicerina bruta) proporcionou uma redução 31,12% nos custos operacionais frente ao método tradicional, propiciando também um Resultado Operacional positivo (R\$ 2.760,99), superando ainda em 37,26% o desempenho visto em MFC. Todavia, sua associação com o Farelo de Crambe (GFC) proporcionou os melhores desempenhos econômicos em todos os parâmetros analisados, com uma Taxa Interna de Retorno 49,39% superior ao segundo melhor desempenho (MFC), fruto do menor custo operacional observado dentre todos os tratamentos, ainda que diante do seu menor desempenho produtivo (em arrobos).

Ante a inexistência de diferenças significativas entre as médias de desempenho observadas, é possível inferir-se estes efeitos puramente econômicos destas inserções, e ainda, sem a perda de qualidade no suplemento alimentar.

Desta forma, nota-se que a inclusão da glicerina, que muito embora tenha aplicações diversas e que vão desde a indústria estética até a conservação de peças anatômicas (Carvalho et al., 2013), e que não pode ser utilizado na alimentação humana, tem o potencial de liberar parte do milho utilizado nas dietas com insumos tradicionais, este sim amplamente utilizado com esta finalidade. E ainda, ante as difíceis escolhas a serem feitas, a alimentação humana deva ter preferência ante a produção de produtos estéticos, ainda que de higiene.

Mês/2012	Operação	Tratamentos			
		MFS	MFC	GFS	GFC
Agosto	Custo Concentrado	-1.264,75	-570,56	-517,18	-122,47
	Custo Volumoso	-333,25	-333,25	-333,25	-296,21
	Custo Glicerina	-	-	-130,77	-94,35
	Custo MO	-98,71	-98,71	-98,71	-98,71
Setembro	Custo Concentrado	-2.264,06	-1.021,38	-925,76	-229,64
	Custo Volumoso	-596,56	-596,56	-596,56	-555,40
	Custo Glicerina	-	-	-234,07	-176,90
	Custo MO	-170,00	-170,00	-170,00	-170,00
Outubro	Custo Concentrado	-2.791,44	-1.354,19	-1.235,48	-323,15
	Custo Volumoso	-682,04	-601,93	-673,62	-675,65
	Custo Glicerina	-	-	-276,83	-224,73
	Custo MO	-170,00	-170,00	-170,00	-170,00
Novembro	Custo Concentrado	-3.762,24	-1.542,75	-2.715,46	-648,01
	Custo Volumoso	-322,85	-293,50	-217,65	-243,00
	Custo Glicerina	-	-	-242,19	-196,47
	Custo MO	-137,10	-137,10	-137,10	-137,10
Custo Operacional Total		-12.593,00	-6.889,93	-8.674,63	-4.361,78
Total Receitas		11.830,70	11.290,47	11.435,62	11.040,69
Custo Total do Concentrado		-10.082,49	-4.488,88	-5.393,88	-1.323,26
Custo Total do Volumoso		-1.934,70	-1.825,24	-1.821,09	-1.770,26
Custo Total da Glicerina		-	-	-883,85	-692,45
Custo Total da Mão de Obra		-575,81	-575,81	-575,81	-575,81
Resultado Operacional		(762,30)	4.400,54	2.760,99	6.678,91
Arrobas Geradas (Kg)		128,66	122,77	124,39	120,00
Margem Líquida (R\$/Arroba)		-5,92	35,84	22,20	55,66
M.L. por animal (R\$/Arroba/Animal)		-0,66	3,98	2,47	6,18
M.L. Diária (R\$/Arroba/Dia)		-0,06	0,34	0,21	0,54
TIR (Taxa Interna de Retorno)		-0,75%	5,64%	3,50%	11,13%

MFS-Controle (Milho e Farelo de Soja); MFC-Milho e Farelo de Crambe; GFS-50% de Glicerina, 50% Milho e Farelo de Soja; GFC-50% de Glicerina, 50% de Milho e Farelo de Crambe.

M.O. (Margem Operacional); M.O. por Animal; M.O. Diária.

Tabela 6 - Custos Operacionais e Desempenho Econômico (em R\$) dos tratamentos com inclusão de resíduos e subprodutos da agroindústria do biodiesel na alimentação de bovinos confinados.

Por fim, numa perspectiva ambiental, estas substituições apresentam alta potencialidade para contribuir com a necessidade crescente de se disponibilizarem mais alimentos para uma população que, inexoravelmente, vem aumentando.

CONCLUSÕES

Os baixos custos de aquisição do Farelo de Crambe lhe proporcionaram expressiva redução de custos operacionais, razão pela qual é possível se inferir, em certa medida, a existência de um potencial mercado formal para sua comercialização e, em consequência, um incentivo para seu plantio e exploração comercial.

Quanto aliado à inserção da glicerina, não só os desempenhos alimentares, frente à geração de arrobas, como também econômicos, foram superiores, corroborando a potencialidade dos mesmos em contribuir com a redução de custos na alimentação bovina e na obtenção resultados econômicos favoráveis.

Novos estudos são pertinentes no sentido de se analisar não só a qualidade da carne gerada, como o desempenho destes subprodutos em outras proporções.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (processo nº 574285/2008-3) e Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul - FUNDECT (processo 23/200.199/2010). Eles também desejam agradecer à Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, pelo apoio ao processo de capacitação docente da CAPES/UCDB pela bolsa PROSUP fornecida.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Boletim mensal do biodiesel. Brasília: Superintendência de Refino, Processamento de Gás Natural e Produção de Biocombustíveis, Janeiro de 2015. Disponível em <<http://www.anp.gov.br/?pg=73979&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1424888890920>>. Acesso em: 25 fev. 2015.

ABDALLA, A. L., SILVA FILHO, J.C., GODOI, A. R., CARMO, C. A., EDUARDO, J. L. P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. R. Bras. Zootec. [online]. 37, p.260-268, 2008.

ANDERSON, V. L.; SLANGER, W. D.; BOYLES, S. L.; BERG, P. T. Crambe meal is equivalent to soybean meal for back grounding and finishing beef steers. Journal Animal Science, 71, p. 2608-2613, 1993. Disponível em <<http://www.journalofanimalscience.org/content/71/10/2608.full.pdf+html>>. Acesso em: 30 Jul. 2014

BOTINI, L. A., MORAES, K. A. K., MORAES, E. H. B. K., PINA, D. S., PAULA, D. C., HOFFMANN, A., STINGUEL, H., SOCREPPA, L. M., MENESES, D. M.. Glicerina bruta em suplementos para bovinos de corte a pasto no período seco. *Pesq. agropec. bras.* [online], vol.50, n.3, p. 242-249, 2015. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/pab/v50n3/0100-204X-pab-50-03-00242.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2015.

BP. BP Energy Outlook 2035, Houston, 2015. Disponível em <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/Energy-economics/energy-outlook-2015/Energy_Outlook_2035_booklet.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2015.

CARVALHO, Y. K.; ZAVARIZE, K. C.; MEDEIROS, L. S. E BOMBONATO, P. P. Avaliação do uso da glicerina proveniente da produção de biodiesel na conservação de peças anatômicas. *Pesq. Vet. Bras.* [online]. vol.33, n.1, p. 115-118, 2013.

CHUNG, Y.H.; RICO, E.D.; MARTINES, M.C.; CASSIDY, T.W.; NOIROT, V.; AMES, A.; VARGA, G.A.. Effects of Feeding Dry Glycerin to Early Postpartum Holstein Dairy Cows on Lactational Performance and Metabolic Profiles *Journal of Dairy Science*, v.90, n.12, p. 5682-5691, 2007.

COLLARES, D. G. Crambe: nova alternativa para os biocombustíveis. *Embrapa Agroenergia*, 2012. Disponível em <<http://www.biodieselbr.com/noticias/materia-prima/outras/crambe-nova-alternativa-biocombustiveis-280312.htm>>. Acesso em: 17 jul. 2014.

CFMV – CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA. Guia brasileiro de boas práticas para a eutanásia de animais. 2014. http://www.cfmv.gov.br/portal/_doc/guiabbp_eutan%C3%A1sia_animal.pdf

CUBAS, J. L. Neutralização da glicerina bruta obtida pela transesterificação dos óleos de crambe, cárcamo e soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 7. Belo Horizonte: Anais... Belo Horizonte: UFLA, 2010.

D'AUREA, A. P. Glicerina, resíduo da produção de biodiesel, na terminação de novilhas da raça Nelore. Dissertação (M.Sc.). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

DONKIN, S. S. Glycerol from biodiesel production: the new corn for dairy cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, p. 280-286, 2008. (Suplemento Especial). Disponível em < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982008001300032>. Acesso em: 15 nov. 2015.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. World energy outlook 2006, 385-386. Paris-France: 2006. Disponível em <<http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebsite/2008-1994/WEO2006.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2014.

JASPER, S. P., BIAGGIONI, M. M., SILVA, P. R. A. Comparação do custo de produção do crambe (*crambe abyssinica hochst*) com outras culturas oleaginosas em sistema de plantio direto. *Revista Energia na Agricultura*. v.25, n.4, p.141-153, 2010.

ÍTAVO, L. C. V., SOARES, C. M., ÍTAVO, C. C. B. F., DIAS, A. M., PETIT, H. V., LEAL, E. S., SOUZA, A. D. V. Calorimetry, chemical composition and in vitro digestibility of oilseeds. *Food Chemistry*, n.185, p. 219-225, 2015.

Mach, N.; Bach, A.; Devant, M. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. *Journal of Animal Science*, v.87, p.632-638, 2009.

MENESES, M. A., SILVA, F. F., SCHIO, A. R., SILVA, R. R., SOUZA, D. D., PORTO JUNIOR, A. F. Feeding behavior of dairy cows in feedlot and fed on crude glycerin levels in the diet. *Acta Sci., Anim. Sci.* [online], vol.36, n.2, 171-176, 2014.

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. População mundial deve atingir 9,6 bilhões em 2050, diz novo relatório da ONU. Disponível em <http://www.onu.org.br/populacao-mundial-deve-atingir-96-bilhoes-em-2050-diz-novo-relatorio-da-onu/>. Acesso em: 10 mar. 2014.

LEÃO, J. P., NEIVA; J. N. M., RESTLE, R.; PAULINO, P. V. R., SANTANA, A. E. M., MIOTTO, F. R., MÍSSIO, R. L.. Consumo e desempenho de bovinos de aptidão leiteira em confinamento alimentados com glicerol. *Ci. Anim. Bras.*, Goiânia, v.13, n.4, p. 421-428, out./dez, 2012.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. ESCASSEZ E DEGRADAÇÃO DOS SOLOS E DA ÁGUA AMEAÇAM SEGURANÇA ALIMENTAR. 2009. Disponível em <<https://www.fao.org.br/edsaasa.asp>>. Acesso em: 18 nov. 2015.

PARENTE, E. J. S.. Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado, 2003. Disponível em <<http://www10.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2008/01430.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2015.

PROJEÇÃO da População do Brasil e das Unidades da Federação. IBGE, 2015. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>. Acesso em: 09 nov. 2015.

ROÇA, R.O. Abate humanitário de bovinos. *Revista educação continuada CRMV-SP*, v.4, n.2, p.73 - 85. 2001.

ROSCOE, R., RICHETTI, A., MARANHO, E.. Análise de viabilidade técnica de oleaginosas para produção de biodiesel em Mato Grosso do Sul. *Revista de Política Agrícola*, ano XVI, n. 1, Jan./Fev./Mar., 48-59, 2007. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/Revista%201.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2015.

SARTORI, M. A., PEREZ, R., SILVA JUNIOR, A. G., MACHADO, S. R. S., SANTOS, M. M. S., MIRANDA, C. A. C.. Análise de arranjos para a extração de óleos vegetais e suprimento de usina de biodiesel. Piracicaba: *Revista de Economia e Sociologia Rural*, vol. 47, nº 02, abr/jun 2009, p. 419-434, 2009.

SILVA, G. M.; SILVA, F. F.; SILVA, R. R.; TEIXEIRA, F. A.; SOUZA, D. R.; SCHIO, A. R.; MATEUS, R. G.; MENESES, M. A.; SOUZA, D. D.; OLIVEIRA, J. S. O.; RODRIGUES, E. S. O.; PONDÉ, W. P. S. T. S.. Glicerina bruta na dieta de novilhas Nelore em pastejo no período seco. *Semina, Londrina*, v. 36, n. 1, p. 467-484, 2015.

SOARES, C. M., ÍTAVO, L. C. V., DIAS, A. M. DIAS, ARRUDA, E. J., DELBEN, A. A. S. T., OLIVEIRA, S. L., OLIVEIRA, L. C. S.. Forage turnip, sunflower, and soybean biodiesel obtained by ethanol synthesis: Production protocols and thermal behavior. *Fuel*, n.89, p. 3725-3729, 2010.

SOCREPPA, L. M., MORAES, E. H. B. K., MORAES, K. A. K., OLIVEIRA, A. S., DROSGHIC, L. C. A. B., BOTINI, L. A., STINGUEL, H. Glicerina bruta para bovinos de corte em pastejo no período das águas: viabilidade produtiva e econômica. *Rev. bras. saúde prod. anim.* [online], vol.16, n.1, p. 232-243, 2015.

van CLEEF, BRANCO, E. H. C., EZEQUIEL, J. M. B., D'AUREA, A. P., FÁVARO, V. R., SANCANARI, J. B. D.. Crude glycerin in diets for feedlot Nellore cattle. *R. Bras. Zootec.* [online]. vol.43, n.2, pp. 86-91, 2014.

TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO E A SUA CORRELAÇÃO COM O POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE SOJA

Data de aceite: 03/11/2020

Data de submissão: 03/08/2020

Thaís Cavalieri Matera

Universidade Estadual de Maringá- UEM
Maringá-PR
<http://lattes.cnpq.br/3449439891065427>

Lucas Caiubi Pereira

Universidade Estadual de Maringá- UEM
Maringá-PR
<http://lattes.cnpq.br/0504219959500764>

Alessandro Lucca Braccini

Universidade Estadual de Maringá- UEM
Maringá-PR
<http://lattes.cnpq.br/5125058490936708>

Francisco Carlos Krzyzanowski

EMBRAPA SOJA
Londrina-PR
<http://lattes.cnpq.br/8862568191438104>

Larissa Vinis Correia

Universidade Estadual de Maringá- UEM
Maringá-PR
<http://lattes.cnpq.br/9576828841695008>

Rayssa Fernanda dos Santos

Universidade Estadual de Maringá- UEM
Maringá-PR
<http://lattes.cnpq.br/4267284965390517>

Renata Cristiane Pereira

Universidade Estadual de Maringá- UEM
Maringá-PR
<http://lattes.cnpq.br/7767498241135709>

RESUMO: O teste de envelhecimento acelerado é um dos mais empregados na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, todavia, são escassos os trabalhos que o relacionam com outros testes fisiológicos empregados na cultura. Desta forma, o objetivo neste trabalho foi investigar a correlação entre os resultados do teste de envelhecimento acelerado, conduzido à 41°C por 24 horas, com o desempenho fisiológico das sementes nos principais testes de vigor aplicados as sementes de soja (germinação, primeira contagem da germinação, classificação do vigor da plântula, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e emergência em campo) O experimento foi conduzido com sementes apresentando distintos níveis de vigor, adotando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de correlação simples de Pearson (r) a 1% e 5% de probabilidade. Os resultados demonstraram que o teste de classificação do vigor da plântula ($r = 0,9160$) e de emergência em campo ($r = 0,9198$) foram aqueles que se correlacionaram em maior grau com o envelhecimento acelerado, seguidos pela germinação ($r = 0,8690$), primeira contagem de germinação ($r = 0,8460$) e condutividade elétrica ($r = 0,8912$).

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*, vigor, germinação, emergência, correlação de Pearson.

ACCELERATED AGING TEST AND ITS CORRELATION WITH THE PHYSIOLOGICAL POTENTIAL OF SOYBEAN SEEDS

ABSTRACT: The accelerated aging is one of the most used test in the evaluation of physiological seed quality of soybean, however, few studies that relate it to other physiological tests used in the culture. Thus, the objective of this work was to investigate the correlation of accelerated aging with the results of physiological performance obtained in the most frequently used vigor tests in the soybean quality control system (germination, first germination count, seedlings vigor classification, accelerated aging, electrical conductivity, final emergence in sand seedbed and field emergence). The experiment was conducted with seeds presenting different vigor levels, with a completely randomized experimental design with four replications. The data were submitted to Pearson's simple correlation analysis (r) at both 1% and 5% probability. The results showed that the seedling vigor classification ($r = 0.9160$) and field emergence test ($r = 0.9198$) were those that correlated better with accelerated aging, followed by germination ($r = 0.8690$), first germination count ($r = 0.8460$) and electrical conductivity ($r = 0.8912$)

KEYWORDS: *Glycine max*, vigor, germination, emergence, Pearson correlation.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil destaca-se por ser o maior produtor de soja a nível mundial. Na safra 2019/20, produziu-se 124 milhões de toneladas, com rendimento médio de 3.370 kg ha⁻¹ (USDA, 2020). A obtenção de altas produtividades está relacionada ao uso de sementes de qualidade com potencial fisiológico elevado. Por viabilizar plântulas vigorosas e, portanto, mais tolerantes às adversidades edafoclimáticas. Desta forma, o uso de sementes de alta qualidade é um pré-requisito determinante para o sucesso da produção de grãos.

As sementes de soja, para serem consideradas de alta qualidade, precisam de excelentes características fisiológicas e sanitárias, tais como altas taxas de vigor, germinação (viabilidade) e sanidade, assim como pureza física e varietal. Esses fatores estão relacionados à resposta das sementes do campo, estabelecendo uma população de plantas requerida pela variedade, que é um aspecto fundamental para alcançar altos níveis de produtividade. (FRANÇA NETO et al., 2010).

Para Marcos Filho e França Neto (2017), a interação das características que determinam seu potencial de desempenho e, conseqüentemente, o valor para semeadura, resulta em um lote de qualidade de sementes. Segundo a ISTA e a AOSA, o vigor pode ser definido como “o conjunto de características que determinam o potencial para a emergência rápida e uniforme de plântulas normais, sob ampla diversidade de condições de ambiente”.

Os procedimentos fundamentais para a produção de sementes de qualidade incluem: i) escolha da região produtora, considerando aspectos agrônômicos,

estruturais e comerciais; ii) a seleção das áreas destinadas à produção; iii) estabelecimento de plano de sucessão de culturas; iv) origem e a qualidade das sementes básicas; v) o manejo da área (sistema de preparo do solo, época e cuidados durante a semeadura, bem como adequação dos tratamentos culturais); vi) as inspeções e erradicação de plantas indesejáveis; vii) o controle de insetos e doenças; viii) a colheita, a secagem e o beneficiamento; ix) as condições de armazenamento e transporte do produto e x) o estabelecimento de programa integrado de controle de qualidade durante todas as etapas da produção (Marcos Filho, 2015a).

As empresas produtoras de sementes para comparar lotes e estabelecer políticas de armazenamento, comercialização e controle de qualidade, tanto interno quanto externo, de sementes de soja, utilizam resultados de testes fisiológicos (Martins et al., 2016). O mais empregado é o teste de germinação, cujos resultados servem como parâmetro de comercialização de sementes e norteiam a densidade de semeadura na instalação da lavoura (Fina et al., 2016). Pelo fato de ser um teste padronizado e conduzido em condições ideais para o estabelecimento da plântula, o teste de germinação é inquestionavelmente uma ótima ferramenta para se comparar o potencial germinativo de diferentes lotes. No entanto, pelas suas limitações, principalmente por ser conduzido em condições ideais, pode apresentar uma menor sensibilidade para a diferenciação da qualidade fisiológica de lotes, gerando com frequência, resultados discrepantes daqueles observados na emergência das plântulas em campo. Por esta razão, é de suma importância o emprego simultâneo de outros testes no controle, para avaliação da qualidade fisiológica das sementes.

Os testes convencionais mais aplicados para avaliação do vigor das sementes para a cultura da soja são: emergência de plântulas em campo, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado e tetrazólio. Para Popinigis (1985), o teste de envelhecimento acelerado tem se mostrado eficiente ferramenta na seleção de lotes para a semeadura da soja com base no potencial de desempenho da semente em condições de campo e na avaliação da capacidade de potencial de armazenamento, podendo fornecer informações com alto grau de consistência, de acordo com Tekrony (1995).

Atualmente, para a condução do teste em sementes de soja, especifica o uso de amostras de 40 g (sementes “pequenas”) a 45 g (sementes “grandes”), distribuídas sobre superfície da tela metálica colocada no interior da caixa plástica (câmara interna) utilizada para o teste (Tomes et al., 1988). Essa especificação tem como objetivo assegurar uma camada única de sementes distribuída sobre a tela metálica, para garantir a exposição uniforme das amostras às condições de temperatura e umidade relativa estabelecidas para o teste.

O teste é realizado a 41°C, temperatura máxima tolerada por proteínas hidratadas (teor de água de 26% a 30% nas sementes de soja). Em condições de

temperaturas mais elevadas, em vez de causarem estresse, podem promover a desnaturação de proteínas e a morte de sementes, de modo que o uso de temperaturas entre 43°C e 45°C, à uma umidade relativa de 100% para o envelhecimento das sementes, geralmente causa inativação metabólica completa, principalmente em sementes menos vigorosas de algumas espécies.

Em princípio, lotes de sementes de alto vigor mantém sua viabilidade, quando submetidos, durante curtos períodos de tempo, a condições severas e adversas de temperatura e umidade relativa do ar (Delouche e Baskin, 1973). Assim, foi desenvolvido com a finalidade de estimar o potencial de armazenamento das sementes e igualmente capaz de fornecer informações sobre o potencial de emergência das plântulas em campo.

Para este trabalho o objetivo foi investigar a correlação entre os resultados do teste de envelhecimento acelerado, conduzido à 41°C por 24 horas, com o desempenho fisiológico das sementes nos principais testes de vigor aplicados as sementes de soja.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

As avaliações da qualidade fisiológica foram conduzidas no Laboratório de Tecnologia de Sementes do Núcleo de Pesquisa Aplicada à Agricultura (Nupagri), pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá (UEM), no município de Maringá, em parceria com o Laboratório de Fisiologia do Núcleo de Tecnologia de Sementes e Grãos da Embrapa Soja, município de Londrina, ambos localizados na região norte central do Estado do Paraná.

Para o presente trabalho foram utilizadas sementes de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] provenientes de lotes comerciais com distintos níveis de vigor (alto, médio e baixo), segundo a classificação de França-Neto et al. (1998) para o teste de tetrazólio, das cultivares BMX Potência RR, 6563 RSF IPRO, 6663 RSF, M6410 IPRO e M6210 IPRO. Após a classificação pelo teste de tetrazólio, as sementes foram submetidas ao teste de envelhecimento acelerado por 24 horas à 41°C, cujos resultados constituíram os tratamentos deste trabalho experimental, conforme a Tabela 1. A condição do teste com relação ao tempo de exposição foi devido as sementes terem sido obtidas na época de comercialização, o que tornaria muito drástico para as sementes a temperatura de 41°C por 48 horas, como recomendado pela literatura (COSTA et al., 1984). A fim de minimizar o processo de deterioração no decorrer do trabalho, as sementes foram mantidas em câmara fria e seca à uma temperatura de 10 °C e 50% de umidade relativa do ar.

Tratamentos	Cultivar	E.A. 24h/41°C (%)
1	6663 RSF	97,50
2	6563 RSF IPRO	91,50
3	BMX Potência RR	91,50
4	M6210 IPRO	89,50
5	BMX Potência RR	87,00
6	M6410 IPRO	73,50
7	BMX Potência RR	73,00
8	6563 RSF IPRO	74,00
9	M6210 IPRO	67,00
10	M6210 IPRO	64,00
11	M6410 IPRO	63,00
12	6563 RSF IPRO	61,00
13	M6210 IPRO	46,00
14	M6410 IPRO	37,00
15	6563 RSF IPRO	20,50

Tabela 1. Esquema detalhado dos tratamentos com suas respectivas porcentagens de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado 24h/41°C.

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada por meio dos seguintes testes:

Teste de germinação (GER.): foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes, para cada tratamento e repetição analítica. As sementes foram colocadas para germinar entre três folhas de papel “Germitest” e umedecidas com água destilada utilizando-se a proporção de 2,5 vezes o peso do substrato seco. Foram confeccionados rolos, os quais foram levados para germinar em germinador do tipo “Mangelsdorf”, regulado para manter a temperatura constante de 25 ± 1 °C. A porcentagem de plântulas normais foi avaliada no quinto dia (primeira contagem), após o início do teste, segundo os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

Primeira contagem de germinação (P.C.G.): foi realizada em conjunto com o procedimento anterior, utilizando-se a mesma metodologia, com quatro subamostras de 50 sementes por repetição e tratamento. Os procedimentos para a realização seguiram a metodologia descrita por Nakagawa (1999), registrando-se a porcentagem de plântulas normais maiores que 3,75 cm, obtidas ao terceiro dia da semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Classificação do vigor da plântula (C.V.): o teste foi conduzido de acordo com a metodologia do teste de germinação, em que foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes por repetição e por tratamento. A avaliação foi realizada no quinto dia após a semeadura, segundo as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). As plântulas normais foram classificadas como “fortes” ou “fracas”, de acordo com Nakagawa (1999). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais “fortes”.

Teste de envelhecimento acelerado (E.A.): realizado adotando-se o método do gerbox. As sementes foram distribuídas em camada única dispostas sobre tela de aço inox, inserida no interior de caixas plásticas (tipo “gerbox”), contendo 40 mL de água destilada (Krzyzanowski et al., 1991). Em seguida os gerbox foram tampados e levados a uma câmara jaquetada de água (modelo 3015, marca VWR/USA), regulada a 41 ± 1 °C por 24 horas (Costa et al., 1984). Posteriormente, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente, com quatro subamostras de 50 sementes por tratamento e repetição. A avaliação foi realizada no quinto dia após a semeadura, computando-se as plântulas consideradas normais (Brasil, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (Marcos-Filho, 1999).

Condutividade elétrica (C.E.): avaliada utilizando-se o método de massa (Vieira e Krzyzanowski, 1999). Foram utilizadas oito subamostras de 25 sementes por repetição e por tratamento. As sementes foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g e imersas em 75 mL de água deionizada, em copos descartáveis de plástico (capacidade de 200 mL). Estes foram, então, mantidos em câmara de germinação a 25 °C por 24 horas. Após o período de embebição das sementes, foi medida a condutividade elétrica das soluções de embebição, por meio de condutímetro Digimed DM-32. Os resultados obtidos foram divididos pelo peso de cada subamostra, sendo expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

Emergência em campo (E.C.): realizada com quatro subamostras de 100 sementes por repetição e por tratamento, sendo cada subamostra de 100 sementes tratada e distribuída em sulcos de dois metros de comprimento, com cinco centímetro de profundidade. A contagem foi realizada aos 15 dias após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais, conforme descrito por Nakagawa (1994).

O experimento foi instalado adotando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, exceto para a variável emergência em campo, para a qual foi adotado o delineamento em blocos completos com tratamentos casualizados, igualmente com quatro repetições. Os dados das variáveis resposta foram submetidos à análise de variância, mediante o atendimento das pressuposições básicas.

As variáveis que caracterizaram a qualidade fisiológica das sementes foram submetidas à análise de variância ($p < 0,05$ e $p < 0,01$), utilizando-se o sistema para análise estatística Sisvar (Ferreira, 2000). Posteriormente submetidos à análise de correlação simples de Pearson (r) a 1% e 5% de probabilidade pelo software SAS System.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de correlação do teste de envelhecimento com as demais variáveis testadas, além de positivos, foram significativos a 1% e 5% de probabilidade pelo teste t. Fugiram a esta regra a emergência final em substrato de areia que não apresentou significância a essas probabilidades, bem como o valor negativo de correlação de Pearson encontrado entre o envelhecimento acelerado e a condutividade elétrica. Valores negativos foram igualmente observados nas correlações entre a condutividade elétrica com os demais testes.

Diniz et al. (2013), Schuab et al. (2006) e Santorum (2011) de modo similar ao observado neste trabalho, também registraram valores negativos para correlação de Pearson entre as variáveis de qualidade fisiológica com o teste de condutividade elétrica em sementes de soja, indicando que na associação linear simples com esta variável, valores crescentes de uma variável estão associados a valores decrescentes da outra. Pode-se creditar este comportamento à própria natureza do teste de condutividade elétrica, cuja essência é avaliar o potencial fisiológico com base na quantidade de lixiviados encontrada na solução de embebição. Portanto, quanto menor a quantidade de lixiviados, menor serão os valores da condutividade elétrica e maior será o vigor da semente.

O coeficiente de correlação linear de Pearson (r) assume um valor entre -1 e 1, portanto, um valor igual a 1 significa que a equação linear descreve perfeitamente a relação entre as duas variáveis, quanto mais próxima for a correlação com -1 ou 1, mais forte é o grau de correlação entre as variáveis. Na área de tecnologia e qualidade de sementes, a interpretação dos coeficientes de correlação linear de Pearson é de elevada complexidade, uma vez que são inexistentes valores de referência pré-definidos entre os diferentes testes, de forma que o exame dos dados demanda uma *análise subjetiva dos autores para um determinado conjunto amostral*.

A este respeito, baseando-se no exposto por Figueiredo Filho e Silva Junior (2009), Gonçalves et al. (2017) que susgetionam em análises fisiológicas de sementes de cebola um coeficiente de correlação, em valores absolutos, de 0,1 a 0,39 pode ser considerado fraco, de 0,4 a 0,69, moderado e acima de 0,7, forte. Para fins de comparação dos resultados obtidos no presente estudo, empregou-se a escala proposta Gonçalves et al. (2017); todavia, considerando muito fortes,

resultados acima de 0,9, conforme adotado em Santorum (2011).

Com base nas interpretações do grau de associação linear, valores de correlação classificados como muito fortes foram obtidos entre o teste de envelhecimento acelerado e a variável classificação do vigor da plântula ($r = 0,9160$) e a porcentagem de emergência em campo ($r = 0,9198$). Para as variáveis germinação ($r = 0,8690$), primeira contagem de germinação ($r = 0,8463$) e condutividade elétrica ($r = -0,8912$), a associação linear com o envelhecimento acelerado foi de grau de correlação forte.

Schuab et al. (2006) avaliando a qualidade fisiológica de genótipos de soja, também apontaram valores superiores de correlação entre o envelhecimento acelerado e os testes de porcentagem de emergência em campo, condutividade elétrica, germinação e na primeira contagem de germinação. Do mesmo modo, para a cultura da soja, Carvalho et al. (2009) e Barbieri et al. (2013) relataram valores mais elevados de correlação simples entre a condutividade elétrica e o envelhecimento acelerado, ao passo que para Santorum (2011), a correlação dessas variáveis foi, em geral, de intensidade intermediária para aquele conjunto de dados.

Em outras culturas de interesse agrícola, Contreras e Barros (2005), Braz e Rosseto (2009) e Bertolin et al. (2011) observaram valores superiores de correlação simples positiva entre o teste de envelhecimento acelerado e a emergência das plântulas em campo para sementes de alface, girassol e feijão, respectivamente.

	P.C.G.	GER.	C.V.	C.E.	E.F.A.	P.E.C.
E.A.	0,8463**	0,8690**	0,9160**	-0,8912**	0,3291 ^{ns}	0,9198**
P.C.G.	-	0,8085**	0,7722**	-0,8220**	0,2964 ^{ns}	0,7857**
GER.	-	-	0,8708**	-0,7812**	0,4820**	0,8194**
C.V.	-	-	-	-0,8757**	0,3895**	0,9302**
C.E.	-	-	-	-	-0,3939**	-0,8437**
E.F.A.	-	-	-	-	-	0,3482**

*: significativo a 5% de probabilidade pelo teste t;

^{NS}: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste t;

** : Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t;

^{ns}: não significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

Tabela 2 - Coeficientes estimados de correlação linear de Pearson (r) entre as variáveis respostas: envelhecimento acelerado (E.A.), primeira contagem de germinação (P.C.G.), germinação (GER.), classificação do vigor (C.V.), condutividade elétrica (C.E.), emergência final em substrato de areia (E.F.A.) e porcentagem de emergência em campo (P.E.C.).

Tomando a amplitude como medida de dispersão, no teste de emergência em areia do presente estudo obteve-se uma variação da ordem 6,13% entre os tratamentos com maior (99,5%) e menor (93,37%) média percentual de plântulas normais. Por outro lado, amplitudes sensivelmente superiores foram encontradas no teste envelhecimento acelerado e na porcentagem de emergência em campo, que apresentaram valores de 77 e 23,25%, respectivamente. Esses valores vão de encontro aos encontrados por Braccini et al. (1994), Schuab et al. (2006), Marcos Filho et al. (2009), Krzyzanowski et al. (2014) e Brzezinski et al. (2017), que também verificaram menor amplitude no percentual de plântulas normais em lotes não tratados ou em lotes de alto vigor analisados imediatamente após o tratamento.

Dependendo das condições de temperatura do ambiente e da umidade das caixas de areia, o teste de emergência em areia tende a ser um teste apenas de germinação em areia, aspecto que pode ter contribuído para a fraca correlação observada com o teste de envelhecimento acelerado. Conforme Brzezinski et al. (2017) confirmam que, para sementes tratadas e submetidas ao armazenamento, o teste contribui para o ranqueamento do vigor dos lotes. Para França Neto e Henning (1992), o emprego deste teste na cultura da soja, ainda que em sementes de alto vigor, se justifica pelo fato dele evitar a reprovação de lotes que apresentem baixa germinação (em substrato de papel), causada por infecção por fungos de tegumento (*Phomopsis* spp. e/ou *Fusarium* spp.), uma vez que nas condições do teste as plântulas em desenvolvimento não têm contato com o tegumento da semente que a principal estrutura de infecção no teste de germinação, devido a proximidade das plântulas com os tegumentos de suas sementes de origem.

Por fim, com exceção do teste emergência final em substrato de areia, que apresentaram baixa precisão na distinção de vigor, observou-se que o teste de envelhecimento acelerado se correlacionou de maneira satisfatória com os demais testes conduzidos, com destaque superior para a sua associação com a análise de classificação do vigor e com o teste de emergência em campo, este último, considerado um parâmetro fundamental do estabelecimento da cultura (estande) e, conseqüentemente, na produtividade de grãos.

4 | CONCLUSÕES

Os testes que estão intensamente, linearmente e positivamente correlacionados ao teste de envelhecimento acelerado são os testes classificação do vigor de plântula e o teste de emergência em campo. Em menor grau, porém, ainda de forma elevada, a germinação, a primeira contagem de germinação e a condutividade elétrica também se correlacionaram com o referido teste.

REFERÊNCIAS

- BARBIERI, A. P. P.; MATTIONI, N. M.; HAESBAERT, F. M.; ANDRADE, F. F.; CABRERA, I. C.; MERTZ, L. M. Teste de condutividade elétrica individual em sementes de soja e a relação com emergência de plântulas a campo. **Interciencia**, v. 38, p. 310-316, 2013.
- BERTOLIN, D. C.; DE SÁ, M. E.; MOREIRA, E. R. Parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 1, p. 104-112, 2011.
- BRACCINI, A. L.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; SEDIYAMA, T. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária da semente de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com diferentes graus de impermeabilidade do tegumento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 16, n. 2, p. 195-200, 1994.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395 p.
- BRAZ, M.R.S; ROSSETTO, C.A.V. Correlação entre testes para avaliação da qualidade de sementes de girassol e emergência das plântulas em campo. **Ciência Rural**, v. 39, n. 7, p. 2004-2009, 2009. <https://www.scielo.br/pdf/cr/v39n7/a283cr891.pdf>
- BRZEZINSKI, C. R.; ABATI, J.; HENNING, F. A.; HENNING, A. A.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; ZUCARELI, C. Spray volumes in the industrial treatment on the physiological quality of soybean seeds with different levels of vigor. **Journal of Seed Science**, v. 39, n. 2, p. 174-181, 2017.
- CARVALHO, L. F.; SEDIYAMA, C. S.; DIAS, D. C. F. S.; REIS, M. S.; MOREIRA, M. A. Teste rápido de condutividade elétrica e correlação com outros testes de vigor. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 239-248, 2009.
- CONTRERAS, S.; BARROS, M. Pruebas de vigor em semillas de Lechuga y su correlación com emergencia. **Ciencia y Investigacion Agraria**, v. 32, n. 1, p. 3-11, 2005.
- COSTA, N. P.; PEREIRA, L. A. G.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; BARRETO, J. N.; PRADERI, E. V. Padronização do teste de envelhecimento precoce. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **Resultados de pesquisa de soja 1983/84**. Londrina, 1984. p. 119-120.
- DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, v. 1, n. 2, p. 427-452, 1973. <https://usda.library.cornell.edu/concern/publications/5q47rn72z?locale=en>.
- DINIZ, F. O.; REIS, M. S.; DIAS, L. A. S.; ARAÚJO, E. F.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C. A. Physiological quality of soybean seeds of cultivars submitted to harvesting delay and its association with seedling emergence in the field. **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 2, p. 147-152, 2013.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JUNIOR, J. A. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, v. 18, n. 1, p. 115-146, 2009.

FINA, B. L.; LUPO, M.; DRI, N.; LOMBARTE, M., RIGALLI, A. Comparison of fluoride effects on germination and growth of *Zea mays*, *Glycine max* and *Sorghum vulgare*. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n. 11, p. 3679–3687, 2016.

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **DIACOM: Diagnóstico Completo da Qualidade da Semente de Soja**. Londrina: Embrapa/CNPSo, 1992. 22 p. (Circular Técnica, 10).

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. A importância do uso de sementes de soja de alta qualidade. **Informativo Abrates**, v. 20, n. 1-2, p. 37-38, 2010.

GONÇALVES, N. R.; CICERO, S. M.; ABUD, H. F. Seedling image analysis and traditional tests to evaluate onion seed vigor. **Journal of Seed Science**, v. 39, n. 3, p. 216-223, 2017.

KRYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; HENNING, F. A.; FRANÇA-NETO, J. B.; LORINI, I. Influência do volume de calda e da combinação de produtos usados no tratamento da semente de soja sobre o seu desempenho fisiológico. **Resumos expandidos da XXXIV Reunião de Pesquisa de Soja**, 2014.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, v. 1, n. 2, p. 15-53, 1991.

MARCOS FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, v. 72, n. 4, p. 363-374, 2015a.

MARCOS FILHO, J.; FRANÇA NETO, J. B. Vigor de sementes: um componente de qualidade em permanente evolução. **SEDD News**, v. 21, n. 5, p. 42-49, 2017.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A. L. P.; LIMA, L. B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 102-112, 2009.

MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 3. p. 1-24.

MARTINS, C. C.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H.; MÔRO, G. V.; VIERIRA, R. D. Metodologia para seleção de linhagens de soja visando germinação, vigor e emergência em campo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 3, p. 455-461, 2016.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D., CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 49-85.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 2. p. 1-21.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289 p.

SANTORUM, M. **Comparison of tests for analysis of soybean seed vigor and its relationship to field emergence**. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2011.

SCHUAB, S. R. P.; BRACCINI, A. L.; FRANÇA NETO, J. B.; SCAPIM, C. A.; MESCHEDE, D. K. Potencial fisiológico de sementes de soja e sua relação com a emergência das plântulas em campo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 553-561, 2006.

TEKRONY, D. M. Accelerated ageing test. In: VAN DE VENTER, H. A. (Ed.). **Seed Vigour Testing Seminar**. Copenhagen: ISTA, 1995. p. 53-72.

TOMES, L. J.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. Factors influencing the tray accelerated aging test for soybean seed. **Journal of Seed Technology**, v. 12, p. 24-35, 1988.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Market and trade data**. Washington, Circular Series, WAP 5-20, May 2020.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 4. p. 1-26.

USO DE ARAÇÁ NO COMBATE AO NEMATOIDE DAS GALHAS DAS GOIABEIRAS NO PROJETO PÚBLICO DE IRRIGAÇÃO (PPI) DE BEBEDOURO

Data de aceite: 03/11/2020

Data de submissão: 06/10/2020

Elijalma Augusto Beserra

Universidade Federal do Vale do São Francisco
– UNIVASF
Petrolina – Pernambuco
<http://orcid.org/0000-0001-6445-347X>

Maria Helena Maia e Souza

Universidade Federal do Vale do São Francisco
– UNIVASF
Petrolina – Pernambuco
<http://orcid.org/0000-0003-0050-2783>

Maria Augusta Maia e Souza Beserra

Universidade Federal do Vale do São Francisco
– UNIVASF
Petrolina – Pernambuco
<http://orcid.org/0000-0003-0087-099X>

RESUMO: Este trabalho foi desenvolvido com vista a descrever a utilização ecologicamente viável de espécies de plantas originárias do bioma Caatinga como parte de metodologia de manejos de cultivares com potencialidade de registrar a infestação do *Meloidogyne enterolobii* (sin. *Meloidogyne mayaguensis*). O foco da pesquisa foram os estudos realizados no Projeto Público de Irrigação (PPI) de Bebedouro, no município de Petrolina (PE) que a mais de 10 anos vem enfrentando sucessivas quedas na produtividade nas plantações de goiaba em consequência da infestação do parasita. No processo de combate a infestação do *M. enterolobii*, os irrigantes de

Bebedouro vêm se defrontando com uma grande dificuldade, como a falta de alternativas naturais ou mesmo de produto químico com resultados auspiciosos no processo de controle da taxa de proliferação e agressividade do parasita. Não obstante estas dificuldades algumas técnicas vêm sendo utilizadas para refrear a ação do parasita, dentre estas, destaca-se: os controles biológicos, manejo de cultura e aperfeiçoamento de técnicas de cultivos. Cabe acrescentar que, o uso de plantas de Araçá (*Psidium guineense Swart*) como porta enxerto de cultivares de goiabeira (*Psidium guajava L.*), que apresentaram os melhores resultados no controle infestação do *M. enterolobii*.

PALAVRAS-CHAVE: Araçá; Nematóide; Bebedouro.

USE OF ARAÇÁ IN THE FIGHT AGAINST THE NEMATODE OF GUAVA TREES IN THE PUBLIC IRRIGATION PROJECT (PPI) BEBEDOURO

ABSTRACT: This work was developed in order to describe the ecologically viable use of plant species originating from the Caatinga biome as part of a method for cultivar management with the potential to register *Meloidogyne enterolobii* infestation (sin. *Meloidogyne mayaguensis*). The focus of the research was the studies carried out in the Public Irrigation Project (PPI) of Bebedouro, in the city of Petrolina (PE), which for more than 10 years has been facing successive drops in productivity in the guava plantations as a result of the parasite infestation. In the process of fighting the infestation of *M. enterolobii*, the irrigators of

Bebedouro have been facing a great difficulty, such as the lack of natural alternatives or even of chemical product with auspicious results in the process of controlling the rate of proliferation and aggressiveness of the parasite. Despite these difficulties, some techniques have been used to curb the action of the parasite. Among these, the following stand out: biological controls, culture management and improvement of cultivation techniques. It should be added that the use of Araçá plants (*Psidium guineense Swart*) as a rootstock for guava cultivars (*Psidium guajava L.*), which showed the best results in controlling *M. enterolobii* infestation.

KEYWORDS: Araçá; Nematoid; Bebedouro.

INTRODUÇÃO

Guimarães (2007) considera a região agrícola existente no polo agrícola de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), com suas imensas áreas cultivadas em pleno sertão nordestino, que, através do uso de modernas técnicas de irrigação, conseguiram alcançar a marca de aproximadamente 120 mil hectares. Esta marca além de representar uma vitória do agricultor sobre as dificuldades impostas pelas condições inóspitas da região de clima semiárido, concede ao Polo agrícola o título de “principal local de produção de frutas da América Latina” (GUIMARÃES, 2007, p. 9). Ainda segundo Guimarães (2007), este reconhecimento deve-se, em muito, aos resultados sociais e financeiros alcançados pelo setor agropecuário da região, que, já em 2005, promoveu uma geração de empregos diretos da ordem de 160 mil vagas, com uma receita bruta anual de aproximadamente 600 milhões de dólares.

Apesar do encantamento que sente o visitante ao sobrevoar pela primeira vez a região, e do alto visualizar o mosaico de variáveis tons de verde, em contrastes com a monocromática cor da Caatinga. Ao aproximar-se das áreas produtivas, o que chama atenção é a quantidade de lutas, desafios e obstáculos que o agricultor diariamente tem que enfrentar para tornar viável a agricultura em pleno sertão nordestino.

Já para o pesquisador que decide dedicar-se ao estudo das culturas realizadas na região, o que se revela é um cenário que esconde grandes problemas relacionados a qualidade do solo, altas taxas de evapotranspiração, crise hídrica e doenças provocadas por diferentes patógenos. Muitas destas adversidades vêm sendo enfrentadas por diversos entes públicos e privados que, lançando mão de novas tecnologias, inovações e investimentos em processos de pesquisa e experimento, permitem que exterioridades provocadas pela maciça atividade agrícola, possam ser minimizadas.

Neste contexto, estudos realizados por Castro et. al. (2016) e anteriormente por Carneiro et al. (2001), que primeiro identificou a presença do *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira (*Psidium guajava L.*) na região, e posteriormente por

Guimarães (2007), são uníssonos em afirmar que um dos grandes problema enfrentado pelas fruteiras cultivadas na região, está vinculada “a infestação por nematóides nas áreas de produção, o que tem levado à erradicação de pomares, sendo que ainda não existem medidas confiáveis para controle químico” (GUIMARÃES, 2007, p.13).

Um das principais vítimas dos efeitos dos nematoides são as cultivares de goiabeiras, cultura que segundo Castro et. al. (2016) foi “introduzida a mais de 24 anos nas áreas irrigadas dos estados da Bahia e Pernambuco, e surgiu como uma opção de diversificação da fruticultura desta região” (CASTRO et. al., 2016, p. 150), a ideia era aproveitar a janela da entressafra na região sudeste, e passar a atender este mercado e a exportação, quando o estado de São Paulo, o maior produtor nacional, não estivesse produzindo.

O que inicialmente parecia ser uma alternativa para as monoculturas da uva e da manga, com o passar do tempo passou a enfrentar problemas fitossanitários que levaram a queda de produção e principalmente a inviabilização de determinadas áreas produtoras, um dos principais responsáveis por este declínio foi o nematoide-das-galhas da goiabeira.

Este trabalho científico tem como objetivo descrever experiências desenvolvidas por diversos pesquisadores com vista a mitigação dos efeitos deletérios do *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira (*Psidium guajava L.*) na região do Polo Petrolina-Juazeiro, e em especial no Projeto Público de Irrigação (PPI) de Bebedouro. Para tanto foram realizadas pesquisas exploratórias, na qual, os dados obtidos durante visita de campo a lotes irrigados do PPI de Bebedouro e mediante pesquisa bibliográfica em livros e trabalhos científicos voltados para o tema, foram tratados de forma qualitativas para descrever o atual estado da arte.

Como consequência destes levantamentos, o presente documento encontra-se dividido em quatro partes, onde inicialmente procurou-se fazer uma descrição da pesquisa, em seguida foi descrito a metodologia adotada e o local tomado como referência, para só depois de delimitados estes parâmetros, promover um debate das diferentes experiências já produzidas em relação ao controle do *Meloidogyne mayaguensis* em plantações de goiabeira (*Psidium guajava L.*) em Bebedouro e na região.

Como não poderia ser diferente grandes problemas, via de regra, não são facilmente resolvidos, esta máxima parece está valendo para o caso em estudo, todavia uma das alternativas que vêm sendo avaliada com muita potencialidade é a adoção de plantas de Araçá (*Psidium guineense Swart*) como porta enxerto de cultivares de goiabeira (*Psidium guajava L.*), esta técnica, muito embora não derroque a população de parasitas no solo, tem apresentado resultados auspiciosos no controle das infestações do *Meloidogyne mayaguensis*.

MÉTODO

O desenvolvimento deste estudo ocorreu no período de outubro e novembro de 2019, momento em que foram realizadas cinco visitas de reconhecimento ao PPI de Bebedouro. Durante as primeiras visitas foi realizada uma entrevista semiestruturada com o diretor do Distrito de Irrigação do Perímetro Irrigado de Bebedouro (BID) e um grupo de irrigantes que desenvolve a atividade agrícola de cultivo de goiabeiras.

Nestas oportunidades onde foram colhidas informações quanto ao histórico de produtividade dos cultivares de goiabas no PPI, bem como, as dificuldades enfrentadas pelos irrigantes e quais as alternativas que vinham sendo aplicadas para o enfrentamento dos efeitos deletérios do *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira (*Psidium guajava* L.).

Com vista a fundamentar as informações repassados pelos agricultores foi produzida uma pesquisa em documentos do DIB, da CODEVASF e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), além das literaturas técnicas relacionadas ao cultivo de goiabas em região de semiárido.

Optou-se pela realização de uma pesquisa exploratória, a qual, no entendimento de alguns especialistas tem “como objetivo conhecer as características de um fenômeno para procurar, posteriormente, explicações das causas e consequências do dito fenômeno” (RICHARDSON, 2015, p. 326).

Neste esteio foram realizados levantamentos dos tipos bibliográficos e documentais, em livros, teses, dissertações, relatórios de órgão públicos, jornais, periódicos, revistas e blogs da região. Após o lastro de informações obtidas acerca das práticas desenvolvidas, partiu-se para o reconhecimento do ações de intervenção.

No decorrer das averiguações foram promovidas visitas de campo para a realização de estudo das condições em que vem sendo desenvolvido os cultivos. O principal objetivo destas visitas foi promover um aprofundamento dos entendimentos construído acerca das questões identificadas no decorrer da realização das pesquisas bibliográficas e documentais (GIL, 2008, p. 51).

Momento em que foram produzidas novas entrevistas do tipo “não estruturadas” (SILVA, 2005, p. 33; GIL, 2008, p. 101, RICHARDSON, 2015, p. 209) com agricultores e moradores da comunidade, desta feita relacionado às questões a utilização de espécies de goiabeiras resistentes ao *Meloidogyne enterolobii*, e quais os resultados obtidos.

Quanto as visitas a um grupo de lotes do PPI de Bebedouro, deve-se destacar que a escolha destas áreas foi consequência de uma indicação feita pelo gestor do DIB, tendo sido realizado visitas aos irrigantes pertencentes a um dos maiores

produtores de goiaba do PPI. Tendo em vista que nestes lotes haver sido realizados experimentos voltados ao controle da população de *Meloidogyne mayaguensis* em áreas produtivas.

Estes trabalhos foram desenvolvidos com vista a identificar e dimensionar o objeto da pesquisa que teve como objetivo descrever experiências desenvolvidas por diversos pesquisadores com vista a mitigação dos efeitos deletérios do *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira (*Psidium guajava* L.) na região do Polo Petrolina-Juazeiro, e em especial no Projeto Público de Irrigação (PPI) de Bebedouro.

Finalmente foi promovida uma nova rodada de pesquisa descritiva exploratória com uma abordagem qualitativa dos dados levantados durante as visitas de campo ao lócus de estudo e em consequência dos levantamentos bibliográficos, documentos pertencentes ao arquivo do DIB, dissertação e teses desenvolvidas em função da temática definida.

O PPI de Bebedouro encontra-se situado nas Coordenadas UTM 356708,60 mE; 8995043,71 mS, local específico onde funciona a gerência do DIB e onde foi realizada as primeiras entrevistas com o gestor do DIB. Segundo informações repassados pela equipe técnica do distrito, nesta região antes de 1963, funcionava a Fazenda Barra de Bebedouro, que ocupava uma faixa de terra de aproximadamente 9.000 ha encravada entre as margens esquerda do Rio São Francisco e a rodovia BR-428, conforme pode ser observado na **Figura 1** abaixo apresentada.

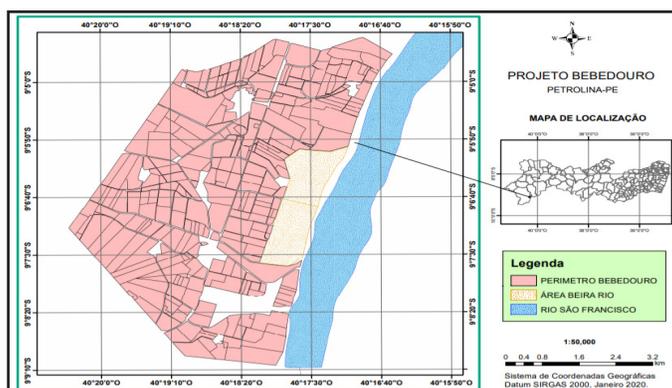


Figura 1 – Localização do PPI de Bebedouro

Fonte: SIQUEIRA (2020).

Conforme descreve a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba (CODEVASF) o PPI de Bebedouro encontra-se situado na Zona Rural do município de Petrolina (PE), localizado a uma distância de

aproximadamente 42 Km da sede do referido município.

A área ocupada pelo projeto de irrigação encontra-se estrategicamente localizada a uma distância de 10 km da cidade de Lagoa Grande (PE), 40 km do centro de Petrolina (PE) e a 50 km do Centro Estadual de Abastecimento Sociedade Anônima (CEASA-BA) da cidade de Juazeiro (BA) popularmente conhecido como “Mercado do Produtor”, que é o maior centro de distribuição de produtos agrícolas do território formado por Petrolina/Juazeiro, considerado o maior centro de fruticultura irrigada do Brasil.

Sua destacada posição geográfica, quando comparado com importantes centros de consumos e grandes áreas urbanas, lhe dá um destaque ainda maior, o PPI Bebedouro está a uma distância média de aproximadamente 700 km de Salvador, Fortaleza e Recife, as maiores capitais da Região Nordeste.

De acordo com dados fornecidos pela CODEVASF o PPI de Bebedouro possui uma área irrigável de 2.418 ha, dos quais 1.892 ha estão efetivamente sendo irrigadas. Muito embora as expressividades destes números, a partir do ano de 1984, eles perderam parte de sua imponência, isso porque neste ano iniciou o funcionamento de Projeto Irrigado Senador Nilo Coelho (PSNC), atualmente considerado o mais importante PPI do Submédio São Francisco (SMSF), o qual está localizado a 15 km do bebedouro, e possui uma área irrigável de 20,361 ha, estado quase que completamente ocupado, tendo em vista, que 19.611 ha desta área está ocupado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Martins (2008), o bioma da Caatinga possui uma grande variedade de árvores frutíferas, com consideráveis potenciais de serem exploradas economicamente, algumas destas espécies vem sendo utilizadas mediante processo de extrativismo, como é o caso da cajazeira e do umbuzeiro. Outra forma de aproveitamento que vem sendo realizado dar-se através do cultivo em pomares domésticos, muitas vezes conduzidos de forma empírica como é o caso da cajaraneira, da cirigueleira, da umbugueleira e do umbu-cajazeira.

A potencialidade das plantas nativas já é reconhecido por certos grupos econômicos, os quais desenvolvem uma exploração mais qualificada, como exemplo destes processos de exploração pode ser citado o que vem sendo realizado por associações como a Cooperativa Agropecuária Familiar de Canudos, Uauá e Curaçá (Coopercuc) que, de forma cooperada, vem explorando comercialmente espécies nativas como o umbu e o maracujá da caatinga.

Não obstante estes poucos casos pródigos e bem-sucedidos, existem outras plantas nativas que permanecem sendo pouco exploradas em seu potencial, como

é o caso do juazeiro, pitombas, tamarindo, mandacaru, romãzeira e do araçá. Todas estas plantas caracterizam-se por possuírem saberes exóticos com aptidão para serem utilizados de forma industrializada, propiciando novas fontes de renda para os pequenos agricultores da região.

De acordo com Franzon et. al. (2009), “entre a grande diversidade de fruteiras nativas, destacam-se muitas da família botânica das *Myrtaceae*, devido sua ampla variabilidade e adaptabilidade aos biomas brasileiros. Nesta família, está incluído o gênero *Psidium*, ao qual pertence os araçazeiros” (FRANZON et.al., 2009, p. 10) abaixo representado na figura 2.



Figura 2 - Flor do Araçá (*Psidium guineense* Swartz); Fruto Verde do Araçá

Fonte: Franzon (2009).

Sobre a etimologia do termo Araçá, Donadio et. al. (2002) em seus estudos ensina que o nome da fruta do araçazeiro provavelmente tem sua origem na composição de dois termos usados por indígenas nacionais, do Tupi “ara’as”, esta expressão na língua da etnia Guarani “ara” (céu), e “aza” (olho), que pode ser traduzido como sendo fruta com olhos. Dedução semelhante é construída por Paleari (2017), para o qual o nome Araçá tem origem no Guarani “para os quais “ara” simbolizava o céu e “aza” significava olho, ou seja, araçá significava olho do céu” (PALEARI, 2017, p. 24).

Teorias a parte, para conhecer a família botânica do Araçá pode-se lançar mão do trabalho apresentado por Araújo et. al. (2008) durante o XX Congresso Brasileiro de Fruticultura, segundo o autor “os araçazeiros, que pertencem ao mesmo gênero da goiabeira, poderão ser uma promissora fonte de resistência à praga quando utilizados como porta-enxerto da goiabeira” (ARAÚJO et al, 2008, p. 5).

Esta similitude com as goiabeiras dá aos araçazeiros, um potencial para conquista de novos mercados, que poderia ser efetivada de forma complementar as espécies de goiabeiras, tendo em vista estas frutas fazem parte da mesma família botânica e possuem sabores e aromas próximos. Entretanto a pequena divulgação

das características e particularidades do Araçá não permite a criação de um nicho de mercado, dificultando sua exploração comercial.

Na mesma direção de Araújo et. al. (2008) os estudos desenvolvidos por Donadio et. al. (2004) asseguram que a “planta do Araçá pertence à família botânica das *Myrtaceae*” (PALEARI, 2017, p. 24), nesta família está incluso o gênero *Psidium*, “composto de 100 espécies” (LANDRUM, 1997, p. 515) dentre os quais, a mais conhecida é a goiabeiras (*Psidium guajava L.*) que é uma fruta “presente em toda a América tropical” (DONADIO et. al., 2004, p.10), com elevado poder comercial, devido sua apreciação por grande parte do mercado consumidor mundial.

Há muitos anos as goiabeiras eram plantadas no sertão pernambucano, entretanto apenas no final da década de 1990 os agricultores do Vale do São Francisco iniciaram a plantação comercial de goiabeiras (*Psidium guajava L.*). Conforme descreve Castro et. al. (2016) as primeiras mudas foram “introduzidas a mais de 24 anos nas áreas irrigadas dos estados da Bahia e Pernambuco, surgiu como uma opção de diversificação da fruticultura desta região” (CASTRO et. al., 2016, p. 150).

A cultura da goiaba se desenvolveu de forma virtuosa até que as infestações de nematóides passaram a comprometer a produção da região. Conforme ensina Castro et. al. (2011) apesar de haver sido identificada no final da década de 1980 (1989)(CARNEIRO et. al., 2001, p. 223) a disseminação do nematóide *Meloidogyne mayaguensis* na região do Polo Petrolina-Juazeiro ocorreu nos primeiros anos do século XXI, tendo sua difusão sido “favorecida pelo uso comunitário de tratores e implementos contaminados com solo infestado, de mudas contaminadas, além da disseminação provocada pela enchente decorrente da precipitação pluviométrica em 2004” (CASTRO et al., 2011, p. 150).

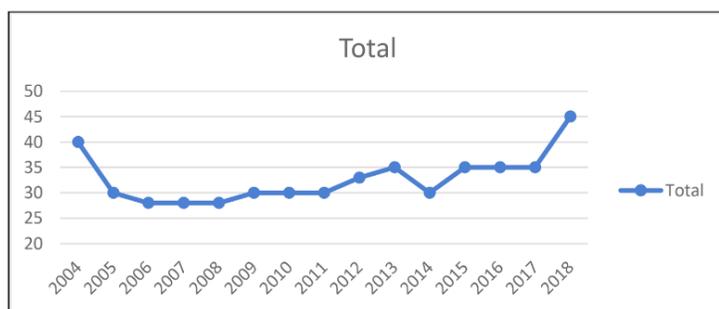


Gráfico 1 - Produtividade de Goiaba por hectare em Petrolina (PE)

Fonte: IBGE (2020).

Conforme pode ser observado na **Gráfico 1**, quando das primeiras safras a produção de goiaba no Vale do São Francisco chamaram atenção em função da elevada produtividade alcançada, as colheitas iniciais chegaram a produzir uma média de 40 t/ha. Está elevada produtividade associada à abertura de um novo mercado com uma demanda reprimida pelo produto, proporcionaram ganhos reais elevados, que segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) atingiram patamares da ordem de R\$ 55.760.000,00 no ano de 2004.

No caso específico do PPI de Bebedouro a implantação da cultura de goiaba foi introduzida em meados da década de 1990, inicialmente na área de pequenos irrigantes e posteriormente na área de empresa. Semelhante aos demais produtores do município de Petrolina/PE, as primeiras safras de goiaba dos irrigantes de Bebedouro apresentaram taxas de produção superior a 30 t/ha. Com a disseminação dos nematoides pelo solo das áreas cultivadas de projeto de irrigação, observou-se uma queda da produtividade, que atualmente está na casa de 20 t/ha conforme resumo do Planos Operacionais (OP) do DIP apresentado no Tabela 1 abaixo.

CULTIVO DE GOIABA NO PPI DE BEBEDOURO				
ANO	ÁREA (ha)		RENDIMENTO P/ HECTARE (t)	PRODUÇÃO (t)
	PEQ. PRODUTOR	EMPRESA		
2010	32,0	14,0	19,0	874,0
2011	32,0	14,0	20,0	920,0
2012	34,0	14,0	20,0	960,0
2013	34,0	14,0	20,0	960,0
2014	30,0	10,0	20,0	800,0
2015	15,0	00,0	18,0	270,0
2016	34,0	00,0	20,0	680,0
2017	33,0	00,0	20,0	660,0
2018	30,0	0,00	19,0	570,0

Tabela 1 - Cultivo de goiaba no PPI de Bebedouro

Fonte: DIB (2020).

Informações repassadas pela gerência do DIB corroboram com a teoria, pela qual, no final dos anos de 1990 foram identificados os primeiros indícios de queda de produção em decorrência da infestação de áreas por nematoides (Figura 3).

De sorte que em 2004 foi registrada uma acentuada queda na produção de goiaba no Perímetro de Bebedouro, fato que provocou o surgimento das primeiras pesquisas no tocante a mitigação dos efeitos do *Meloidogyne mayaguensis*.



Figura 3 - Plantação de goiabeiras (*Psidium guajava L.*) no PPI de Bebedouro

Fonte: Beserra (2019).

Estes dados confirmam a teoria de que os parasitismo de fitonematóides são responsáveis por grandes perdas nas plantações de goiaba na região do Vale do São Francisco, um dos defensores desta teoria é Gomes (2007) para o qual os nematóides “têm uma ação espoliadora sobre as plantas hospedeiras, sendo o dano variável com a espécie, nível populacional, hospedeiro, condições ambientais e outros fatores” (GOMES, 2007, p. 16), mas todos comprometedores na medida em que a população de parasitas se difunde na área.

Como informado anteriormente, a presença do *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira (*Psidium guajava L.*) (Figura 4) no Brasil foi identificada pela primeira vez por Moura e Moura (1989)(CARNEIRO et. al., 2001, p. 223), “que descreveram um ataque severo em goiabeiras nos municípios de Curaçá e Maniçoba (Bahia) e Petrolina (Pernambuco)” (CARNEIRO et. al., 2001, p. 223; GOMES, 2007, p. 25).



Figura 4 - Galhas radiculares causadas por *Meloidogyne mayaguensis*

Fonte: Gomes (2007).

Ainda segundo Carneiro et. al. (2001), naquele momento o parasita

foi equivocadamente identificado como sendo o agente etiológico da espécie *Meloidogyne incógnita*, raça 2. Assim. Posteriormente este fitonematóide veio a ser adequadamente descrito como sendo *Meloidogyne mayaguensis*, por Carneiro et al. (2001). De acordo com Castro et. al. (2016) “atualmente, o nome aceito deste nematoide é *M. enterolobii*, sendo *M. mayaguensis* uma sinonímia” (CASTRO et. al., 2017, p. 149).

Trabalhos desenvolvidos por Carneiro et. al. (2001) demonstraram que o ataque do nematoide tem a potencialidade de causar a morte da planta atingindo todas as espécies de raízes “as radículas superficiais até as raízes pivotantes, os sintomas secundários no campo são forte bronzeamento de bordos de folhas, seguindo de amarelamento total das partes áreas, concluindo com o desfolhamento generalizado e morte da planta” (CARNEIRO et. al., 2001, p. 225).

As dificuldades de encontrar nematicidas capazes de combater o parasita (CASTRO et. al., 2017, p. 149) associado aos custos elevados dos tratamentos químicos, fizeram que muitos pesquisadores procurassem identificar tratamentos e manejos agrícolas que pudessem minimizar os efeitos deletérios dos nematoides. Figueira (2007) indica para o processo de controle dos “*Meloidogyne spp.*, a utilização de cultivares resistentes” (FILGUEIRA, 2007, p. 93), alternativa que o pesquisador considera eficaz na diminuição de populações dos parasitas existentes do solo.

Nesta mesma direção caminha Pegard et. al. (2005) que defende a ideia que a utilização de espécies resistentes ao *Meloidogyne enterolobii*, seria, mas palavras do pesquisador “*in the effective, economical, and environmentally safe nematode control*” (PEGARD et al., 2005, p. 158), esclarece o autor que:

A economia, a disponibilidade e os regulamentos governamentais restringiram drasticamente o uso de nematicidas no controle de nematoides parasitas de plantas. São necessárias alternativas aos nematicidas e, entre as alternativas, a resistência da planta hospedeira é especialmente valiosa porque a resistência pode fornecer controle de nematoides eficaz, econômico e ambientalmente seguro. Infelizmente, em larga escala e o cultivo a longo prazo de cultivares com genes de resistência únicos pode permitir que os nematoides do nó raiz superem essa resistência (PEGARD et. al., 2005, p. 158).

Sobre esta alternativa, estudos realizados por Souza et. al (2015) em áreas do Projeto Público de Irrigação (PPI) Senador Nilo Coelho, com plantas híbridas de *Psidium*, identificaram que, mesmo com a “presença de ovos e de juvenis do nematóide em raízes de plantas do híbrido não tem afetado o desenvolvimento das mesmas, pois estas têm apresentado desenvolvimento normal e vigor, além de não apresentar sintomas aparentes do declínio” (SOUZA et. al., 2015, p. 328).

Semelhante ao que prega Pegard et. al. (2005) e Figueira (2007), Souza et. al (2015) não considera a extinção do nematoide *Meloidogyne enterolobii* do solo

das áreas cultivadas, o que se identificou foi uma maior resistência destas plantas híbridas, “quando usada como porta enxerto das cultivares comerciais de goiaba” (*Psidium guajava* L.) (SOUZA et. al., 2015, p. 331), ao ataque dos parasitas, mesmo que durante um determinado tempo.

Apesar de menos conhecida que sua parente, o Araçá, como informado anteriormente, também pertence ao gênero da *Psidium*, sendo que, o araçazeiro pertence a espécie do *Psidium guineense* Sw que, além de ser muito encontrado no bioma caatinga (FRANZON et.al., 2009, p. 18) “apresenta ampla distribuição no território brasileiro” (DONADIO et. al., 2004, p.10). Devido sua difusão territorial, a fruta do araçazeiro possui, em função da região, várias designações, sendo conhecido popularmente por araçá, araçá-comum, araçá-verdadeiro, araçá-azedo e araçá-mirim (FRANZON et.al., 2009, p. 18).

Em sua pesquisa para o mestrado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) Gomes (2007) desenvolveu estudos sobre o *Meloidoginose* da Goiabeiras, tendo concluído que a “meloidoginose da goiabeira, causada por *M. mayaguensis*, é o principal problema fitossanitário desta cultura em todo o país, pois a sua incidência resulta em acentuada queda de produtividade e inexorável morte das plantas em médio prazo” (GOMES, 2007, p. 8).

Como se pode extrair dos relatos anteriormente descritos, ganha-se evidência o alerta feito por Guimarães et al. (2003), que em seu trabalho de pesquisa sobre a produção e uso de araçazeiro (*Psidium guineense* Swart) como porta enxerto da goiaba (*Psidium guajava* L.), trabalho este publicado a mais de 15 anos, já alertava que o nematóide *Meloidogyne mayaguensis* “representa uma ameaça, não só para a goiabeira, mas também para todas as culturas suscetíveis do Semiárido, pois trata-se de um nematoide com alta virulência em plantios comerciais de goiabeiras nos municípios de Petrolina” (GUIMARÃES et. al., 2003, p. 139).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Semelhantemente às considerações apresentadas por Guimarães et al. (2003) e Araújo et. al (2008) em seus estudos, o que se pode deduzir dos fatos anteriormente apresentados é que verdadeiramente existe uma suscetibilidade de várias culturas economicamente importantes para a economia da região do Vale do São Francisco, aos ataques dos nematoides. Está assertiva indicam a necessidade preeminente de serem promovidas ações que possam de forma efetiva, e ambientalmente viável, mitigar a disseminação destes parasitas pelas áreas cultivadas do Polo Petrolina/Juazeiro.

Das alternativas apresentadas até o momento a que mais apresenta potencialidade de resistir aos ataques dos nematoides das galhas são as que fazem

uso de técnicas de melhoramentos vegetais e as que utilizam as técnicas de porta-enxerto resistente (Campos et al., 1990; Campos 1997), tendo em vista a ineficácia ambiental e mesmo econômica das técnicas de rotação de culturas ou mesmo do uso de produtos químicos.

Não obstante os aparentes sucessos o que os estudos até o momento deixam evidentes é que não existe genótipos comerciais de goiabeiras resistentes a *M. mayaguensis*. A EMBRAPA tem realizado estudos com resultados auspiciosos, mas ainda necessários de comprovação em escala comercial.

Neste cenário, onde as indústrias de não visualiza o controle do nematoide-das-galhas da goiabeira como uma meta a ser trabalhada, resta aos pequenos agricultores do vale do São Francisco apostar na utilização dos araçazeiros e de seus híbridos, tendo em vista que estudos conduzidos por pesquisadores, irrigantes e agricultores no PPI de Bebedouro, terem confirmado a teoria que o Araçá tem uma capacidade considerável de resistir aos ataques dos nematóides, e os testes realizados em lotes do PPI de Bebedouro corroboram com esta hipótese de que as enxertia de Araçá com a goiabeira, representa uma possibilidade ecologicamente aceitável e economicamente viável.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Francisco Pinheiro de; et al. Produção, qualidade dos frutos e uso do araçazeiro como porta-enxerto da goiabeira em áreas infestadas com nematoide. **XX Congresso Brasileiro de Fruticultura**, Vitória, ES. 2008. Disponível em: file:///C:/Users/user/Desktop/QUALIDADE%20DOS%20FRUTOS%20E%20USO%20DO%20ARA%20C3%87AZEIRO%20COMO.pdf. Acessado em: 22 nov 2019.
- CARNEIRO, R. M. D. G.; MOREIRA, W. A.; ALMEIDA, M. R. A.; GOMES, A. C. M. M. Primeiro registro de *Meloidogyne mayaguensis* em goiabeira no Brasil. **Nematologia Brasileira**, v. 25, n. 2, Brasília, 2001.
- CASTRO, José Mauro da Cunha e; RIBEIRO; et al. Reprodução do nematoide-das-galhas da goiabeira em acesso de *Psidium*. **Comunidade Scientiae**, Bom Jesus, v.8, n.1, p.149-154, jan./Mar. 2017. Disponível em: file:///C:/Users/user/Downloads/2652-Article%20Text-8774-1-10-20170406%20(1).pdf. Acessado em: 15 nov 2019.
- CODEVASF. Bebedouro: Perfil Projeto Bebedouro PB I. Brasília: CODEVASF, 1978. v. 1: il.
- CODEVASF. **Inventário de projetos**. 3 ed. Rev. Brasília: CODEVASF, 1999. 224 p.
- DONADIO, Luiz. C.; MÔRO, Fabiola. V.; SERVIDONE, A. A. **Frutas Brasileiras**. Jaboticabal: Novos Talentos, 2004.
- FRANZON, Rodrigo Cezar; CAMPOS, Leticia Zenóbio de Oliveira; PROENÇA, Carolyn Elinore Barnes; SILVA, José Carlos Sousa. **Araçás do Gênero Psidium**: principais espécies, ocorrência, descrição e usos. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. 2009.

FILGUEIRA, Fernando Antônio Reis. **Novo manual de olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3 ed. Viçosa: UFV, 2013.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, Vicente Martins. Meloidoginose da Goiabeiras: **Estudo sobre a sua patogênese e formas de convívio com a doença a campo**. Dissertação apresentada no mestrado em Produção Vegetal da Universidade Estadual do Norte Fluminense, UENF. Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro: 2007. Disponível em: http://www.uenf.br/Uenf/Downloads/PRODVEGETAL_3434_1202393841.pdf. Acessado em: 17 nov 2019.

GUIMARÃES, Lílian Margarete Paes; MOURA, Romero Marinho de; PEDROSA, Elvira Maria Régis. Parasitismo de *Meloidogyne mayaguensis* em diferentes espécies botânicas. **Nematologia Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 139-145, Brasília: 2003.

GUIMARÃES, Tadeu Gracioli. **Visita Técnica ao Polo Frutícola do Vale do São Francisco, em Petrolina, PE e Juazeiro, BA**. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. 2007.

LANDRUM, Leslie R.; KAWASAKI, Maria Lucia. The genera of Myrtaceae in Brazil: an illustrated synoptic treatment and identification keys. **Brittonia**, v. 49, n. 4, out-nov/1997, 508-536, 1997. Disponível em: <file:///C:/Users/user/Downloads/Genera-Myrtaceae-Brazil.pdf>. Acessado em: 12 nov 2019.

MARTINS, S. T.; MELO, B. **Spondias (cajá e outras)**. Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, MG. 2008. Disponível em: <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/caja.html>. Acessado em: 25 out 2019.

PALEARI, Lucia Maria. **Frutas e seus frugívoros** - Lucia Maria Paleari (Organizadora). Botucatu: REDE Sans, FINEP, 2017.

PEGARD, A.; BRIZZARD, G.; FAZARI A.; SOUCAZE, O.; ABAD, P.; DIJAN-CAPORALINO, C. Histological species related to phenolics accumulation in **Capsicum annuum**. *Phytopathology*, v. 985, n. 2, p.158-165, 2005. Disponível em: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHYTO-95-0158>. Acessado em: 05 nov 2019.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa Social: Método e Técnicas**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2015.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4 ed. ver. e atual. Florianópolis: UFSC. 2005.

SOUZA, Rejanildo Robson Candido de; et. al. **Avaliação de híbrido de *Psidium* quanto à resistência ao *Meloidogyne enterolobii*, aos 12 meses de transplante, em área de produtores**. Jornada de iniciação científica da EMBRAPA Semiárido, Anais. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015.

CAPÍTULO 13

VALORES BIOMÉTRICOS NA MODALIDADE DE SEMEADURA EM CONSORCIAÇÃO DE MILHO COM FORRAGEIRAS E FEIJOEIRO EM SUCESSÃO

Data de aceite: 03/11/2020

Joaquim Júlio Almeida Júnior

UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros
Mineiros - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/0756867367167560>

Katya Bonfim Ataides Smiljanic

UniFIMES-Centro Universitário de Mineiros
Mineiros - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/8320644446637344>

Alexandre Caetano Perozini

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia
São Vicente da Serra – Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/9331788769309021>

Armando Falcão Mendonça

UniRV-Universidade de Rio Verde
Rio Verde - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/1421441121323177>

Edson Lazarini

UNESP – Universidade Estadual Paulista Júlio
de Mesquita Filho
Ilha Solteira – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/1069202908129771>

Gustavo André Simon

UniRV-Universidade de Rio Verde
<http://lattes.cnpq.br/0966742675984946>

Suleiman Leiser Araújo

UniFIMES-Centro Universitário de Mineiros
Mineiros - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/2614370376183531>

Winston Thierry Resende Silva

UniFIMES-Centro Universitário de Mineiros
Mineiros - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/7518358376432189>

Ricardo Gomes Tomáz

UniFIMES-Centro Universitário de Mineiros
Mineiros - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/5179241416233826>

Vilmar Neves de Rezende Júnior

UniFIMES-Centro Universitário de Mineiros
Mineiros - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/8530210830100494>

Victor Júlio Almeida Silva

FAR - Faculdade Almeida Rodrigues
Rio Verde - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/1219203640159319>

Beatriz Campos Miranda

UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros
Mineiros - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/9906493282188494>

Adriel Rodrigues da Silva

UniFIMES-Centro Universitário de Mineiros
Mineiros - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/1904309333781698>

RESUMO: Diante da necessidade de gerar informações para a adequada implantação do sistema integração agricultura-pecuária, o presente trabalho foi proposto com o objetivo de avaliar, em área irrigada, as modalidades de semeadura de três espécies de forrageiras em consórcio com o milho de verão com produção de palha para o feijão em sucessão. O ensaio

foi conduzido nos anos agrícolas 2012/2013, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP/Ilha Solteira-SP, localizada no município de Selvíria-MS, a 51° 22' de longitude Oeste de Greenwich e 20° 22' de latitude Sul, com altitude de 335 metros. Com um Latossolo vermelho distrófica textura argilosa o delineamento experimental foi em blocos casualizados com sete tratamentos em esquema fatorial 3x2+1 com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos por três espécies de forrageiras e duas modalidades de consórcio das forrageiras com as forragens na linha de semeadura do milho, juntamente com o adubo e na entre linha do milho e uma testemunha sem consorciação. No milho foram avaliadas: biometria da planta e componentes da produção, de grãos e de palha. No feijão foi avaliada a biometria da planta e os componentes de produção. Pode-se concluir que não ocorreram diferenças estatísticas na produtividade do milho e do feijão com uso das forragens em todos os tratamentos avaliados; que os valores relativos às características biométricas e componentes de produção do milho e do feijoeiro não apresentaram diferença estatística, com exceção da média no diâmetro de colmo do milho, em que a melhor média obtida foi a do consórcio de milho+ *Uruchloa brizantha* e Guandu. Apesar de não ser fator que limita ou acrescenta a produtividade da cultura foi observada diferenças estatísticas quanto a inserção da primeira vagem na cultura do feijoeiro.

PALAVRAS-CHAVE: Cultura do milho e feijão. Rotação de cultura. Semeadora para plantio direto, Produção de palha. Semeadura simultânea.

BIOMETRIC VALUES IN SOWING MODE ON CORN INTERCROPPING WITH FORRAGEIRS AND BEAN IN SUCCESSION

ABSTRACT: In view of the need to generate information for the proper implementation of agriculture-livestock integration system, this study was proposed in order to evaluate, in irrigated area, the seeding arrangements for three species of forage intercropped with summer corn with straw production for beans in succession. The test was conducted in the agricultural years 2012/2013, the Finance Teaching and Research of UNESP / Ilha Solteira-SP, located in Selvíria-MS, 51 22 'west longitude of Greenwich and 20° 22' latitude South, with an altitude of 335 meters. With a red Latosol dystrophic clayey experimental design was randomized blocks with seven treatments in a 3x2 + 1 with 4 repetitions. The treatments consisted of three species of forages and two forages of consortium arrangements with forages in corn sowing line, along with the fertilizer and in line between corn and a control without intercropping. Maize were evaluated: Biometrics plant and yield components, grain and straw. In beans biometrics plant and production components was evaluated. It can be concluded that there were no statistical differences in the productivity of maize and beans with use of fodder in all the treatments; that the figures relating to biometrics and corn and bean production components were not significantly different, mean except for the corn stem diameter, in which the best average was the corn consortium + *Uruchloa brizantha* and Guandu. Although not limiting factor or adds the crop yield was observed estatísticas differences in the insertion of the first pod in bean crop.

KEYWORDS: Corn and beans Culture. Crop rotation. Seeder for tillage, straw production. simultaneously planted.

INTRODUÇÃO

Dentre as tecnologias mais recentes que procuram viabilizar, tanto a produção animal como a produção de grãos, têm-se a integração agricultura-pecuária. Uma das formas do sistema preconiza o plantio direto de culturas de verão em rotação com pastagens e forrageiras na mesma área, o plantio de culturas de outono/inverno para formação de palhada e/ou suplementação animal por meio de pastejo, feno ou silagem. Neste sistema, a pastagem aproveita a correção do solo e a adubação residual aplicados na lavoura, que por sua vez se beneficia do condicionamento físico do solo e da palhada proporcionados pela pastagem sendo uma alternativa muito eficiente, mantendo a produtividade agrícola e promovendo indiretamente, a recuperação e renovação de pastagens. (SILVEIRA et al., 2011).

Dentro dessa ótica, concilia-se a produção de grãos com a pecuária tendo como objetivos recuperar o solo, aumentar a área plantada com grãos, diversificar investimentos, aperfeiçoar o uso da terra, da infraestrutura e da mão-de-obra e aumentar a receita líquida das propriedades agrícolas (MELLO, 2004).

Antes de sua instalação, há necessidade de se estudar a melhor maneira de promover o condicionamento físico do solo, bem como se há ou não, a necessidade de incorporação de calcário (MELLO, 2007).

Ao iniciar o sistema integração agricultura-pecuária, frequentemente os agricultores utilizam o sistema convencional para a implantação da lavoura no primeiro ano, visando as correções físicas do solo e incorporação do calcário (MELLO, 2007).

A mobilização do solo é efetuada quando este apresenta a friabilidade ideal o que geralmente vai ocorrer em fevereiro/março. Assim, o solo permanece pouco tempo exposto, com pouco risco de erosão, pois neste período as chuvas são suficientes para que a pastagem se recupere rapidamente e possa ser aproveitada no período seco (junho a setembro) na alimentação animal. No início da nova estação das chuvas (outubro), após a rebrota da pastagem, a lavoura deve ser implantada em plantio direto sobre a palhada da pastagem dessecada.

Segundo Adegas et al., (2011) a *Urochloa brizantha* e *Urochloa ruzizienses* são escolhas para concepção de cobertura morta e proteção da superfície do solo no sistema plantio direto, devido seu longo período de duração, alta produção de biomassa e completa adaptação ao Cerrado.

O milho se destaca na integração agricultura-pecuária devido às inúmeras aplicações que possui nos sistemas de produção, quer seja na alimentação animal na forma de grãos ou de forragem, na alimentação humana ou na geração de receita mediante a comercialização da produção excedente (COSTA et al., 2012), além da produção de palhada de elevada relação C/N, que colabora para

maior cobertura do solo, tanto em quantidade como em tempo de permanência na superfície (CRUZ et al., 2010).

Diante da necessidade de gerar informações para a adequada implantação do sistema integração agricultura-pecuária, o presente trabalho foi proposto com o objetivo de avaliar em área irrigada, as modalidades de semeadura de três espécies de forrageiras em consórcio com o milho de verão para a produção de palhada e plantio de feijão em sucessão, bem como os efeitos desses tratamentos na cultura do milho e do feijoeiro com intuito de se verificar um possível favorecimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos anos agrícolas 2012/13, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria (MS). Com coordenadas geográficas: Latitude 20°25'24" S e Longitude 52°21'13" W, possui altitude média de 335 m e clima do tipo Aw, segundo o critério de Köppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, apresentando temperatura média anual de 24,5°C, precipitação média anual de 1.232 mm e umidade relativa média anual de 64,8%. O solo do local é do tipo Latossolo Vermelho distrófico típico (EMBRAPA, 2013).

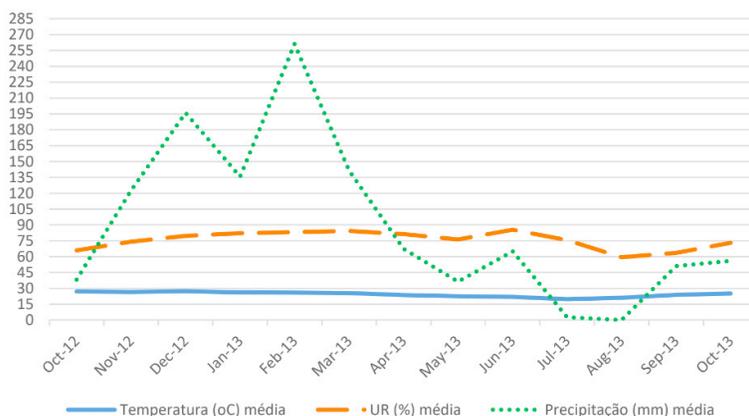


Figura 1: Valores de precipitação (mm) médias mensais, umidade relativa (%) médias mensais, temperaturas médias mensais (°C) e precipitação pluvial acumulou na safra 2012/2013 na área experimental da Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP localizada no município de Selvíria/MS. 2013.

Fonte: Posto Agrometeorológico da FEPE/Campus Ilha Solteira.

Cultura do milho

Para a semeadura do milho foram utilizadas sementes do híbrido precoce

DKB 390 YG, com poder germinativo de 85% e 99% de pureza, com densidade de semeadura de 3,0 sementes m^{-1} . A fertilização mineral foi feita na formulação 08-28-16 e dosagem de 300 kg ha^{-1} aplicados no sulco de semeadura. Para o tratamento das sementes de milho foi utilizado 600 g do inseticida thiodicarb, para cada 100 kg de sementes, no dia da semeadura.

Cultura do feijão

A semeadura do feijão foi realizada dia 01.07.13 utilizando sementes da cultivar Perola S2, peneira 6,5 mm, com poder germinativo de 80% e 99% de pureza, com densidade de semeadura de 13 sementes m^{-1} recomendada para a variedade. Foi utilizado o fertilizante mineral na formulação 04-30-10 e dosagem de 300 kg ha^{-1} aplicados no sulco de semeadura. O tratamento das sementes de feijão foi feito com produto a base de Vitavax + Thiram, na dose de 50 + 50 ml p.c. para 100 kg⁻¹ de sementes + Standak Top 200 ml p.c. para 100 kg⁻¹ de sementes respectivamente.

Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com nove tratamentos em esquema fatorial 4x2+1 com 4 repetições. Os dados coletados foram analisados pelo programa “R” Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 0,1% de probabilidade e ainda análise de correlação simples.

Descrição dos tratamentos

Os tratamentos foram constituídos por três espécies de forrageiras: *Urochloa brizantha*, *Urochloa ruzizienses*; Guandu super e duas modalidades de consórcio das forrageiras com o milho na linha e entre linha. Descrito da seguinte maneira: T1-Milho sem o consórcio, T2-Milho+*Urochloa brizantha* na entre linha, T3-Milho+*Urochloa ruzizienses* na linha, T4-Milho+guandu na entre linha, T5-Milho+guandu na linha, T6-Milho+*Urochloa brizantha* na entre linha, T7-Milho+*Urochloa ruzizienses* na linha.

Determinação dos atributos químicos e físico do solo

Esses atributos do solo foram avaliados antes da implantação do projeto de pesquisa para conhecer as características químicas da área experimental.

Foram determinados os seguintes atributos físicos do solo: macroporosidade, microporosidade, porosidade total, densidade e resistência ao solo de penetração, segundo a metodologia proposta por Rajj e Quaggio, (1983), no Laboratório de Física do Solo da UNESP – Campus de Ilha Solteira.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram apresentados em tabelas, com as médias das repetições de cada tratamento onde as culturas *U. brizantha*, *U. ruzizienses*, Guandu, milho se refere ao “fator F1”, diferentes manejos nas culturas (linha e entre linha) se refere ao “fator F2” e milho sem o consórcio (controle ou testemunha) quando houver diferença estatística significativa, esta será apresentada por diferentes letras minúsculas após as médias na linha e maiúscula na coluna. A ausência dessas letras significa que as médias não diferiram estatisticamente entre si. Caso haja interação entre os fatores F1, F2 e adicional, então será apresentada uma tabela com a média de cada tratamento, sendo que médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas ou de mesmas letras minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,1$).

Os valores médios da altura de planta do milho no ano agrícola de 2012/13 estão expressos na Tabela 1 e não exibiram diferenças significativas para a análise dos fatores e tampouco na interação, tanto nos consórcios com *U. brizantha*, *U. ruzizienses* e *Cajanus cajan*, como nas modalidades de semeadura utilizados (linha e entre linha). Provavelmente, pelo fato da emergência e do desenvolvimento inicial do milho ser mais rápido que das forrageiras, não ocorreu interferência destas no desenvolvimento do milho, corroborando com (KLUTHCOUSKI; YOKOYAMA, 2003) quando relataram que não há competição pela diferença de tempo e espaço no acúmulo de biomassa entre as espécies em consórcio, *Braquiária*/milho e *Panicum*/milho. Lima, (2007) estudando a produção de forragem de milho na integração agricultura-pecuária detectou correlação positiva entre o diâmetro de colmo e a produção de matéria seca da forragem. Como a produção de forragem considera toda a parte aérea da planta é evidente que essas correlações sejam positivas, pois maior altura de planta e maior diâmetro do colmo são indicativos de plantas mais desenvolvidas. De acordo com Mello (2004) é importante avaliar a altura das plantas de milho para confecção de silagem, uma vez que esta característica se encontra diretamente correlacionada com a porcentagem de plantas acamadas, podendo reduzir a produtividade de matéria seca quando há acentuado acamamento, visto que estas plantas não são colhidas pela colhedora de forragem no momento da ensilagem.

Os valores para altura de inserção da primeira espiga no ano agrícola de 2012/13 expressos na Tabela 1 não exibiram diferenças significativas para a análise dos fatores e tampouco na interação, tanto nos consórcios com *U. brizantha*, *U. ruzizienses* e *Cajanus cajan*, como nas modalidades de semeadura utilizados (linha e entre linha). Os mesmos resultados foram obtidos por Cruz (2007) utilizando o híbrido triplo BRS 3150 em Rio Largo (AL) não obteve

diferença significativa para altura inserção da primeira espiga, na cultura do milho no sistema integração agricultura-pecuária. Os valores médios de altura de planta e altura de inserção de espiga não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos avaliados, sendo características intimamente associadas (ALVAREZ et al., 2006). Também afirmam que ao analisar o desempenho de alguns cultivares de milho, observaram que a altura de inserção da primeira espiga do híbrido triplo precoce AGN 20A20, na média de três experimentos, foi de 1,09 m, valores relativamente similares aos encontrados nessa pesquisa.

Quanto ao diâmetro de colmo, os resultados revelaram Tabela 1 diferenças significativas para os consórcios com as forrageiras plantadas com milho. O consórcio com *U. brizantha*, apresentou valores superiores, mas estatisticamente igual ao *Cajanus cajan* que obteve valores superiores a *U. ruzizienses*, sendo que o *Cajanus cajan* se apresentou estatisticamente similar à *U. ruzizienses*. Também se verifica que na média geral entre as modalidades de semeadura (entre linha e linha) não foi observada diferença estatística entre as médias. Porém, quando a média do milho exclusivo foi comparada a média geral dos tipos de modalidade de semeadura, o milho exclusivo apresentou média estatisticamente superior à média geral das modalidades de semeadura utilizados no experimento.

Estes resultados comprovam que a rotação de culturas é importante quando se deseja obter maior diâmetro do colmo, o que está de acordo com Pascoaleto e Costa, (2001). Isto se deve a contribuição oferecida pela leguminosa à gramínea em rotação, no qual os seus resíduos são rapidamente mineralizados e utilizados especialmente como fonte de nitrogênio. O colmo não atua somente como suporte de folhas e inflorescências, mas principalmente como uma estrutura destinada ao armazenamento de sólidos solúveis, que são utilizados posteriormente na formação dos grãos (FANCELLI; DOURADO NETTO, 2000).

A análise estatística indica que não houve influência dos tratamentos nos valores de população de planta na cultura do milho no ano agrícola 2012/13 Tabela 1. Não exibiram diferenças significativas para a análise dos fatores e tampouco na interação e nos consórcios com *U. brizantha*, *U. ruzizienses* e *Cajanus cajan*, como nas modalidades de semeadura utilizados (entre linha e linha).

Provavelmente as populações de plantas não apresentaram diferenças significativas, devido ao fato da semeadura ter sido realizada com boa distribuição uniforme, no que diz respeito à distribuição longitudinal e profundidade de sementes. Silva (2000) destacou a importância da uniformidade de distribuição de sementes no solo, como uma das formas de aumento de produção das culturas, entre as quais o milho se destaca como a mais representativa. Resultados semelhantes foram obtidos por Cruz, (2007), que não obteve diferenças estatísticas para população final na cultura implantada de milho cultivado sobre braquiária no

sistema integração agricultura-pecuária.

M. S.	Altura inserção primeira espiga (m)				Altura planta (m)				Diâmetro de colmo (mm)			
	CONSÓRCIO			MÉDIA	CONSÓRCIO			MÉDIA	CONSÓRCIO			MÉDIA
	U. B.	U. R.	C.		U. B.	U. R.	C.		U. B.	U. R.	C.	
Entre Linha	1,20	1,23	1,28	1,24 A	2,09	2,12	2,00	2,07 A	25,99	23,94	24,56	24,8A
Linha	1,27	1,31	1,24	1,27 A	2,20	2,15	2,20	2,19 A	27,06	24,03	25,50	25,5A
Média	1,23 a	1,2b7 a	1,26 a	1,25 A	2,15 a	2,14 a	2,10 a	2,13 A	26,52 a	23,98b	25,03ab	25,1B
M.Exclusivo				1,25 A				2,08 A				27,4A
CV. (%)				5,29				9,58				10,02

M. S.	População planta ha ⁻¹				Produtividade de grãos ha ⁻¹			
	CONSÓRCIO			MÉDIA	CONSÓRCIO			MÉDIA
	U. B.	U. R.	C.		U. B.	U. R.	C.	
Entre Linha	53.111	53.166	50.944	52.407A	6.398	6.351	5.739	6.163 A
Linha	51.333	53.111	50.055	51.499A	5.841	6.888	5.747	6.158 A
Média	52.22a	53.13 ^a	50.49a	51.953A	6.119 a	6.619 a	5.743 a	6.160 A
M. Exclusivo				51.499A				6.592 A
CV. (%)				6,41				23,46

*médias seguidas das mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,1$). Onde U.B: *Urochloa brizantha*; U.R: *Urochloa ruzizienses*; C: *Cajanus cajan*; M. Exclusivo: Milho exclusivo. M.S.= Modalidade de semeadura.

Tabela 1: Valores da biometria e componentes de produção da cultura do milho nos consorcio com *Urochloa brizantha*, *Urochloa ruzizienses*, *Cajanus cajan*, na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria-MS (2012/13).

Fonte: Elaboração do próprio autor (2013).

De acordo com Fancelli e Dourado Neto (2000) o potencial produtivo do milho é definido precocemente, ou seja, por ocasião da emissão da quarta folha, podendo se estender até a sexta folha, principalmente em função da diferenciação da inflorescência masculina antes da feminina. Contudo, é importante ressaltar que as características que estão relacionadas com a produtividade de grãos podem ser afetadas por qualquer tipo de estresse da planta nessas fases.

Para os valores de produtividade de grãos, não houve efeito significativo ($P < 0,1$) em função dos tratamentos utilizados, assim como os tratamentos em consórcio, apresentaram valores iguais de produtividade de grãos, justificando a

utilização do consórcio, pois, além de obter produtividades semelhantes, é possível aumentar a quantidade de palha exigida para manutenção do Sistema de Plantio Direto (SPD), sem afetar de maneira significativa a produtividade, sendo o sistema de cultivo (Entre linha e linha) e a forrageira a ser utilizada dependente do ponto de vista gerencial e operacional. Esses resultados discordam dos obtidos por Mello et al (2007) que, trabalhando com consórcio de *U. brizantha* e milho, na mesma região e tipo de solo, detectaram a interferência exercida pela forrageira sobre o milho, quando consorciada na linha de semeadura e a lanço em área total, no mesmo dia da semeadura do milho. Os resultados mostraram que essas modalidades de consórcio afetaram o desenvolvimento do milho, reduzindo a produtividade de grãos, quando comparados com a produtividade obtida no tratamento de milho exclusivo. Resultados contrários também foram encontrados por Chioderoli et al. (2010) que avaliaram o consórcio de milho com três espécies forrageiras, semeadas em três sistemas de cultivo, os quais verificaram que a maior produtividade de grãos de milho foi obtida no consórcio de milho com *Urochloa* no cultivo (V4), sendo que os tratamentos com *U. ruzizienses* apresentaram maiores valores de produtividade de grãos. De acordo com Kozlowski (2009) no consórcio efetuado na época de cobertura, a competitividade é menor, porque o milho ultrapassa o período crítico de interferência (PCPI), que corresponde a um período de nove dias após a emergência, ou seja, estágio fenológico V2 (duas folhas expandidas), período em que a cultura pode conviver com as plantas daninhas sem que ocorra redução significativa na sua produtividade. Já resultados mostrados por Borghi e Crusciol (2007) afirmaram que a consorciação de milho com *Urochloa* promoveu, em média, menores produtividades de grãos de milho, discordando dos resultados obtidos neste trabalho, em que não houve interferência das forrageiras em função das modalidades de consórcio Tabela 1. Conforme Chioderoli et al (2012) o consórcio de milho com *Urochloa* não alterou a produtividade do milho e incrementou o aporte de massa seca no sistema de produção sob plantio direto. Também afirma que o sistema de cultivo com semeio de milho com *Urochloa* na linha de semeadura com a *Urochloa* misturada ao adubo de base e depositada a 0,10 m e ao lado da semente de milho é o mais prático, do ponto de vista operacional.

Visualizando a (Tabela 2) podemos notar que os valores médios obtidos em números de plantas por hectare para a cultura do feijoeiro não diferiram estatisticamente em fatores e interações. Cruz (2007), também não obteve diferenças estatísticas para população final de plantas de braquiária no sistema integração agricultura-pecuária. Dados semelhantes foram encontrados nesta pesquisa onde os valores médios de plantas por hectares na cultura do feijoeiro na fase inicial não diferiu estatisticamente da população de feijão nos diferentes tratamentos de consórcio e modalidade de semeadura da safra anterior.

Na Tabela 2 estão expressos os valores médios obtidos em números de plantas por hectare para a cultura do feijoeiro e somente na média da população final com a modalidade de semeadura na linha, pode-se verificar uma diferença estatística, e a mesma, ficou inferior aos demais tratamentos sendo que esses não diferiram estatisticamente entre si. O feijoeiro exclusivo não difere estatisticamente da média geral da modalidade de semeadura e dos consórcios em todos os tratamentos. Para Abreu et al. (2004) o aspecto mais importante para semear com sucesso sobre uma camada de restos culturais deixados na superfície do solo é cortar essa camada e colocar a semente e o fertilizante em contato com o solo na profundidade ideal para cada cultura.

Como demonstrado na Tabela 2, os valores médios de produtividade na cultura do feijoeiro não foram encontrados diferença estatística tanto fatorial como interação para a modalidade de semeadura e para o consórcio com as forrageiras *Urochloa brizantha*, *Urochloa ruzizienses* e *Cajanus cajan*. Também é possível observar que o milho exclusivo não difere estatisticamente da média geral da modalidade de semeadura e dos consórcios em todos os tratamentos.

Em trabalho realizado por Gameiro et al. (2008), avaliando a produtividade do feijão de inverno em sucessão à *Braquiária brizantha* e Capim moa, verificaram que estas espécies foram mais eficientes na reciclagem de nutrientes, quando comparados ao sorgo forrageiro e ao milheto, desde que as plantas de cobertura sejam manejadas 40 dias antes do cultivo do feijoeiro. Este incremento de nutrientes pela decomposição da forragem não ocorreu no presente trabalho onde a modalidade de semeadura foi executado 82 dias após colheita do milho e coberturas, mesmo assim não houve diferenças significativas entre os tratamentos com as modalidades de semeadura utilizados. A baixa produtividade pode ter ocorrido devido ao estresse que a cultura foi submetida em virtude da época do plantio e condições climáticas. Figura 1 desfavorável da região. Segundo Koslowski e Pallardy (1996) o estresse hídrico reduz a fotossíntese, tornando escassa a disponibilidade de fotossintatos para o enchimento das vagens, podendo acarretar-lhes a queda. Quando analisamos a Tabela 2 pode-se visualizar que os valores médios de massa de 100 grãos na cultura do feijoeiro não ocorreram variação estatística nos tratamentos utilizados tanto fatorial como para interação entre a modalidade de semeadura e consórcio com as forrageiras. Também é possível observar que o milho exclusivo não difere estatisticamente da média geral da modalidade de semeadura e dos consórcios em todos os tratamentos. Didonet (2002) afirma que a alta temperatura do ar talvez seja o fator ambiental que exerça maior influência sobre a abscisão de flores e de vagens, o não-enchimento adequado de grãos, o vingamento e a retenção final de vagens no feijão, sendo também responsável pela redução do número de sementes por vagem e pela menor massa de sementes.

Ao analisar a Tabela 2 pode-se compreender que os valores médios de altura de inserção da 1ª vagem para cultura do feijoeiro não ocorreram variação estatística nos tratamentos utilizados tanto fatorial como para interação entre a modalidade de semeadura e consórcio com as forrageiras. Quanto ao milho exclusivo, este diferiu estatisticamente da média geral da modalidade de semeadura e dos consórcios para os tratamentos utilizados, onde o milho exclusivo ficou inferior estatisticamente a média geral da modalidade de semeadura em consórcio. Gameiro, (2008) afirma que o milheto e sorgo comparados a braquiária foi a que apresentaram os maiores valores de altura de inserção da primeira vagem na semeadura do feijoeiro para os dois anos de cultivo. Os mesmos resultados foram verificados por (GAMEIRO et al., 2008).

Ao considerar a Tabela 2 pode-se compreender que os valores médios de número de vagem por planta na cultura do feijoeiro não ocorreram variação estatística nos tratamentos utilizados tanto fatorial como para interação entre a modalidade de semeadura e consórcio com as forrageiras. Também se observa que o milho exclusivo não diferiu estatisticamente da média geral da modalidade de semeadura e dos consórcios em todos os tratamentos. Rodrigues (2008) não verificou efeito significativo do uso de diferentes coberturas de adubo nitrogenado em relação ao número de vagens por planta na cultura do feijoeiro de inverno. Silva (2012) observou que as plantas de cobertura não afetaram o estande final de plantas, número de vagens por planta e grãos por vagem.

M. S.	População ha ⁻¹ (inicial)			MÉDIA	Produtividade kg ha ⁻¹			MÉDIA	Massa de 100 Sementes (g)			MÉDIA
	CONSÓRCIO				CONSÓRCIO				CONSÓRCIO			
	U. B.	U. R.	C.		U. B.	U. R.	C.		U. B.	U. R.	C.	
Entre Linha	264.997	164.442	272.775	267.405A	1.715	1.862	1.827	1.801 A	20,63	23,55	21,62	21,93 A
Linha	273.331	266.108	267.220	268.886A	1.821	1.574	1.681	1.692 A	22,78	22,39	21,81	22,32 A
Média	269.164 a	265.27a	269.997 a	268.145A	1.768a	1.718a	1.754 a	1.746 A	21,71 a	22,97 a	21,71 a	22,13 A
M. Exclusivo				274.997 A				1.812 A				22,43 A
CV. (%)	3,46				11,36				10,59			

M. S.	População ha ⁻¹ (final)			MÉDIA	Altura de inserção da 1ª vagem (cm)			MÉDIA	Número de vagem por planta			MÉDIA
	CONSÓRCIO				CONSÓRCIO				CONSÓRCIO			
	U. B.	U. R.	C.		U. B.	U. R.	C.		U. B.	U. R.	C.	
Entre Linha	241.664	229.442	257.220	242.775A	14,26	14,50	15,00	14,60 A	10,27	8,70	10,10	9,70 A
Linha	237.220	227.220	217.776	227.405 B	14,10	15,20	13,70	14,30 A	11,60	8,70	9,06	9,80 A

Média	239.442a	228.33a	237.498 a	235.090A	14,18a	14,85a	14,35a	14,46 A	10,93 a	8,70 a	9,58 a	9,73 A
M. Exclusivo	224.998A				12,80 B				10,35 A			
CV. (%)	9,47				6,56				23,03			
Número de grão por vagem						Número de grão por planta						
M. S.	CONSÓRCIO			MÉDIA	CONSÓRCIO			MÉDIA				
	U. B.	U. R.	C.		U. B.	U. R.	C.					
Entre Linha	4,70	5,10	4,90	4,89 A	47,60	40,80	51,00	46,47 A				
Linha	4,90	4,60	4,70	4,75 A	57,20	40,70	42,70	46,87 A				
Média	4,78a	4,85a	4,8a	4,82 A	52,40a	40,75a	46,85a	46,67 A				
M. Exclusivo				5,08 A				50,30 A				
CV. (%)	12,09						27,57					

*médias seguidas das mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,1$). Onde U.B: *Urochloa brizantha*; U.R: *Urochloa ruzizienses*; C: *Cajanus cajan*; M. Exclusivo: Milho exclusivo.

Tabela 2: Valores da biometria e componentes de produção da cultura do feijoeiro nos consorcio com *U. brizantha*; *U. Ruzizienses* e *Cajanus cajan* da área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria-MS (2012/13).

Fonte: Elaboração do próprio autor (2013).

Ao verificar a Tabela 2 levou aos valores médios de número de grãos por vagem na cultura do feijoeiro não ocorreram variação estatística nos tratamentos utilizados tanto fatorial como para interação para a modalidade de semeadura e consórcio com as forrageiras. O milho exclusivo também não diferiu estatisticamente da média geral da modalidade de semeadura dos consórcios em todos os tratamentos. Arf et al. (1996) também não verificaram efeito na adubação verde sobre este componente de produção. Silva (2012) observou em seu trabalho de campo, que as plantas de cobertura não afetaram número de grãos por vagem entre outros fatores de produção. Soratto et al. (2004) ao estudar o desempenho do milho consorciado com diferentes espécies de *Urochloa*, não obtiveram efeitos significativos no número de grãos por vagem com a utilização de diferentes níveis de N em cobertura.

Ao visualizar a Tabela 2 foi possível concluir que os valores médios de número de grão por planta na cultura do feijoeiro, não apresentaram variação estatística para os tratamentos utilizado, tanto fatorial como para interação entre a modalidade de semeadura e consórcio com as forrageiras. Quanto ao milho exclusivo, não foi encontrada diferença estatística da média geral da modalidade de semeadura e dos consórcios em todos os tratamentos. Arf et al. (1996) também não verificaram

efeito da adubação verde sobre este componente de produção. No trabalho de Silva (2008) não foi verificado efeito das culturas de verão utilizadas em antecessão no número de grãos vagem¹ de feijoeiro de inverno.

Na busca de novas alternativas para minimizar os efeitos negativos da sucessão de soja e milho, com proposta fez a opção pela introdução de cultivares de plantas de cobertura, principalmente de forrageiras, depois da colheita do milho safrinha ou em cultivo consorciado ao milho. Existe a probabilidade que a cultura consorciada produzida com a finalidade de forrageira, para ser empregada na alimentação animal ou cobertura para o solo, o que acresce o rendimento geral do sistema de produção de grãos com base na sucessão soja depois milho safrinha. Para Adegas (2011), a consorciação entre o milho safrinha e *Urochloa ruzizienses* é viável agronomicamente, desde que a supressão do desenvolvimento da *braquiária* não for realizada por herbicidas, há diminuição da produtividade do milho safrinha no consórcio. Para Mello et al. (2013), o milho em cultivo exclusivo apresentou desempenho semelhante ao obtido nos consórcios, pois, trata-se de área com sistema plantio direto consolidado. Tal resultado foi semelhante ao obtido neste experimento Tabela 3 onde a presença da palha não afetou a produtividade mantendo um resultado semelhante ao cultivo do milho sem o consórcio.

TRATAMENTOS	COBERTURA DO SOLO (%)					
	30dias ¹	Plantio	30 DAS ²	60 DAS	90 DAS	MÉDIA
<i>Zea mays</i> exclusivo	72,92	72,50	81,67	85,83	84,17	79,42
<i>Zea mays</i> , <i>Urochloa brizantha</i> entre linha	75,83	68,75	73,75	83,33	86,67	77,67
<i>Zea mays</i> , <i>Urochloa ruzizienses</i> entre linha	87,92	71,25	88,75	84,17	84,17	83,25
<i>Zea mays</i> , <i>Cajanus cajan</i> entre linha	72,08	62,08	84,58	78,75	82,92	76,08
<i>Zea mays</i> , <i>Cajanus cajan</i> linha	74,17	69,17	76,25	85,83	83,75	77,83
<i>Zea mays</i> , <i>Urochloa brizantha</i> linha	80,00	65,42	79,17	74,58	86,67	77,17
<i>Zea mays</i> , <i>Urochloa ruzizienses</i> linha	67,50	69,58	79,58	81,25	85,00	76,58
MÉDIA	75,77	68,39	80,54	81,96	84,76	78,29

1: "30dias" dias antes da semeadura; 2: "DAS" dias após semeadura.

Tabela 3: Valores médios de cobertura do solo (%) na cultura do milho em consórcio de milho com forrageiras, coletados nos períodos de 30 dias antes do plantio, na época do plantio, 30, 60 e 90 dias após a semeadura (DAS) na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria-MS (2012/13).

Fonte: Elaboração do próprio autor (2013)

CONCLUSÕES

As modalidades de semeadura e as espécies forrageiras proporcionaram produtividades de grãos e palha semelhantes à do milho exclusivo, e não influenciaram a produtividade do feijoeiro de inverno em sucessão.

REFERÊNCIAS

- ABREU, S. L.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Escarificação mecânica e biológica para a redução da compactação em argissolo franco-arenoso sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 28, n. 3, p. 519-531, 2004.
- ADEGAS, F. S.; VOLL, E.; GAZZIERO, D. L. P. Manejo de plantas daninhas em milho safrinha em cultivo solteiro ou consorciado à braquiária ruziziensis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. 1226-1233, out. 2011.
- ALVAREZ, C. G. D.; PINHO, R. G. V.; BORGES, I. D. Avaliação de características agronômicas de produção de forragem e grãos de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entrelinhas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 402-408, 2006.
- ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZZETTI, S. Incorporação de mucuna preta e de restos culturais de milho antes da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 8, p. 563-568, 1996.
- BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 2, p. 163-171, 2007.
- CHIODEROLI, C. A. et al. Consorciação de braquiárias com milho outonal em plantio direto sob pivô central. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 6, p. 1101-1109, 2010.
- CHIODEROLI, C. A. et al. Consórcio de *Urochloas* com milho em sistema plantio direto. **Ciências Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 10, p. 1804-1810, 2012.
- COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; GAMEIRO, R. de A.; PARIZ, C. M.; BUZZETTI, S.; LOPES, K. S. M. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, p. 1038-1047, 2012.
- CRUZ, A. C. R.; PAULETO, E. A.; FLORES, I. A.; Atributos físicos e carbono orgânico de um argissolo Vermelho sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 6, p. 1105-1112, 2010.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA, F. T. F.; PEREIRA FILHO, I. A.; FERREIRA, J. J. **Produção e composição Bromatológicas do milho para silagem**. Sete Lagoas: Embrapa, 2005. 4 p. (Comunicado técnico, 117).
- CRUZ, S. C. S. **Milho e Brachiaria decumbens em sistemas de integração lavoura-pecuária**. 2007. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Energia na Agricultura) -Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

DIAS, D. Milho. In: NEHMI, I. M. D. et al. (Coord.). **Agrianual 2005**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FTP, 2005. p. 409-410.

DIDONET, A. D.; MADRIZ, P. M. Abortamento de flores e vagens no feijoeiro: efeito da temperatura e da radiação solar. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002. P. 55-58.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 2013. 353 p. 3ª edição.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho. Guaíba: **Agropecuária**, 2000. 360 p.

GAMEIRO, R. A.; PARIZ, C. M.; ARAÚJO, F. C. M.; FERNANDES, J. C.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S. Componentes da produção e produtividade do feijão de inverno em sucessão a plantas de cobertura no cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 12; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 10; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 7, 2008, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja: SBSCS-IAPAR/UEL, 2008. 1 CD-ROM.

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 131-141.

KOSLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S. G. **Physiology of woody plants**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1996. 411 p.

KOZLOWSKI, L. A. et al. Épocas e extensões do período de convivência das plantas daninhas interferindo na produtividade da cultura do milho (*Zea mays*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 481-490, 2009.

LIMA, R. C. **Produtividade da forragem do milho em função de atributos físicos do solo sob plantio direto na Fazenda Bonança de Pereira Barreto (SP)**. 2007. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2007.

MELLO, L. M. M.; PANTANO, A. C.; NARIMATSU, K. C. P. Integração agriculturapecuária em plantio direto: consorciação braquiária e milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36., 2007, Bonito. **Anais...** Bonito: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2007. CD ROM.

MELLO, L. M. M. et al. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: consorciação braquiária e milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36. 2007, Bonito. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2013. 1CD ROM.

MELLO, L. M. M.; PANTANO, A. C.; NARIMATSU, K. C. P. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: consorciação braquiária e milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36, 2007, Bonito. **Anais...** Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2007. 1 CD ROM.

MELLO, L. M. M.; YANO, É. H.; NARIMATSU, K. C. P.; TAKAHASHI, C. M.; BORGHI, É. Integração agricultura pecuária em plantio direto: produção de palha e resíduo de palha após pastejo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 121-129, 2004.

MELLO, R. et al. Potencial produtivo e qualitativo de híbridos de milho, sorgo e girassol para ensilagem. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, n. 1, p. 87-95, 2004.

PASCOALETTO, A.; COSTA, L. M. Influência de sucessão de culturas sobre as características agrônomicas do milho (*Zea mays* L) em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 31, n. 1, p. 61-64, 2001.

KÖPPEN, G. S; Classificação climática de Köppen. Contributors: Alchimista, Angrense, DCandido, Dante Raglione, Darwinius, 2007.

RAIJ, B. Van; ANDRADE, J. C; CANTARELLA, H; QUAGGIO, J. A. Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais. **IAC-Instituto Agrônomo de Campinas**, 1983. 253P.

RODRIGUES, G. B. **Aspectos produtivos e sanitários de sementes de feijoeiro em função do uso de diferentes coberturas de solo no sistema de plantio direto**. 2008. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.

SILVA, A. R. B. **Comportamento de variedades/híbridos de milho (*Zea mays* L) em diferentes tipos de preparo de solo**. 2000. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

SILVA, M. G. et al. Sucessão de culturas e sua influência nas propriedades físicas do solo e na produtividade do feijoeiro de inverno irrigado, em diferentes sistemas de manejo do solo. **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 335-347, 2008.

SILVA, M. P. **Coberturas vegetais e adubação fosfatada no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro cultivado no período de inverno em sistema plantio direto**. 2012. 93 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2012.

SILVEIRA, P. M.; SILVA, J. H. S.; LOBO JUNIOR, M.; CUNHA, P. C. R.; Atributos do solo e produtividade do milho e do feijoeiro irrigado sob sistema integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. 1170-1175, 2011

SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A.C.; ARF, O. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, p. 895-901, 2004.

CAPÍTULO 14

VARIABILIDADE DE FLUXO DE CALOR NO SOLO EM UM PLANTIO COMERCIAL DE AÇAIZEIRO, CASTANHAL-PA

Data de aceite: 03/11/2020

Deborah Luciany Pires Costa

Universidade Federal Rural da Amazônia
UFRA
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0002-3513-0759>

Carmen Grasiela Dias Martins

Universidade Federal Rural da Amazônia
UFRA
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0001-7854-1956>

Bruno Gama Ferreira

Universidade Federal Rural da Amazônia
UFRA
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0001-5782-819X>

Erika de Oliveira Teixeira

Universidade Federal Rural da Amazônia
UFRA
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0002-8413-7615>

Igor Cristian de Oliveira Vieira

Universidade Estadual Paulista
UNESP
Jaboticabal-SP
<https://orcid.org/0000-0002-0488-5008>

Matheus Yan Freitas Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia
UFRA
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0002-1235-6800>

João Vitor de Nóvoa Pinto

Universidade Federal Rural da Amazônia
UFRA
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0001-5194-0834>

Hildo Giuseppe Garcia Caldas Nunes

Museu Paraense Emílio Goeldi
MPEG
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0003-4072-003X>

Vivian Dielly da Silva Farias

Universidade Federal do Pará
UFPA
Altamira-PA
<https://orcid.org/0000-0003-0395-7839>

Whesley Thiago dos Santos Lobato

Universidade Federal Rural da Amazônia
UFRA
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0001-9569-3978>

Denis de Pinho Sousa

Universidade Federal Rural da Amazônia
UFRA
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0001-5300-6383>

Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza

Universidade Federal Rural da Amazônia
UFRA
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0003-4748-1502>

RESUMO: O fluxo de calor no solo é um dos componentes do saldo de radiação de grande

relevância para compreensão da interação solo-planta-atmosfera. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o fluxo de calor no solo em um ecossistema de açaizeiro nas condições meteorológicas do município de Castanhal-PA. Foi instrumentada uma torre micrometeorológica no centro da área (0,3 ha) de cultivo de açaizeiro de sete anos de idade (cv. BR Pará), nesta foi conectados sensores de saldo de radiação, temperatura do ar e do solo (Tar e Ts, respectivamente), fluxo de calor no solo (G), a 30 cm de profundidade, e precipitação (PP), as avaliações foram realizadas no ano de 2018, utilizou-se de estatística descritiva. Os principais resultados encontrados foram que o solo coberto por açaizeiro apresenta G médio de 0,0382 MJ m⁻² d⁻¹, durante o dia varia em máximo às 15h e mínimo às 8h. A variabilidade de G é influenciada pelas alterações de Rn Tar e ocorrência de chuvas, e influenciou a variação de Ts. Portanto, os valores de G são influenciados pelas variáveis de clima e pela sazonalidade local.

PALAVRAS-CHAVE: Microclima; Latossolo amarelo; *Euterpe oleracea*.

VARIABILITY OF HEAT FLOW IN THE SOIL IN A COMMERCIAL PLANTING OF AÇAÍ PALM, CASTANHAL-PA

ABSTRACT: Heat flow in the soil is one of the components of the large-generation radiation balance for understanding the soil-plant atmosphere interaction. Thus, the objective of this work was to evaluate the heat flow in the soil in an açaizeiro ecosystem in the weather conditions of the municipality of Castanhal-PA. A micrometeorological tower was instrumented in the center of the area (0.3 ha) of açaí tree cultivation of seven years old (cv. BR Pará), in this it was connected to the connection of balance of radiation, air and soil temperature (Tar and Ts, respectively), heat flow in the soil (G), 30 cm deep, and complete (PP), as evaluations were carried out in 2018, using descriptive statistics. The main results found are that for the açaizeiro ecosystem the average value of G is 0.0382 MJ m⁻² d⁻¹, during the day it presents maximum values at 15h and minimum at 8h. The variability of G is influenced by changes in Rn Tar and the occurrence of rainfall, and influenced the variation in Ts. Therefore, G values are influenced by climate variables and local seasonality.

KEYWORDS: Microclimate; yellow Latossol; *Euterpe oleracea*.

1 | INTRODUÇÃO

O açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma espécie nativa da Amazônia brasileira, pertence à família Arecaceae, é conhecida vulgarmente por açaí-de-trouceira devido seu hábito de crescimento cespitoso, ou seja, tem perfilhamentos (YAMAGUCHI et al., 2015; HOMMA et al., 2014). Desenvolve-se bem em clima quente e úmido, em solos de várzea, e atualmente, existem duas cultivares adaptadas a solos de terra firme (BONOMO et al., 2014; CONFORTO; CONTIN, 2009).

Os principais produtos dessa palmeira são palmito e os frutos, o açaí, também fazem uso da planta para paisagismo, recuperação de áreas degradadas, e os caroços dos frutos são utilizados para substrato agrícola (COHEN et al., 2013). O Brasil é o maior produtor mundial de açaí, sendo a região Norte responsável por

cerca de 98% da produção desses frutos, equivalente a 1,3 milhões de toneladas, em 2017, considerando os cultivos planejados e extrativista. Nesse cenário nacional, o estado do Pará é o principal produtor, seguido pelo Amazonas, Maranhão, Acre e Rondônia (IBGE, 2017).

Apesar dessa importância socioeconômica que o açaizeiro possui, ainda existem muitas lacunas sobre a produção dessa palmeira, em especial, as cultivares que são adaptadas em terra firme. As principais demandas de conhecimentos são informações voltadas a interação solo-planta-atmosfera, como por exemplo, a demanda hídrica e nutricional da cultura (HOMMA et al., 2014).

Essas informações são de grande relevância para planejamento agrícola e aumento de produtividade das safras, sendo o conhecimento sobre a interação das culturas com clima é fundamental. Os elementos meteorológicos, como chuva, temperatura do ar, radiação solar, saldo de radiação e seus componentes, são fundamentais para sobrevivência dos vegetais, dessa forma, entender as particularidades de cada ecossistema é bastante relevante para a sustentabilidade agrícola (DIAS, 2018).

O saldo de radiação (R_n), também conhecido como radiação líquida, é a fonte de energia disponível para os processos físicos do ambiente, como evapotranspiração, aquecimento do ar e do solo, além dos processos de fotossíntese, respiração e aquecimento dos vegetais. O R_n é composto por fluxo de calor no solo (G), calor latente e calor sensível (FERREIRA JUNIOR et al., 2014).

O G é a energia responsável pelo aquecimento do solo, logo, os processos físicos, químicos e biológicos no solo dependem do fluxo de calor em seu interior. As características inerentes ao solo influenciam também na dinâmica os processos energéticos, tais como tipo de solo, textura, cobertura vegetal e manejo (FUNARI; PEREIRA FILHO, 2017).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o fluxo de calor no solo (G) em um plantio de açaizeiro nas condições climáticas de Castanhal-PA.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um plantio comercial de açaizeiro de açaizeiro ($1^{\circ}19'24.48''S$ e $47^{\circ}57'38.20''W$), localizada no município de Castanhal-PA. O clima do local é do tipo Am, segundo a classificação de Koppen (ALVARES et al., 2013) e o solo é do tipo Latossolo amarelo (EMBRAPA, 2018). A área possui 0,3 ha, com três estipes por touceira, as quais estão espaçadas em $4m \times 4m$ (Figura 1).

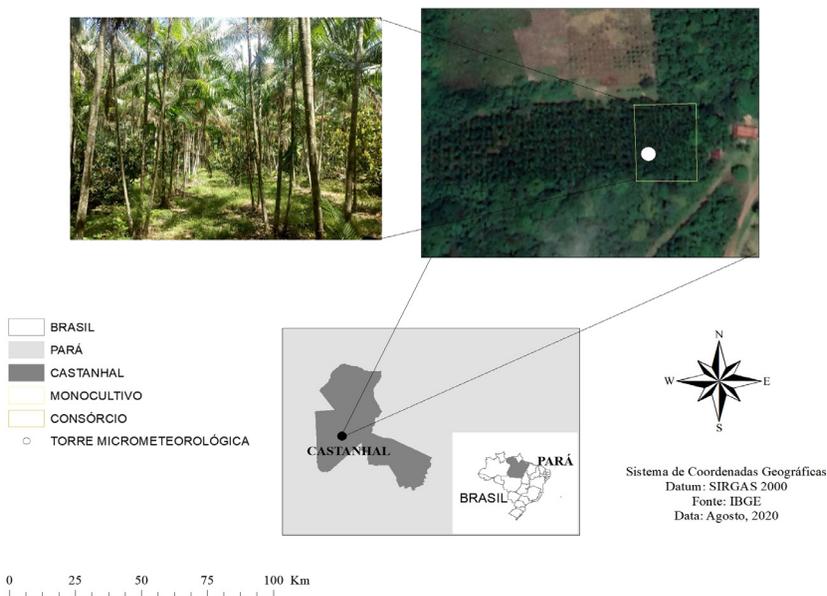


Figura 1 – Localização da área experimental, Castanhal-PA.

Fonte: MONTEIRO, A.C. (2020)

As avaliações ocorreram durante o ano de 2018, correspondendo a sete anos de plantio das palmeiras, as quais possuíam altura média de 12 m. Durante o segundo semestre do ano, as plantas foram irrigadas por meio de microaspersão, a qual apresentou eficiência de aplicação de 86%, com vazão média de 26L/h a uma pressão de 2 mca.

O manejo da irrigação foi diário, estimado pelo método da evapotranspiração de referência de Penman-Monteith (FAO 56) (Allen et al. 1998), com uso de dados da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), distante a 2,6km da área experimental.

Foi realizado coleta de amostras indeformadas e deformadas de solo das camadas de 00-20cm e 00-40cm para análise química e física e granulométrica (Tabela 1).

Atributos químicos	00-20 cm	20-40 cm
pH (H ₂ O)	5.925	5.690
Organic matter (%)	1.143	0.905
P (cmol _c dm ⁻³)	11.371	0.953
K (cmol _c dm ⁻³)	0.545	0.380
Ca (cmol _c dm ⁻³)	0.850	0.350
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0.500	0.100
Al (cmol _c dm ⁻³)	0.400	1.100
Atributos físico-hídrico		
Areia (%)	86.546	74.010
Silte (%)	9.370	11.126
Argila (%)	4.081	14.864
Densidade do solo (g cm ⁻³)	1.545	1.625
Capacidade de campo (m ³ m ⁻³)	0.238	0.318
Ponto de murcha permanente (m ³ m ⁻³)	0.066	0.076

Tabela 1- Atributos químico e físico-hídrico solo da área experimental de cultivo de açazeiro, Castanhal-PA.

No área foi instalada e instrumentada uma torre micrometeorológica de 17m de altura com sensores de saldo de radiação (*Rn*) (NR Lite2, Kipp & Zonen B.V., Delft, NL, HL), precipitação pluviométrica (*PP*) (TB4, Hydrological Services, Sydney, NSW, AUS) e temperatura do ar (*Tar*) (HMP45C, Campbell Scientific Instrument, Logan, UT, USA), localizados a dois metros acima do dossel, fluxo de calor no solo e temperatura do solo (*TS*) (108 Temperature Probe, Campbell Scientific Instrument, Logan, UT, USA) a 30cm de profundidade. Os sensores foram conectados a um *Datalogger* (CR1000, Campbell Scientific, Instrument, Logan, UT, USA), com programação de leituras de 10 em 10 min, e armazenamento de médias a cada 20 min (Figura 2).

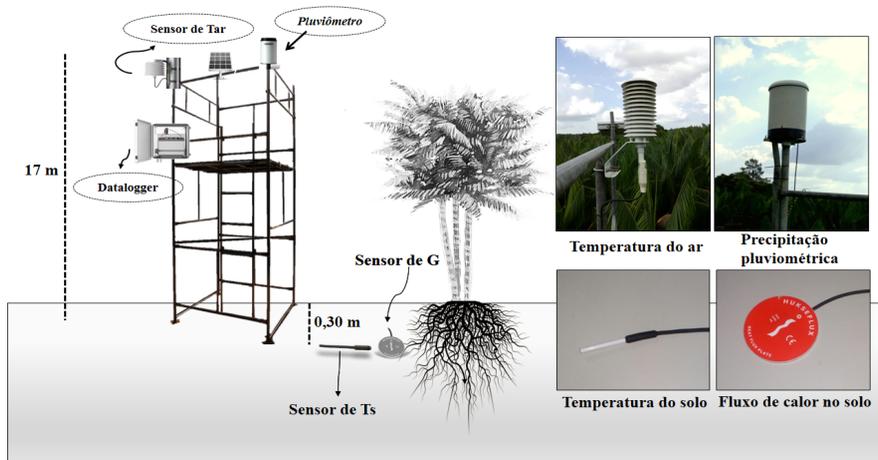


Figura 2 – Disposição dos sensores de monitoramento meteorológico na área experimental de açaizeiro, Castanhal-PA.

FONTE: COSTA, D. L. P (2020).

O sensor de G foi posicionado entre linhas de plantas. As avaliações dos dados meteorológicos foram analisados em médias diárias, e agrupadas em dias de ocorrência de chuvas e sem ocorrência para avaliação horária. A estatística foi do tipo descritiva.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação pluviométrica (PP) total no ano de 2018 foi de 2.014,38 mm, sendo que as chuvas concentraram-se nos primeiros quatro meses do ano, totalizando 788,20 mm nesse período, esses valores voltaram elevar-se final de novembro, sendo marcado por maior valor de PP ao ano de 84,84 mm. Os valores mínimos de distribuição de chuva foram observados durante os meses de maio ao final de novembro, totalizando 526,36 mm nesse período. Foi irrigado um total de 197,52 mm durante os meses de setembro e novembro. O saldo de radiação (Rn) médio foi de $11,32 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ ($\pm 2,31$), máximo de $16,75 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ e mínimo de $6,5 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ (Figura 3A).

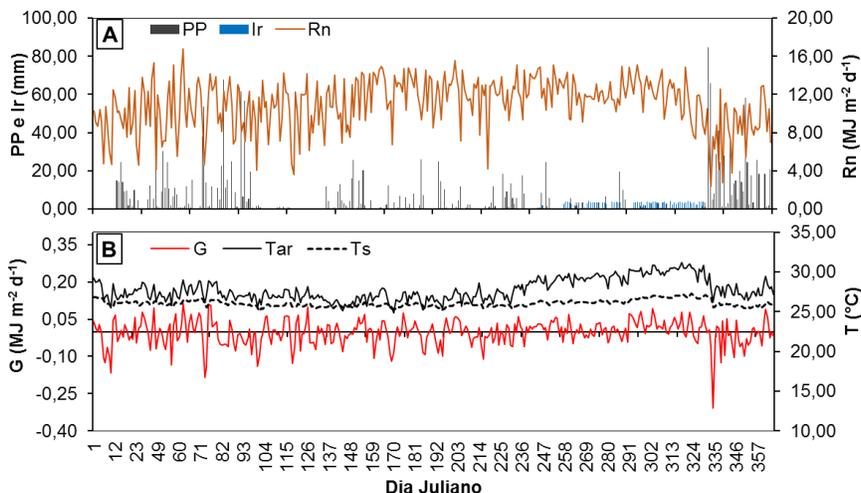


Figura 3 – Variabilidade meteorológica diária no ano de 2018 da área experimental de açaizeiro, Castanhal-PA. Em (A), valores de precipitação pluviométrica (PP), irrigação (Ir) e Saldo de radiação (Rn), em (B), valores de fluxo de calor no solo (G), temperatura do ar (Tar) e Temperatura do solo (Ts).

FORNTE: COSTA, D. L. P (2020).

Os valores médias de temperatura do ar (Tar) foi de 27,67 °C ($\pm 1,46$), com amplitude entre 27,78°C e 32,23 °C, a temperatura do solo (Ts) média foi de 26,06 °C ($\pm 0,42$), variando de 25,13 °C e 27,25 °C (Figura 3B). Ambas temperaturas, Tar e Ts apresentaram valores mais elevados no segundo semestre do ano, assim, observou-se essa variabilidade semestral ao período de maiores e menores precipitação, visto que a partir do dia 333 (final de novembro) iniciou as chuvas intensas a Tar e a Ts passaram a variar com valores menores.

A variabilidade diária do fluxo de calor no solo (G) apresentou predominância ascendente, ou seja, no sentido do interior solo para a superfície atmosférica, nesta circunstância, a média diária foi de 0,0428 MJ m⁻² d⁻¹ ($\pm 0,0413$), atingindo máximo de 0,307 MJ m⁻² d⁻¹ e mínima de 0,0002 MJ m⁻² d⁻¹. De forma geral, esses valores foram alcançados em dias de chuva intensa, os quais ocorreram nos primeiros meses do ano e no retorno das chuvas a partir do final do mês de novembro (Figura 3A e 3B).

Já nos dias ensolarados, com pouca ocorrência de chuva, o sentido do G foi, predominantemente, descendente, ou seja, a predominância do fluxo energético foi da superfície para o interior do solo, a média foi de 0,0336 MJ m⁻² d⁻¹ ($\pm 0,0249$), atingindo máximo de 0,114 MJ m⁻² d⁻¹ e mínima de 0,0001 MJ m⁻² d⁻¹. Esse período ocorreu predominantemente nos meses de setembro a novembro, os quais são meses de menor disponibilidade hídrica no município de Castanhal (Figura 3A e 3B).

Quanto a variabilidade horária, a amplitude de valores de Rn, Tar, Ts e G

foram menores nos dias chuvosos quando comparados a variabilidade dos dias secos (Figura 4). A diferença entre os períodos de estação foram de 122,81 W m⁻² para Rn durante as horas de iluminação solar, de 2,63 °C e 0,80 °C para a Tar e Ts, respectivamente.

Tanto no período chuvoso quanto seco, o G foi, predominante, descendente (positivo) durante o dia, e ascendente (negativo) durante a noite, neste último caso, correspondendo as horas sem radiação solar. Atingindo valor máximo as 15h e mínimo às 8h. A média horária dos valores positivos foi de 1,264 W m⁻² (chuvoso) e 2,213 W m⁻² (seco). Já dos valores negativos foi de 1,560 e 1,11 para os dias avaliados chuvoso e seco, respectivamente (Figura 4C e 4D).

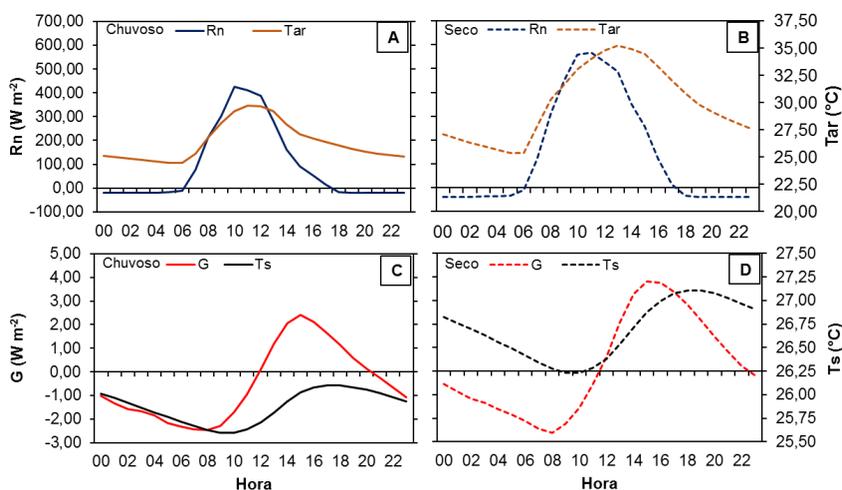


Figura 4 - Variabilidade meteorológica diária no ano de 2018 da área experimental de açaizeiro, Castanhal-PA. Valores médios de saldo de radiação (Rn) e temperatura do ar (Tar) durante dias chuvosos (A) e secos (B); valores médios do fluxo de calor no solo (G) e temperatura do solo (Ts) durante dias chuvosos (C) e dias secos (D).

FONTE: COSTA, D. L. P (2020).

Observa-se que a variabilidade G acompanha a mesma variação de Tar e Ts, essa relação entre tais variáveis foi observada por Funari e Pereira Filho (2017), que estimaram valores de G através de valores médios de Ts em um Latossolo vermelho e amarelo em Ipiranga-SP. Logo as variáveis climáticas, chuva, Tar e Ts interagem entre si e influenciam os valores de G, o que influencia na sua contribuição para Rn do ecossistema (SILVA et al., 2007).

Em relação a variação horária, durante o dia, o aquecimento da superfície origina um fluxo que transporta calor da superfície para o interior do solo,

aumentando o armazenamento de energia com conseqüente elevação da sua temperatura. Enquanto que a noite, o resfriamento da superfície, por emissão de radiação terrestre, diminui a temperatura nas camadas próximas à superfície, e isto inverte o sentido do G, que se torna ascendente, retornando o calor armazenado para a superfície (ANDRADE et al., 2015).

Os valores de G para cultivo de açaizeiro nas condições meteorológicas de Castanhal-PA, foram de magnitude pequena, quando comparado com observações de outros cultivos, tal como identificado por Silva et al. (2007) no cultivo de maracujazeiro em Nitossolo, os autores observaram valores de $0,7 \text{ W m}^{-2}$. Essa diferença se dá, principalmente, pelo fatores que influenciam o G, como o clima local, e características inerente ao solo, tal como tipo, textura e cobertura (COLAIZZI et al., 2016; ZHU et al., 2014). No caso do presente experimento, o dossel de açaizeiro já cobriu toda área, o solo é arenoso (Tabela 1), apresentou umidade elevada durante quase o ano inteiro, seja por chuva ou irrigação.

Para melhor compressão sobre a influência do G no ecossistema do açaizeiro, é importante destacar a necessidade de outros estudos voltados a relacionar a atividade microbológica, densidade de raízes e determinação da condutividade hidráulica do solo, bem como avaliar a contribuição do G para o Rn, e a iteração com os fluxos de calor latente e sensível. Para Amazônia, esses estudos são fundamentais para compressão das culturas agrícolas e também para fins de preservação ambiental, tal como desenvolvido por Rodrigues et al. (2011) na floresta de Caxiuanã-PA.

4 | CONCLUSÃO

- O valor médio de G para solo coberto com açaizeiro em Castanhal-PA é de $0,0382 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, apresenta predominância ascendente;
- Em escala horária, apresenta valores máximos as 15h e mínimo no início da manhã, as 8h;
- Os valores de G variam em função sazonalidade do período de maior e menor ocorrência de chuvas, com valores superiores nos dias de menor disponibilidade hídrica. Assim como a PP, Tar e Rn influenciam a variabilidade G, que por sua vez influencia na variação da Ts, uma vez que é a energia disponível ao aquecimento do solo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPESPA pela concessão da bolsa de estudos e demais recursos financeiros (FAPESPA/ICAAF 009/2017), a CAPES, ao PCI-MCTIC

/ MPEG e ao CNPq pela bolsa (número do processo: 302200 / 2020-7). À UFRA e a FEC pelo apoio logístico, ao proprietário do plantio comercial pela concessão da área de estudo e ao Grupo de Pesquisa Interação Solo-Planta-Atmosfera na Amazônia (ISPAAm).

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G. et al. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. **FAO**, p. 300, 1998.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 1 dez. 2013.

ANDRADE, A. M. D. DE et al. Litter influence soil heat flux behavior in an Atlantic Forest fragment of Alagoas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 5, p. 1294–1302, 2015.

BONOMO, L. DE F. et al. Açai (Euterpe oleracea Mart.) Modulates Oxidative Stress Resistance in *Caenorhabditis elegans* by Direct and Indirect Mechanisms. **PLoS ONE**, v. 9, n. 3, p. e89933, 2014.

COHEN, Y. et al. Characterization of Growth-Retardant Effects on Vegetative Growth of Date Palm Seedlings. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 32, n. 3, p. 533–541, 2013.

COLAIZZI, P. D. et al. Soil heat flux calculation for sunlit and shaded surfaces under row crops: 2. Model test. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 216, p. 129–140, 2016.

CONFORTO, E. DE C.; CONTIN, D. R. Desenvolvimento do açazeiro de terra firme, cultivar Pará, sob atenuação da radiação solar em fase de viveiro. **Bragantia**, v. 68, n. 4, p. 979–983, 2009.

DIAS, J. P. T. (ED.). Importância da ecofisiologia vegetal e mudanças climáticas para culturas agrícolas. In: **Ecofisiologia de culturas agrícolas**. 1. ed. Belo Horizonte: EdUEMG, 2018. p. 09–18.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. Brasília, DF: **Revista e Ampliada**, 2018.

FERREIRA JUNIOR, R. A. et al. Eficiência do uso da radiação em cultivos de milho em Alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 3, p. 322–328, mar. 2014.

FUNARI, F. L.; PEREIRA FILHO, A. J. Estimativa do fluxo de calor no solo a partir da temperatura do solo em São Paulo, SP. **Revista do Instituto Geológico**, v. 38, n. 1, 2017.

HOMMA, A. K. O. et al. Açai: novos desafios e tendências. In: **Extrativismo Vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação**. Brasília: Embrapa, 2014. p. 468.

IBGE. **Censo Agropecuário**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuaria.html?=&t=downloads>>. Acesso em: 14 jan. 2020.

RODRIGUES, H. J. B. et al. Variabilidade quantitativa de população microbiana associada às condições microclimáticas observadas em solo de floresta tropical úmida. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 26, n. 4, p. 629–638, 2011.

SILVA, T. J. A. et al. Balanço de energia e estimativa da evapotranspiração em culturas irrigadas de maracujazeiro pelo método da razão de Bowen. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 2, p. 392–403, ago. 2007.

YAMAGUCHI, K. K. D. L. et al. Amazon acai: Chemistry and biological activities: **A review**. **Food Chemistry**, v. 179, p. 137–151, 15 jul. 2015.

ZHU, W. et al. A method to estimate diurnal surface soil heat flux from MODIS data for a sparse vegetation and bare soil. **Journal of Hydrology**, v. 511, p. 139–150, 2014.

EFEITO DA VELOCIDADE E SENTIDO DA SEMEADURA NA DISTRIBUIÇÃO DE ADUBO E SEMENTES FORRAGEIRAS

Data de aceite: 03/11/2020

Data de submissão: 09/09/2020

Maurício Renan Huber

Faculdade Três de Maio, SETREM
Três de Maio – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/3798418754975793>

Valberto Müller

Faculdade Três de Maio, SETREM
Três de Maio – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/6722617324688851>

RESUMO: A região noroeste do estado do Rio Grande do Sul está entre as maiores regiões produtoras de leite do Brasil, assim, a produção de alimento, através de forragem de qualidade aos animais é fundamental. O objetivo principal foi avaliar os efeitos da interação da velocidade de semeadura com o sentido do relevo do terreno sobre a plantabilidade de Milheto e Capim Sudão, e distribuição de fertilizantes. O problema levantado foi: Qual a velocidade e sentido de semeadura em relação à topografia do terreno geram densidade de plantas, coeficiente de variação e quantidade de fertilizantes mais próximos dos requisitos preconizados? Para tanto, utilizou-se o método de abordagem quantitativo. Como método de procedimento, empregou-se o método estatístico e o procedimento laboratorial. Como técnica de coleta de dados, foi utilizada a técnica de observação direta intensiva observação e para a análise dos dados coletados a estatística inferencial. Avaliando a deposição

de sementes de capim sudão, verificou-se que nos sentidos de semeadura em nível e declive, não ocorreu diferenciação estatística. Já para a distribuição de fertilizantes, conforme aumentou a velocidade, diminuiu a quantidade depositada na linha. Para a deposição de sementes de Milheto na linha de semeadura, a velocidade interferiu negativamente. Assim, a velocidade de semeadura que proporciona uma melhor distribuição das sementes forrageiras foi de $9,5 \text{ km h}^{-1}$ e de fertilizante na linha de semeadura foi de $4,5 \text{ km h}^{-1}$. Portanto, conclui-se que velocidades altas interferiram positivamente na distribuição de sementes forrageira, já para a distribuição de fertilizantes, altas velocidades interferiram negativamente na distribuição.

PALAVRAS-CHAVE: Operação de semeadura. Aclive, declive e nível. Rapidez de deslocamento. Fertilizante. Pastagem.

EFFECT OF SPEED AND DIRECTION OF SEEDING ON DISTRIBUTION OF FERTILIZER AND FORAGE SEEDS

ABSTRACT: The northwestern region of the state of Rio Grande do Sul is among the largest milk producing regions in Brazil, so the production of food, through quality fodder for animals is essential. The main objective was to evaluate the effects of the interaction of the sowing speed with the direction of the terrain relief on the plantability of Milheto and Capim Sudan, and the distribution of fertilizers. The problem raised was: What speed and direction of sowing in relation to the topography of the land generate plant density, variation coefficient and quantity of fertilizers

closer to the recommended requirements? For that, the quantitative approach method was used. As a method of procedure, the statistical method and the laboratory procedure were used. As a data collection technique, the direct observation intensive observation technique was used and inferential statistics were used to analyze the collected data. Evaluating the deposition of Sudan grass seeds, it was found that in the sense of sowing at level and slope, there was no statistical differentiation. As for the distribution of fertilizers, as the speed increased, the amount deposited on the line decreased. For the deposition of Millet seeds in the sowing line, the speed interfered negatively. Thus, the sowing speed that provides a better distribution of forage seeds was 9.5 km h⁻¹ and fertilizer in the sowing line was 4.5 km h⁻¹. Therefore, it is concluded that high speeds positively interfered in the distribution of forage seeds, whereas for the distribution of fertilizers, high speeds interfered negatively in the distribution.

KEYWORDS: Sowing operation. Slope, slope and level. Speed of travel. Fertilizer. Pasture.

1 | INTRODUÇÃO

A região noroeste do estado do Rio Grande do Sul está entre as maiores regiões produtora de leite do Brasil, e, considerando que o sistema de condução dos bovinos com pastagem, faz-se necessário o fornecimento de forragem de qualidade aos animais. Nesse contexto, as culturas do milho e do capim sudão tem se tornado uma fonte de qualidade alimentar importante para esta atividade.

Outro fator relevante que esta região apresenta são terrenos com aclives e declives acentuados, os quais podem afetar a qualidade da sementeira e, conseqüentemente, o desenvolvimento das culturas, além de potencializar processos erosivos, reduzindo, assim, o rendimento final das culturas implantadas.

Dentre essas práticas que podem prejudicar o desenvolvimento das espécies forrageiras, pode-se citar a operação de sementeira, a qual frequentemente é realizada com a umidade do solo elevada ou muito baixa, bem como problemas com regulagens nas dosagens de adubo, densidade de sementes e profundidade das sementes no sulco. Porém, um dos componentes mais negligenciados pelos agricultores é a velocidade e o sentido de sementeira, os quais interferem diretamente na qualidade da operação.

O processo de sementeira busca a adequada distribuição longitudinal das sementes no solo, aliada à correta profundidade de deposição das mesmas para se obter estande correto e uniforme (ALMEIDA; TAVARES-SILVA; SILVA, 2010). Portanto, caracteriza-se como uma das etapas que requer maior perfeição em sua execução, visto que pode comprometer a rentabilidade da atividade agrícola (ROS *et al.*, 2011).

A uniformidade de espaçamento entre as plantas na linha da sementeira pode influenciar na produtividade da cultura, sendo que as plantas distribuídas de forma

desuniforme, implicarão no aproveitamento deficiente dos recursos disponíveis, como luz, água e nutrientes, justificando, assim, a correta distribuição das sementes durante a semeadura, diretamente relacionada com o desempenho do maquinário para este fim (OLIVEIRA; SODRÉ FILHO, 2016).

Além disso, de acordo com Tourino, Resende e Salvador (2002), as variações nas lavouras, ocasionadas por estandes desuniformes e falha na distribuição nas linhas, propiciam pontos de acúmulo gerando plantas mais altas, com menor perfilhamento e tendência ao acamamento, reduzindo a produção individual. Entretanto, os espaços vazios ocasionados pela desuniformidade da semeadura, facilitam o desenvolvimento e competição com plantas daninhas, gerando plantas de porte baixo com colmo de maior diâmetro, maior perfilhamento e produção individual.

Garcia *et al.* (2006), verificaram que o número de plantas de milho na linha de semeadura foi menor nas maiores velocidades de operação da máquina. A uniformidade dos espaçamentos entre as sementes de milho na linha de semeadura foi considerada excelente para a velocidade de 3,0 km h⁻¹, regular para 6,0 e 9,0 km h⁻¹ e insatisfatória para 11,2 km h⁻¹.

Da mesma forma Dalla Costa *et al.*(2018) concluíram que o aumento da velocidade de semeadura influenciou negativamente no coeficiente de variação e no estabelecimento da cultura do milho.

Nesse contexto, busca-se avaliar o coeficiente de variação a distribuição de fertilizantes e sementes de forrageiras, trazendo respostas para a qualidade de semeadura com maior eficiência no estabelecimento destas culturas e a preservação do meio ambiente, principalmente do solo, ocasionando economia de recursos em adubação.

Sendo assim, este relatório de pesquisa encontra-se dividido em três capítulos, sendo que no primeiro é descrita a contextualização deste estudo, divididos em o tema, abordagem, o problema e as hipóteses e a metodologia. Já o segundo capítulo refere-se a fundamentação teórica que fornece o embasamento necessário à esta pesquisa. No terceiro são apresentados os resultados obtidos juntamente com a discussão acerca do efeito de diferentes velocidades e sentido da semeadura na distribuição de adubo e sementes forrageiras.

2 | ASPECTOS METODOLÓGICOS

No presente trabalho de pesquisa se utilizou a abordagem quantitativa, a qual, segundo Pinheiro (2010, p.20) é “a escolha da abordagem de quantificação da coleta de informações, do tratamento dos dados e do uso estatístico nas análises”.

Esta abordagem será utilizada para gerar dados numéricos, obtidos no campo,

como a distribuição de fertilizante e de sementes de forrageiras de capim sudão e milheto, em nível, declive, aclive e nas diferentes velocidades de deslocamento, os quais serão submetidos a Teste de Tukey e a análise de variância (ANOVA).

O método laboratorial utilizado no estabelecimento e na condução do presente ensaio á campo, sustentando a velocidade e sentido de distribuição de adubo e semente como as variáveis controladas.

Enquanto que o método de procedimento estatístico é explicado por Lakatos e Marconi (2010 p. 90) como “a manipulação estatística, que permite comprovar as relações dos fenômenos entre si, e obter generalizações sobre sua natureza, ocorrência ou significado”.

No presente estudo o método estatístico empregado na análise numérica dos dados coletados, utilizando médias, desvio padrão, análise de variância (ANOVA), teste de Tukey, os quais foram empregados para as análises de comparações entre os tratamentos estudados e levantamento dos resultados obtidos.

Os dados foram efetuados para a coletados com o uso das técnicas de observação direta intensiva, observação, que conforme Lakatos e Marconi (2010, p.173), “é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade”.

Com esta técnica executou-se a avaliação dos diferentes tratamentos realizados, determinando a quantidade de sementes e fertilizantes distribuídos nos diferentes sentidos de semeadura e velocidade de deslocamento do conjunto trator - semeadeira.

Posteriormente, os resultados efetuou-se a avaliação estatística a partir da análise de variância segundo Ferreira (2018), que baseia na “decomposição da variação total entre uma série de observações atribuídas a causas conhecidas e desconhecidas ou não suscetíveis de controle”.

O teste de Tukey que foi utilizado para a avaliação deste estudo tem o objetivo principal para Ferreira (2018), de ser usado com os resultados da análise de variância para comparar se há compatibilidade entre os resultados.

E por ultimo a regressão polinomial que para Zimmermann (2014) tem o “objetivo de determinar a relação entre uma característica qualquer de interesse experimental, depende, e outra característica independe tomadas juntas”.

A população do estudo proposto foi composta de 72 parcelas, divididas em 18 tratamentos, contendo três produtos para a análise (fertilizante granulado NPK, Capim Sudão BRS Estribo e Milheto BRS 1503), três sentidos de semeadura (nível, aclive e declive) e 3 velocidades de semeadura ($4,5 \text{ km h}^{-1}$, 7 km h^{-1} e $9,5 \text{ km h}^{-1}$).

A amostragem coletada das sementes e o fertilizante realizou-se em 10 metros de 2 linhas centrais da semeadora, depois de transcorridos 5 metros, para melhor uniformidade da velocidade da coleta.

A realização da pesquisa ocorreu na propriedade de Claudir Jorge Huber, na localidade de Linha Araçá, no município de Nova Candelária – RS.

No processo de condução do ensaio de semeadura foi utilizado um trator da marca John Deere, modelo 5078e, ano 2014, o qual possui 90 cavalos de potência turbinado com 4 cilindros, tração nas 4 rodas, transmissão com 9 marchas à frente e 3 à ré e com sistema de direção hidráulica.

Para a semeadura, utilizou-se uma semeadora adubadora hidráulica, marca KF, modelo 615-H, com 15 linhas espaçadas em 20 cm, reservatório de semente com capacidade de 185 kg, reservatório de adubo em aço inox com capacidade para 270 kg, sistema de linha pivotada, distribuição de adubo por barra horizontal e sistema de fechamento manual de cabeceiras, condutor de sementes por mangote siliconado, os quais são ligados ao disco duplo defasado 12X13” para deposição de sementes.

Para a realização da semeadura, configurou-se uma regulagem para depositar 25 kg de sementes viáveis por hectare de capim sudão, assim também, a regulagem para o Milheto, para depositar 15kg de sementes viáveis por hectare. Também foi configurada a dosagem de fertilizante, objetivando obter 200 kg ha⁻¹ do fertilizante 08-16-24 no formato de NPK.

Foram realizados seis experimentos, um com a semeadura em nível e o outro com a semeadura em auge e declive, cada um deles em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, para as espécies de Capim Sudão e Milheto.

Para o ajuste da velocidade foram usadas trenas e estacas, como forma de estabelecer a distância a ser percorrida pelo trator, aferindo assim, o tempo de deslocamento até ajustar a velocidade desejada para a semeadura.

A determinação das velocidades (km h⁻¹) se deu da seguinte forma: a distância percorrida de 20 metros, dividido pela distância, com a fórmula $V \text{ (km/h)} = \{D/T\} * 3,6$, onde a resposta se dá em metros por segundo, sendo esta última multiplicada por 3,6 para obter a resposta em km h⁻¹.

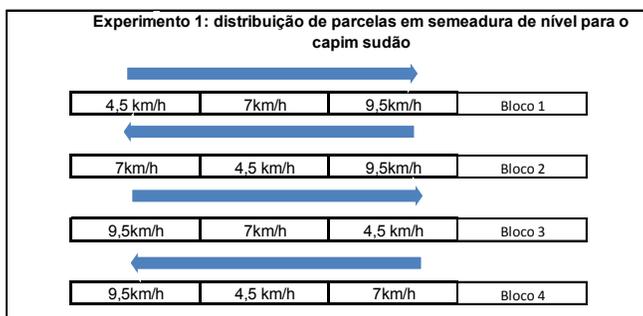


Figura 01 – Croqui do experimento de Capim Sudão em nível

Na figura 01, é apresentado o croqui para o experimento 1, onde foi avaliada a distribuição de adubo e sementes em semeadura de nível da cultura do capim sudão.

Para a regulagem de 4,5 km h⁻¹ foi utilizada a marcha “1^aB” com 1.800 rotações por minuto(rpm), já para transcorrer 7 km h⁻¹ será operada com a “3^aB” com 1.200 rpm e, para 9,5 km h⁻¹ será utilizada a marcha “1^aC” com 1.700 rpm.

A coleta dos dados foi realizada por três pessoas, o tratorista e dois coletores, sendo um de sementes e outro de fertilizante, com o apoio de dois canecos alocados abaixo da saída do sistema de distribuição de fertilizantes (rotor vertical impulsor) e do mecanismo de distribuição de sementes (dosador de cilindros canelados).

Na figura 02, apresenta-se o croqui para a avaliação da distribuição de adubo e sementes de capim sudão nos tratamentos em aclave e declive.

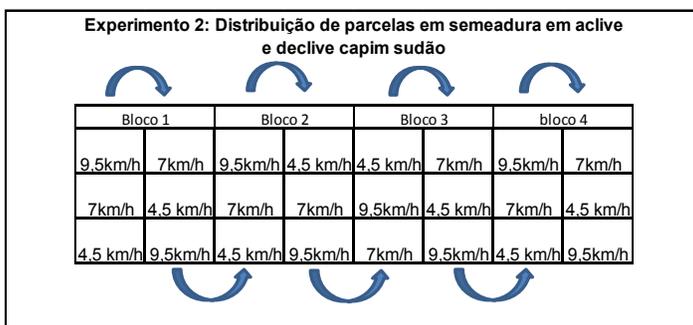


Figura 02 – Croqui do experimento de Capim Sudão em aclave e declive

A regulagem do declive, para atingir 4,5 km h⁻¹, operou-se com a marcha “1^aB” com 1.900 rotações por minuto (rpm), já para alcançar 7,5 km h⁻¹ utilizou se a marcha “3^aB” com 1.700 rpm e, para 9,5 km h⁻¹ empregou-se a marcha “1^aC” com 1.500 rpm.

Já para o aclave utilizou-se a marcha “2^aB” com 1.600 rpm para atingir 4,5 km h⁻¹, para 7km h⁻¹ regulou-se o conjunto trator-semeadeira na marcha “3^aB” com 1.800 rpm e, para 9,5 km h⁻¹ operou-se com a marcha “1^aC” com 1.800 rpm.

A demonstração da avaliação da distribuição de adubo e sementes de milho na semeadura em nível encontra-se na figura 03.

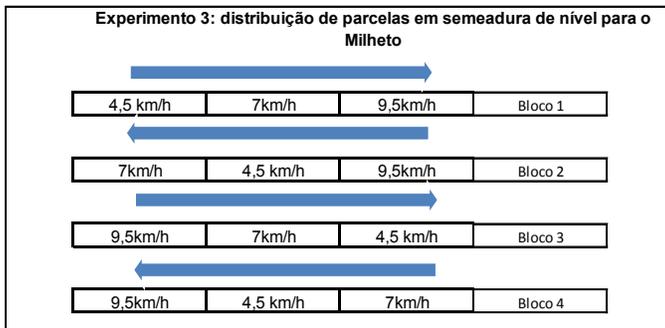


Figura 03 – Croqui do experimento de Milheto em nível

Na figura 04 apresenta-se o croqui para a avaliação da distribuição de adubo e sementes de milho nos tratamentos em active e declive.

Assim como o experimento de capim Sudão, iniciou-se a coleta das amostras (semente e fertilizante) primeiramente no declive, posteriormente a coleta das amostras no active, completando um bloco, e assim sucessivamente até o quarto bloco.

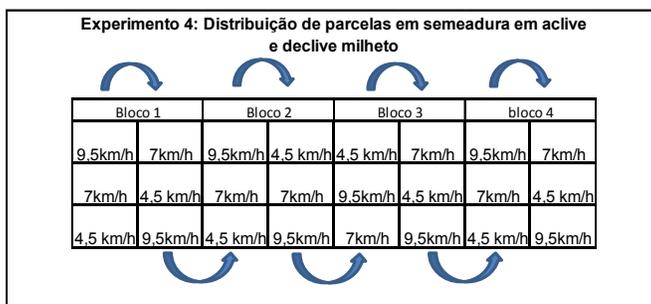


Figura 04 – Croqui do experimento de Milheto em active e declive.

A avaliação do relevo, como as taxas de active, declive e nível do local foram realizada através do programa “Google Earth Pro”. Esse programa permite visualizar os níveis topográficos em cada posição do cursor, possibilitando, assim, obter a diferença de nível entre dois pontos, bem como a distância entre os pontos determinados, permitindo, desta forma, determinar o percentual da declividade, dividindo a distância encontrada pela diferença de nível.

3 I REFERENCIAL TEÓRICO

A semeadura mecanizada, realizada com alta velocidade, conforme Garcia

(2001), tende a proporcionar patinagem, principalmente em velocidades superiores de 7 km h^{-1} , bem como maior consumo de combustível, sendo que a patinagem pode ocorrer devido a interferências por fatores como, a superfície do solo, influenciando na distribuição desuniforme de sementes e fertilizantes, consequentemente reduzindo a população de sementes agronomicamente recomendadas.

Velocidades maiores que $7,5\text{ km h}^{-1}$, tem influência, de maneira geral, na distribuição longitudinal das sementes, tornando mais irregular a medida que a velocidade aumenta, interferindo na produtividade final da cultura (SANTOS, 2011).

Franchini (2009) relata que produtores utilizam semeaduras em declive reduzem os custos de insumos, combustíveis e tempo, principalmente em áreas estreitas, porem esse tipo de semeadura facilita os processos erosivos, aumentando as perdas de água por escoamento superficial.

O plantio em contorno para Denardin (2011) é uma pratica conservacionista empregada para combater a erosão hídrica, pois cria barreiras que impedem o livre escoamento da enxurrada, auxiliando na maior infiltração da água no solo. Sendo assim, este sentido de semeadura pode reduzir em mais de 50% as perdas de solo por erosão hídrica, podendo ter efeito superior, quando comparado com o baixo índice de cobertura do solo.

Estudos realizados por Didoné (2017) sobre processos erosivos em uma bacia agrícola no noroeste do estado do Rio Grande do Sul relata que o plantio em nível associado com terraceamento são às medidas que mais reduziram os processos erosivo, sendo assim, que o modelo atual de produção mostram perdas de solo insustentáveis para esta bacia hidrográfica.

4 I APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A área utilizada para a semeadura das espécies forrageiras possui 3,65 hectares e fica localizada em Linha Araçá, interior de Nova Candelária, entre as coordenadas geográficas: $27^{\circ} 36'00.00''$ S e $54^{\circ} 08'30.00''$ O. A figura 06 representa o croqui da área.

Realizou-se o trabalho no dia 19 de janeiro de 2020 na propriedade de Claudir Jorge Huber em Linha Araçá, localidade do interior de Nova Candelária, atividade esta que contou com a colaboração do professor Mestre e de Ivair Paulo Baumbach.

Na primeira etapa da atividade efetuou-se a demarcação das parcelas que foram de 10 metros em nível, aclive e declive com auxílio de trenas e estacas de madeira. Ressalta-se também que foi realizada a demarcação da área de homogeneização que foi demarcada em cinco metros antecedendo a parcela

A coleta das amostras de sementes e de fertilizante foi realizada com o auxílio de dois potes alocados abaixo do sistema de cilindro canelado e da saída

do rotor vertical impulsor, um para a coleta de fertilizante em duas linhas centrais da semeadora, da mesma forma, realizada para a coleta de sementes um pote em duas linhas centrais.

Para a determinação da velocidade, foi percorrido 20 metros e aferido o tempo de deslocação, usando a fórmula $V \text{ (km h}^{-1}\text{)} = \{D/T\} \cdot 3,6$, e assim estabelecer a rotação e a marcha ideal para as velocidades de 4,5, 7 e 9,5 km h⁻¹.

A pesagem foi realizada em 3 de março de 2020 com o auxílio de uma balança de precisão de 0,00001 kg disponibilizado pelo laboratório de sementes.

FV	GL	Sudão Active		Sudão declive		Sudão Nivel	
		SEMENTE	FERTILIZANTE	SEMENTE	FERTILIZANTE	SEMENTE	FERTILIZANTE
BLOCOS	3	0,75	9284,3	3,33	3585,11	0,97	323,78
RATAMENTO:	2	7.75*	9391.75**	3.58 ^{ns}	3787.00*	0.083 ^{ns}	6013.00**
RESÍDUO	6	0,75	586,97	0,91	423,78	0,3	196,11
MÉDIA		29,25	201,25	27,33	143	26,91	153
CV%		2,96	12,03	3,5	14,39	2,05	9,15

^{ns} não significativo, **, * significativo respectivamente a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 01: Análise de variância individual para sementes de Capim Sudão e fertilizantes de três experimentos avaliando diferentes tipos de terreno e velocidade de operação do conjunto trator-semeadora.

Após a análise individual de cada experimento procedeu-se a análise segundo Box (1953) para verificar a possibilidade da análise conjunta dos mesmos pela expressão $F = (\text{maior } QM_{\text{resíduo}}) / (3 \times \text{menor } QM_{\text{resíduo}})$ for menor que 3 pode se analisar os três experimentos como um só. Assim pode se observar que tanto para a semente ($F = 1,01$) quanto para fertilizante ($F = 0,99$).

FV	GL	Sementes	Fertilizantes
Blocos	3	0,33	5029,73
Terreno	2	18.58**	11642.25**
Velocidade	2	5.25*	180.23.58**
T x V	4	3.08*	584.08 ^{ns}
Resíduo	24	1,08	1322,14
Média		27,83	165,75
CV%		3,74	21,93

^{ns} não significativo, **, * significativo

Tabela 02: Análise de variância de forma conjunta para o Capim Sudão

Como foi detectada a diferença significativa para a interação entre os fatores velocidade de operação x terreno para a variável semente, o que implica em uma

dependência entre estes fatores, ou seja, não é possível realizar análises individuais para os mesmos.

	Terreno 4.5 km/h	7 km/h	9.5 km/h	CV%
Aclive	30,8 a A	29 a AB	28 aB	3,55
Declive	28 b A	26,25 b A	27,75 aA	3,8
Nível	27 b A	26,75 b A	27 aA	3,86
CV%	3,64	3,8	3,77	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5%

Tabela 03: Comparação da distribuição de sementes de Capim Sudão (kg ha^{-1}) nos diferentes terrenos

Os sentidos de semeadura declive e nível percebem se que não houve diferença estatística a teste de tukey a 5% de probabilidade, apontando para a velocidade de 7km h^{-1} a quantidade de sementes mais próxima a almejada de 25 kg ha^{-1} . Já para a semeadura em nível apontou para $9,5\text{ km h}^{-1}$ a quantidade pretendida (25 kg ha^{-1}) não se diferenciando estatisticamente 7 km h^{-1} porém diferenciando de $4,5\text{km h}^{-1}$.

A) Terreno	Fertilizantes	B) Velocidade	Fertilizantes
Aclive	201,25 a	$4,5\text{ km h}^{-1}$	208,50 a
Declive	143,00 b	7 km h^{-1}	155,83 b
Nível	153,00 b	$9,5\text{ km h}^{-1}$	132,92 b
CV (%)	21,94	CV (%)	21,94

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 04: Comparação da média para o fertilizante (kg ha^{-1}) em função do terreno (A) e da velocidade (B)

A tabela 4 mostra o efeito simples do tipo de terreno (A), ou seja, independentemente da velocidade de operação, o aclive foi o terreno que teve melhor resultado estatisticamente com valores mais próximos ao ajustado, já a declividade e o nível resultaram na menor quantidade de fertilizantes, não diferenciando estatisticamente.

Diante dos fatos expostos, nota-se que em relação ao terreno a área de

acive apresentou o melhor resultado para a distribuição de fertilizante, assim como a velocidade de 4,5 km h⁻¹ proporcionou uma melhor distribuição de fertilizante em comparação as demais velocidades.

FV	Milheto acive			Milheto declive		Milheto nível	
	GL	SEMENTE	FERTILIZANTE	SEMENTE	FERTILIZANTE	SEMENTE	FERTILIZANTE
BLOCOS	3	0,55	5058,78	0,97	4190,44	2,97	432,97
TRATAMENTOS	2	7.75*	2356.0 ^{ns}	4.0 ^{ns}	4753.00*	0.58 ^{ns}	6731.58*
RESÍDUO	6	1,31	852,78	1,22	635,44	0,81	844,47
MÉDIA		18,5	179,5	15,75	130	18,91	224,08
CV%		6,17	16,27	7,01	19,39	4,74	12,96

^{ns} não significativo, **, *, significativo respectivamente a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 05: Análise de variância individual para sementes de milho e fertilizantes de três experimentos avaliando diferentes tipos de terreno e velocidade de operação do conjunto trator-semeadora.

Assim observado, o resultado tanto para a semente (F= 0,53) quanto para fertilizante (F= 0.44) pode se analisar os dados dos experimentos em conjunto conforme tabela 6.

FV	GL	Sementes	Fertilizantes
Blocos	3	2,41	5275,21
Terreno	2	35.53**	26579.19**
Velocidade	2	10.11**	12211.03**
T x V	4	1.11 ^{ns}	814.78 ^{ns}
Resíduo	24	1,09	1134,04
Média		17,72	177,86
CV%		5,9	18,93

^{ns} não significativo, **, *, significativo respectivamente a 1% e 5% de.

probabilidade pelo teste F

Tabela 06: Análise de variância para o Milheto

Como observa-se na Tabela 06, não foi detectado efeito significativo para a fonte de variação de interação entre os fatores (T x V), o que significa que o efeito da declividade do terreno independe da velocidade de operação, não podendo se fazer recomendações gerais da velocidade de operação, assim como do tipo de terreno.

Desta forma a Tabela 07 constata a independência entre a velocidade e os sentidos de operação. Considerando a distribuição de sementes, os sentido de operação acive e nível não tiveram diferenças estatísticas a teste de Tukey a 5% de probabilidade, apontando o sentido de operação declive (15,75kg ha⁻¹) a mais próxima a pretendida (15kg ha⁻¹).

Terreno	Sementes	Fertilizantes
Active	18,50 a	179,50 b
Declive	15,75 b	130,00 c
Nível	18,92 a	224,08 a
CV%	5,96	2,96

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Tabela 7 de comparação da distribuição de sementes (kg há⁻¹) e fertilizante (kg há⁻¹) de milho nos diferentes tipos de terrenos.

Levando em conta a distribuição de fertilizantes, o sentido de operação nível apontou diferenças estatísticas a teste de Tukey a 5% para os sentidos active e declive, do mesmo jeito que, a sentido de operação active apontou diferenças estatísticas para os sentidos de operação declive e nível.

Velocidade	Sementes	Fertilizantes
4,5	18,67 a	211,17 a
7	17,67 ab	174,83 b
9,5	16,83 b	147,58 b
CV%	5,9	18,93

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Tabela de comparação da distribuição de sementes (kg/há⁻¹) e fertilizante (kg/há⁻¹) de milho nos diferentes velocidades (km/h⁻¹) de operação.

Levando em consideração que a velocidade de operação independente do tipo de terreno, as médias obtidas da coluna das sementes, a velocidade de 4,5 km h⁻¹ apresenta diferença estatística a teste de Tukey a 5% para a velocidade de 9,5 km h⁻¹ e a velocidade de 7 km h⁻¹ não apresenta diferença estatística.

5 I CONCLUSÃO

Portanto, conclui-se que velocidades acima de 4,5 km h⁻¹ comprometem a distribuição de fertilizantes, já para a distribuição de sementes a melhor velocidade de operação encontrada foi de 9,5 kmh⁻¹, e sentidos de operação, em active e declive, comprometem a distribuição de fertilizante e sementes das espécies forrageiras

Capim Sudão e Milheto, influenciando negativamente no estabelecimento destas culturas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Robson Andrei Saches; TAVARES-SILVA, Carolina Amaral; SILVA, Suêdemio de Lima. 2010. **Desempenho energético de um conjunto tratorsemeadora em função do escalonamento de marchas e rotações do motor.** *Agrarian*. V. 3, n.7. Dourados, MS: Universidade Federal da Grande Dourados. pp. 63-70.
- Box, G. E. P. Non-normality and test on variances. *Biometrika*, 40: 318-35. 1953.
- DALLA COSTA, Rodrigo; OZECOSKI, Julio; LAJÚS, Cristiano Reschke; CERICATO, Alceu. 2018. **Influência da velocidade de semeadura no coeficiente de variação e no estabelecimento do milho.** *In: Anuário de Pesquisa e Extensão Unoesc de São Miguel do Oeste*. 2018. São Miguel do Oeste, SC: Unoesc.
- DENARDIN, José Eloir; KOCHHANN, Rainoldo Alberto; SILVA JUNIOR, José Pereira da; WIETHÖLTER, Sirio; FAGANELLO, Antonio; SATTLER, Arcenio; SANTI, Anderson. 2011. **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável.** Passo Fundo: Embrapa Trigo. ISBN: 978-85-7574-029-3.
- DIDONÉ, Elizeu Jonas. 2017. **Modelagem de processos erosivos em uma bacia agrícola: limitações e possibilidades.** Dissertação de Doutorado em Ciência do Solo. Centro De Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria
- FERREIRA, Paulo Vanderlei. 2018. **Estatística experimental aplicada as ciências agrárias.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. ISBN: 978-85-7269-566-4
- FRANCHINI, Julio Cezar; DEBIASI, Henrique; SACOMAN, Antonio; NEPOMUCENO, Alexandre Lima; FARIAS, José Renato Bouças. 2009. **Manejo do solo para redução das perdas de produtividade pela seca.** Londrina, PR: Embrapa Soja. ISSN 1516-781X.
- GARCIA, Luiz C; JASPER, Roberto; JASPER, Mônica; FORNARI, Allison J; BLUM, Julius. 2006. **Influência da velocidade de deslocamento na semeadura do milho.** *Engenharia Agrícola*. V.26, n.2. Jaboticabal, SP: Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering. Mai/Ago. pp.520-527.
- GARCIA, Ricardo Ferreira; VALE, Wellington Gonzaga do; OLIVEIRA, Ramos de; TERESINHA, Márcia; MIRRE, Érica Pereira; AMIM, Reynaldo Tancredo; BRAGA, Thiago Costa. 2001. **Influência da velocidade de deslocamento no desempenho de uma semeadora-adubadora de precisão no Norte Fluminense.** *Acta Scientiarum. Agronomy*. V. 33. n. 3. Maringá, PR: Universidade Estadual de Maringá. Jul./set. pp. 417-422. ISSN: 1679-9275.
- MARCONI, Maria de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. 2010. **Técnicas de pesquisa.** 7. ed. São Paulo: Atlas. ISBN 978-85-224-5758-8.
- OLIVEIRA, Jéssica Kelisane; SODRÉ FILHO, Joilson. 2016. **Desempenho de duas semeadoras-adubadoras para milho no noroeste de Minas Gerais.** Faculdade de Ciências e Tecnologia de Unai. Unai, MG: FACTU.

PINHEIRO, José Mauricio dos Santos. 2010. **Da iniciação ao TCC: uma abordagem para os cursos de tecnologia**. Rio de Janeiro: ed. Ciências Modernas Ltda. ISBN 978-85-7393-890-6.

ROS, Vinicius de V; SOUZA, Cristiano M. A; VITORINO, Antônio C. T; RAFULL, Leidy Z. L. 2011. **Resistência de um latossolo vermelho distroférico à penetração em sistema plantio direto após semeadura**. *Engenharia Agrícola*. V. 31, n. 6. Jaboticabal, SP: Journal of the Brazilian Association of Agricultural Engineering. pp. 1104- 1114.

TOURINO, M. C. C; REZENDE, P. M; SALVADOR, N. 2002. **Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. V. 37, n. 8. Brasília: Embrapa. pp.1071-1077.

EFICIÊNCIA REPRODUTIVA DE UMA UNIDADE DIDÁTICA DE BOVINOCULTURA LEITEIRA

Data de aceite: 03/11/2020

Data de submissão: 31/07/2020

Gabriel Vinicius Bet Flores

Médico Veterinário Autônomo
Palmeira – PR

<http://lattes.cnpq.br/6072037935349835>.

Igor Gabriel Modesto Dalgallo

Universidade Estadual do Centro-Oeste
UNICENTRO, campus de CEDETEG
Guarapuava – PR

<http://lattes.cnpq.br/0463675830051819>

Willian Daniel Pavan

Universidade Estadual do Centro-Oeste
UNICENTRO, campus de CEDETEG
Guarapuava – PR

<http://lattes.cnpq.br/4580871979368021>

Carla Fredrichsen Moya

Universidade Estadual do Centro-Oeste
UNICENTRO, campus de CEDETEG
Guarapuava – PR

<http://lattes.cnpq.br/8017623096370725>

RESUMO: A atividade leiteira está diretamente relacionada à reprodução, uma vez que é o fator desencadeante para o início ou retomada da lactação, tendo em vista sua máxima eficiência reprodutiva. Os índices reprodutivos são as principais ferramentas utilizadas para a avaliação e gerenciamento do desempenho reprodutivo de um rebanho. Sendo assim o objetivo do trabalho foi compilar e interpretar os dados reprodutivos

da UDBL-UNICENTRO. Dias em Aberto, que considera o intervalo de tempo entre o último parto e a próxima concepção onde a média dos animais da UDBL foi de 174 dias, valores acima da média da literatura. Taxa de Fertilidade, que corresponde ao total de fêmeas que ficaram prenhes considerando todos os animais que foram inseminados, a média ficou em 26,83%, o que é muito abaixo da média da literatura que é igual ou superior a 80%. O número de serviços por concepção ficou na média de 2,4, superior ao que indica a literatura, sendo o ideal menor que 1,75. Dias pós-parto no primeiro serviço é de 56,58 dias, superior ao preconizado para as propriedades leiteiras. Taxa de detecção do estro menor do que 30%, ou seja, inferior ao descrito na literatura. A partir da confecção desse trabalho, foi possível perceber que os índices reprodutivos da UDBL estão abaixo dos ideais, tendo como causas o baixo manejo nutricional, a pouca experiência dos estagiários e a falha na detecção de cios, tornando a atividade pouco sustentável e com custos elevados, sendo necessárias medidas que venham a melhorar esses parâmetros.

PALAVRAS-CHAVE: Reprodução, produção, leite.

REPRODUCTIVE EFFICIENCY IN A DAIRY CATTLE DIDACTICS UNITY

ABSTRACT: Reproduction is directly correlational with the dairy activity because this is the trigger to onset or resumption of the milk production, in view of the maximum reproductive efficiency. The reproductive indexes are the main tool used to evaluate and management of the

herd reproductive performance. Therefore, the aim of this work was to compile and to interpret the reproductive data of UDBL-Unicentro. Days in open, that considers the time interval between the last calving and the first conception, where the mean in UDBL was 174 days, value above that find in literature. Fertility rate, that correspond with the total of females that being pregnant, considering all the inseminated animals, the mean was 26.83%, what's very low the mean of the literature, that was equal or superior to 80%. The mean of the number of services by conception was 2.4, superior to the indicated in literature, where the ideal is less than 1.75. The first service in post-partum was 56.58 days, superior to that preconized for dairy farms. Heat detection rate was 30%, less to that described in literature. From the making of this work, was possible to perceive that the reproductive indexes of UDBL are less than the ideal, having as reason the low sanitary and nutritional management, the little experience of the interns and the heat detection failure, which makes the activity less sustainable and expensive, requiring measures to improve these parameters.

KEYWORDS: Reproduction, production, milk.

1 | INTRODUÇÃO

A atividade leiteira está diretamente relacionada à reprodução, uma vez que é o fator desencadeante para o início ou retomada da lactação, tendo assim o objetivo de atingir o máximo potencial produtivo dos animais durante seu período útil dentro da propriedade. Para que isso ocorra, os animais devem parir em intervalos regulares, além de conseguir uma concepção o mais breve possível no período pós-parto (MOTA; SANTOS, *s.d.*).

Segundo Vasconcelos e Santos (2007), a eficiência reprodutiva é a habilidade de fazer a vaca ficar gestante o mais rápido possível, após o período voluntário de espera. Ela deve ser avaliada rigorosa e frequentemente, pois impacta diretamente na lucratividade da atividade e no número de novilhas disponíveis para a reprodução. Educapoint (2017) aponta que a eficiência reprodutiva dos rebanhos leiteiros vem caindo, vindo de taxas de concepção próximas a 60% nas décadas de 1950 e 1960, para aproximadamente 35%, atualmente, sendo que isso pode ter ocorrido por diversos fatores, inclusive o incremento produtivo dos animais.

Os índices reprodutivos são a principal ferramenta utilizada para a avaliação e gerenciamento do desempenho reprodutivo de um rebanho (BERGAMASCHI; MACHADO; BARBOSA, 2010). Contudo, para que possam ser corretamente mensurados, a propriedade deve possuir um mínimo de dados para que se possam efetuar os cálculos dos índices. Dentre eles, tem-se a data do último parto de cada vaca, data dos partos anteriores de animais com duas ou mais lactações, condição reprodutiva do animal (gestante, vazia ou inseminada), número de coberturas por vaca e data da primeira cobertura pós-parto e das coberturas mais recentes (VASCONCELOS; SANTOS, 2007).

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi compilar e interpretar os dados reprodutivos de uma unidade didática de bovinocultura de leite, a fim de compreender a real situação e o grau de eficiência reprodutiva da propriedade.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados no presente trabalho foram coletados a partir do controle de inseminações realizados na Unidade Didática de Bovinocultura de Leite da Unicentro (UDBL-Unicentro), correspondentes aos anos de 2017, 2018 e primeiro semestre de 2019.

A UDBL-Unicentro é o setor de bovinocultura de leite, no qual os acadêmicos são colocados frente à realidade de uma leiteria, sendo eles os responsáveis pelos manejos nutricionais, sanitários, reprodutivos e de gestão, sob supervisão dos docentes de cada área.

A Unidade Didática conta com aproximadamente 28 animais, sendo quatro machos (com um ano ou menos), e 24 fêmeas (três bezerras com um ano ou menos; cinco novilhas nulíparas; seis vacas secas; e dez vacas em lactação) todos da raça Jersey. Atualmente, a produção média diária é de 11 litros.

A alimentação baseia-se no fornecimento de silagem de milho duas vezes ao dia, suplementado com concentrado peletizado (4kg/vaca/dia), e sal mineral, logo após a ordenha. Nos períodos de descanso, os animais ficam em piquetes de aveia e azevem no período de inverno, e tifton no período de verão, com fornecimento de forragem e acesso a água *ad libitum*. É importante ressaltar que a UDBL possui um manejo deficiente no que se trata de rotação de piquetes. Outro fator importante de ser pontuado é a falta de silagem, que já ocorreu em períodos de verão, devido à falta de planejamento durante a confecção dos silos.

As manifestações de estro foram observadas duas vezes ao dia, por um período mínimo de 30 minutos, sendo realizada pelo funcionário terceirizado que atuava na UDBL, bem como pelos estagiários escalados na manhã e tarde.

Todas as inseminações foram realizadas pelos estagiários que tiveram a oportunidade de realizar o curso de inseminação artificial e as informações (data de inseminação, número da vaca, nome do touro e outras observações relevantes) foram registradas, em livro ATA, por estagiários que compunham o setor de reprodução da Unidade Didática.

Os índices reprodutivos aqui mencionados foram calculados com base no que preconiza Varner, Majeskie e Garlichs (2010).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados analisados para caracterização da eficiência reprodutiva do

rebanho leiteiro da UDBL-UNICENTRO foram descritos de acordo com o índice reprodutivo em questão.

3.1 Dias em aberto (período de serviço)

Esse índice é definido como o intervalo de tempo entre o último parto e a próxima concepção (BERGAMASCHI; MACHADO; BARBOSA, 2010). Para calcular esse índice, considera-se o intervalo entre o último parto até a data de concepção de gestantes, data da última cobertura de não confirmadas prenhe ou a data em que se realiza o cálculo (Tabela 1). A partir disso, somam-se os dias em aberto de todas as vacas e divide pelo número de animais no rebanho (VASCONCELOS; SANTOS, 2007).

Considerando que, entre 2017 e junho de 2019, 16 vacas estavam em fase reprodutiva, à média é calculada para esses animais, embora nem todas tenham passado por uma gestação. Portanto, a média de dias em aberto na UDBL, nesse período, foi de 174 dias, superior ao descrito na literatura.

Vasconcelos e Santos (2007), afirmam que, uma média entre 85 e 115 dias em aberto seria ideal para a maioria dos rebanhos comerciais. Educapoint (2007), já considera um intervalo maior como ideal, compreendendo entre 50 e 150 dias. Para Varner, Majeskie e Garlichs (2010), qualquer rebanho que possua os dias em aberto maior que 145 dias são um sinal da presença de problemas. Bergamaschi, Machado e Barbosa (2010), corroboram com os autores e ainda acrescentam, alegando que, quando os dias em aberto ultrapassam os 100 dias, cada dia a mais representa um custo de cerca de US\$2,50 a US\$6,00 a mais, variando conforme o sistema de produção, preço do leite e produtividade dos animais.

Vaca	Parto	Último serviço	Total
34	04/05/2019	10/07/2019	67
1506	29/03/2019	15/05/2019	47
1504	25/06/2018	06/03/2019	254
30	25/02/2019	04/06/2019	99
21	16/09/2018	10/07/2019	297
33	26/08/2018	14/11/2018	80
20	20/08/2018	10/07/2019	324
28	12/07/2018	10/07/2019	363
1507	02/05/2018	08/10/2018	159
29	25/02/2018	28/03/2019	396
22	02/02/2018	05/01/2019	337
23	19/11/2017	20/11/2018	366
Total			2789

Tabela 1 - Intervalo entre último parto e próxima concepção, cobertura ou data de realização do cálculo.

As hipóteses que podem justificar a UDBL possuir os dias em aberto muito acima do que é preconizado na literatura seriam a falha na detecção dos cios, falha no processo de inseminações (realizadas por estagiários em treinamento), e ocorrência de doenças puerperais (MARTINS *et al.*, 2013), como retenção de placenta e metrite puerperal aguda, ambas enfermidades já diagnosticadas na propriedade.

3.2 Taxa de fertilidade

Essa taxa corresponde ao total de fêmeas que ficaram prenhes, considerando todos os animais que foram inseminados artificialmente ou que tiveram repasse com touro. Para calculá-lo, basta multiplicar o número de fêmeas prenhes por 100 e posteriormente dividir pelo total de fêmeas que passaram pelo serviço (PROCREARE, 2016).

No período de 2017 até o primeiro semestre de 2019, foram 82 realizadas inseminações, das quais apenas 22 foram eficazes em emprenhar uma vaca. Portanto, a taxa de fertilidade nesse período foi de 26,83%. Vale ressaltar que algumas dessas fêmeas passaram por mais de uma gestação, por isso é correto dizer que houve 22 gestações no período analisado. Esse resultado é bem inferior ao sugerido na literatura, uma vez que, para Ferreira e Miranda (2013) e Procreare (2016), esse índice deve ser igual ou superior a 80% em propriedades leiteiras, para que os prejuízos sejam minimizados.

Pode-se dizer que existem múltiplos fatores que influenciam para que o índice de fertilidade da UDBL seja muito baixo. Os principais vão ao encontro com os já citados anteriormente, como falhas na identificação de cios e falhas durante a inseminação artificial, porém podem estar associados a outros eventos, como baixo escore de condição corporal (ECC) (EDUCAPOINT, 2018), doenças infecciosas (por exemplo, Diarreia Viral Bovina, doença já relatada na propriedade), e até mesmo estresse calórico (AZEVEDO, 2007).

3.3 Número de serviços por concepção

Esse índice também reflete a fertilidade das vacas que foram cobertas e ficaram prenhes. Vale ressaltar que vacas para descarte e aquelas que sofreram quatro ou mais inseminações, sem gestação confirmada, não entram no cálculo. Para obter esse resultado, é necessário conhecer o número de serviços que cada fêmea gestante passou até ficar prenhe. Após isso, soma o número de inseminações ou montas naturais, e divide pelo número de vacas gestantes (VASCONCELOS; SANTOS, 2007).

No período estabelecido nesse estudo, foram necessárias 22 inseminações artificiais para que nove vacas ficassem prenhas, respeitando os critérios do cálculo. Portanto, o número médio de serviços foi de 2,4. Esse valor poderia ser menor, porém o cálculo diz que aquelas vacas destinadas ao descarte e aquelas que

necessitaram de mais de quatro inseminações não entram no cálculo. No caso da UDBL, no período estudado, houve sete vacas que ficaram de fora da contagem.

Sartori *et al.* (2002) realizaram estudos avaliando a qualidade embrionária de vacas e novilhas da raça Holandesa, e concluíram que embriões de vacas leiteiras em lactação apresentaram classificação inferior em relação aos embriões de fêmeas não lactantes, colhido cinco dias após a ovulação, com uma porcentagem surpreendentemente alta de embriões não viáveis.

Vasconcelos e Santos (2007), concluíram que o número de serviços por concepção ideal seria menor que 1,75, porém valores até 2,0 são considerados adequados. Mais que 2,3 serviços por concepção indicam problemas severos dentro do rebanho. Esse índice pode ser sugestivo da fertilidade do rebanho, mas se utilizado de forma isolada, não reflete a eficiência reprodutiva como um todo. Os autores ainda citam que um grande número de serviços por concepção pode ocorrer em virtude da falha na detecção deaios, falhas durante a inseminação artificial, sêmen que foi armazenado de forma errônea ou proveniente de touros com baixa fertilidade ou, até mesmo, problemas relacionados com a vaca, como doenças infecciosas ou doenças uterinas.

Acredita-se que os problemas de fertilidade da UDBL estejam relacionados com aos fatores supramencionados: vacas em lactação, que apresentam menor qualidade embrionária em comparação as fêmeas não lactantes (SARTORI *et al.*, 2002), falhas durante a inseminação artificial e doenças infecciosas. Falhas durante a inseminação artificial ocorrem, pois todas as inseminações foram realizadas pelos estagiários, que estão em processo de aprendizagem e poucas oportunidades de inseminar, visto que são muitos inseminadores para poucas vacas em cio. Já em relação a doenças, a UDBL possui histórico de abortamento e nascimento de bezerros fracos ou com más formações congênitas, sinais indicativos da presença da Diarreia Viral Bovina (LOPES *et al.*, 2010). Programa de vacinação e descarte dos animais positivos está sendo implementado.

3.4 Dias pós-parto no primeiro serviço

Esse índice é influenciado pelo período voluntário de espera (PVE) de cada propriedade, bem como pelo retorno à ciclicidade e pela eficiência de observação deaios. Por isso é um índice bastante variável. Normalmente, adota-se um PVE de 40 dias, mas em propriedades de alta produção, a maior fertilidade é obtida por volta de 60 dias pós-parto (BERGAMASCHI; MACHADO; BARBOSA, 2010).

Para calcular esse índice, é necessário conhecer o intervalo entre o parto e o primeiro serviço das vacas em época reprodutiva (Tabela 2). Após isso, somam-se esses valores, divide pelo número de vacas no rebanho, e subtrai pelo objetivo ou PVE (VASCONCELOS; SANTOS, 2007).

O PVE da UDBL é de 45 dias. Levando isso em conta, a média entre o intervalo dos dias pós-parto até o primeiro serviço é de 56,58 dias, superior ao preconizado para propriedades leiteiras.

Varner, Majeskie e Garlich (2010), adotaram como ideal um intervalo entre os dias pós-parto até o primeiro serviço de 18 dias (já excluído o PVE). Esses mesmos autores ainda assumem que problemas graves são encontrados quando esse intervalo é superior a 26 dias. Quando esse índice é superior ao preconizado, deve-se checar a eficiência na detecção dos cios, ou se as fêmeas estão entrando num balanço energético negativo excessivo, tornando-se prejudicial para sua saúde e produção (BUTLER, 1998; EDUCAPPOINT, 2007). No caso da UDBL, o alto intervalo entre parto e primeiro serviço poderia ser explicado pela falha na detecção de cios, bem como pelo déficit nutricional, seja pelo manejo de forragens e rotação de piquetes, por ter pequena área destinada aos pastos dos animais, bem como pela quantidade de silagem, problema já enfrentado em períodos de verão, em função da pequena quantidade de silos disponíveis.

Vaca	Data do parto	Data 1ª IA PP	Intervalo parto/1ª IA
34	04/05/2019	12/07/2019	69
1506	29/03/2019	15/05/2019	47
1504	25/06/2018	29/10/2018	126
30	25/02/2018	27/03/2019	395
21	16/09/2018	12/12/2018	87
33	26/08/2018	14/11/2018	80
20	20/08/2018	29/10/2018	70
28	12/07/2018	29/10/2018	109
1507	02/05/2018	20/06/2018	49
29	25/02/2018	18/04/2018	52
22	02/02/2018	22/04/2018	79
23	19/11/2017	14/01/2018	56
Total			1219

Tabela 2 - Intervalo entre parto e primeiro serviço do rebanho da UDBL.

3.5 Taxa de detecção de estro

Esse índice é realizado considerando o período entre estros, mas é possível estimá-lo a partir de uma fórmula para calcular o intervalo entre inseminações e, tendo essa informação em mãos, interpreta-se a taxa de detecção de cio com base na Tabela 3 (VASCONCELOS; SANTOS, 2007).

Analisando a Tabela 3, é correto dizer que existe uma relação inversamente

proporcional entre o intervalo entre inseminações e a taxa de detecção de cios, na qual a taxa mais alta (90%) é conquistada quando as inseminações ocorrem dentro do período fisiológico do ciclo estral das vacas.

A fórmula para calcular o intervalo entre serviços é a seguinte: $\text{Intervalo entre serviços} = (\text{média dias em aberto} - \text{média dias pós-parto no primeiro serviço}) / (\text{número serviços por concepção} - 1)$.

O intervalo entre serviços dos animais na UDBL é de 83,87 dias. Esse número é menor do que mostra a tabela 3, então é válido considerar que a UDBL possui a taxa de detecção de estros menor do que 30%, ou seja, inferior ao descrito na literatura. De acordo com Educapoint (2007), o objetivo a ser atingido é de 60 a 70% de detecção de cios dentro do rebanho, sendo motivo de preocupação quando essa taxa cai para 40%.

Intervalo entre IA (dias)	Taxa de detecção de estros (%)
23	90
26	80
30	70
35	60
41	50
50	40
60	30

Tabela 3 - Base para interpretar a detecção de cios dos animais da UDBL.

Dentre as causas que podem acarretar na falha de detecção de estro, é importante destacar as vacas com problemas no sistema locomotor, vacas em anestro e falhas no método de detecção de cio (VASCONCELOS; SANTOS, 2007), sendo esses dois últimos mais associados ao rebanho da UDBL.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

É consenso que a produção de leite só é possível a partir da reprodução das fêmeas. Diante disso, os produtores têm como grande desafio atingir índices reprodutivos elevados, a fim de manter uma boa produção, sem enfrentar grandes prejuízos.

Um bom controle dos índices zootécnicos, principalmente os reprodutivos, é essencial para ter uma visão ampla do sistema de produção, pois é a partir dessas informações que se consegue identificar onde o problema está e, dessa forma, planejar as ações necessárias para melhoria do sistema produtivo.

A partir da confecção desse trabalho, foi possível perceber que os índices reprodutivos da UDBL estão muito abaixo dos ideais, tornando a atividade pouco sustentável e com custos elevados. Com isso, é correto afirmar que são necessárias medidas que venham a melhorar esses parâmetros, principalmente os que podem ser resolvidos a curto prazo, como a realização de mais treinamentos de inseminação artificial em peças de frigoríficos para todos os estagiários aptos a realizar essa técnica, ampliar os protocolos de vacinação para as principais doenças que afetam os diversos aspectos reprodutivos e melhorar a eficiência na detecção de cio, seja a partir da observação direta do rebanho ou até mesmo lançando mão de outros métodos auxiliares.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, D. M. M. R. **Fatores que influenciam a fertilidade em rebanhos bovinos, parte 1: nutrição e sanidade.** 2007. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/colunistas/fatores-que-influenciam-a-fertilidade-em-rebanhos-bovinos--parte-1--nutricao-e-sanidade_385155.html. Acesso em: 25. Jul. 2019.

BERGAMASCHI, M.A.C.M.; MACHADO, R.; BARBOSA, R.T. **Eficiência reprodutiva das vacas leiteiras.** Embrapa: Circular Técnica 64, São Carlos, 2010.

BUTLER, W. R. Review: effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 2533-2539, 1998.

EDUCAPOINT. **Sete índices que você precisa conhecer para avaliar a eficiência reprodutiva do rebanho.** 2017. Disponível em: <https://www.educapoint.com.br/blog/pecuaria-leite/7-indices-reprodutivos/>. Acesso em: 15 Jul. 2019.

EDUCAPOINT. **ECC e sua influencia na fertilidade de vacas de corte.** 2018. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/educapoint/ecc-e-sua-influencia-na-fertilidade-de-vacas-de-corte-207493/>. Acesso em: 25. Jul. 2019.

FERREIRA, A. M.; MIRANDA, J. E. C. **Medidas de eficiência da atividade leiteira: índices zootécnicos para rebanhos leiteiros.** 2013. Disponível em: <https://pt.engormix.com/pecuaria-leite/artigos/medidas-eficiencia-atividade-leiteira-t38243.htm>. Acesso em: 23 Jul. 2019.

LOPES, L. B.; HADDAD, J. P. A.; RODRIGUES, R. O.; LEITE, R. C. Efeito do perfil sorológico para diarreia viral bovina em índices reprodutivos de rebanhos leiteiros. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 32, n. 3, p. 133-138, 2010.

MARTINS, T. M.; LEITE, A. C.; MUNIZ, C. S.; PEIXOTO, D. G. M.; BORGES, A. M. **Como reduzir o intervalo entre partos das vacas leiteiras?** 2013. Disponível em: <http://www.revistaleiteintegral.com.br/noticia/como-reduzir-o-intervalo-de-partos-das-vacas-leiteiras>. Acesso em: 25. Jul. 2019.

MOTA, M. F.; SANTOS, G. T. D. **Eficiência reprodutiva em bovinos de leite.** Disponível em: <http://www.nupel.uem.br/eficiencia-reprodutiva.pdf>. Acesso em: 15 Jul. 2019.

PROCREARE. **Índices zootécnicos: índices zootécnicos auxiliam na medição da eficiência do sistema produtivo pecuário.** 2016. Disponível em: <https://procreare.com.br/indices-zootecnicos/>. Acesso em: 11 Jul. 2019.

SARTORI, R.; SARTOR-BERGFELT, R.; GUENTHER, J. N.; PARRISH, J. J.; WILTBANK, M. C. Fertilization and early embryonic development in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 2803-12, 2002.

VARNER, M. A.; MAJESKIE, J. L.; GARLICH, S. C. **Interpreting reproductive efficiency indexes.** Dairy Integrated Reproductive Management, University of Maryland, USA, 2010.

VASCONCELOS, J. L. M.; SANTOS, R. M. **Interpretação dos índices da eficiência reprodutiva.** 2007. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/jose-luiz-moraes-vasconcelos-ricarda-santos/interpretacao-dos-indices-da-eficiencia-reprodutiva-41269n.aspx>. Acesso em: 10 Jul. 2019.

CAPÍTULO 17

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO TRADICIONAL

Data de aceite: 03/11/2020

Data de submissão: 14/09/2020

Claudete Rosa da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia
Campus de Parauapebas
Parauapebas – PA
<http://lattes.cnpq.br/5005233180543061>

Daniel Vítor Mesquita da Costa

Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho”
Jaboticabal - SP
<http://lattes.cnpq.br/1712624441458609>

Eline Gomes Almeida

Instituto Tecnológico Vale
Belém - PA
<http://lattes.cnpq.br/8233885410638874>

Crissogno Mesquita dos Santos

Universidade Federal Rural da Amazônia
Campus de Parauapebas
Parauapebas – PA
<http://lattes.cnpq.br/3474459757704150>

Leomara Pessoa Brito

Universidade Federal Rural da Amazônia
Campus de Parauapebas
Parauapebas – PA
<http://lattes.cnpq.br/9234842151624777>

Anna Thereza Santos Morais

Universidade Federal Rural da Amazônia
Campus de Parauapebas
Parauapebas – PA
<http://lattes.cnpq.br/9364932512269065>

Daylon Aires Fernandes

Universidade Federal Rural da Amazônia
Campus de Parauapebas
Parauapebas – PA
<http://lattes.cnpq.br/0815837473236988>

Gislayne Farias Valente

Universidade Federal de Lavras
Lavras – MG
<http://lattes.cnpq.br/3827026182272875>

Tiago de Souza Santiago

Universidade Federal do Piauí
Campus Profª Cinobelina Elvas
Bom Jesus – PI
<http://lattes.cnpq.br/0927868377558016>

Kessy Jhannes Soares da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia
Campus de Parauapebas
Parauapebas – PA
<http://lattes.cnpq.br/4368241122656624>

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade fisiológica de variedades de milho. Foram utilizados dez variedades de milho tradicional (*Zea mays*) submetidas ao teste índice de velocidade de germinação (IVE) percentual de germinação e condutividade elétrica. Os dados foram submetidos à análise de variância e para a comparação das médias entre as variedades de milho tradicional empregou-se o teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade, por meio do software estatístico SISVAR. Os testes empregados para avaliar a qualidade fisiológica das sementes de milho tradicional foram capazes de identificar as variedades de milho com

diferentes níveis de vigor.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays*, Semente, Vigor.

EVALUATION OF THE PHYSIOLOGICAL QUALITY OF TRADITIONAL CORN SEEDS

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the physiological quality of traditional maize varieties. Ten varieties of traditional maize (*Zea mays*) were submitted to the germination rate index (IVE) test for germination percentage and electrical conductivity. The data were subjected to analysis of variance and to compare the means between the traditional corn varieties, the Tukey test was used, at a level of 5% probability, using the SISVAR statistical software. The tests used to assess the physiological quality of traditional maize seeds were able to identify maize varieties with different levels of vigor.

KEYWORDS: *Zea mays*, Seed, Vigor.

1 | INTRODUÇÃO

Usado como matéria prima em diversas cadeias de produção, o milho é uma *commodity* de grande importância para o agronegócio brasileiro, possuindo alta representatividade no mercado interno (SANTOS; BALDONI, 2018). Em razão disso, cada vez mais os agricultores têm investido no cultivo do cereal, sendo a semente o principal insumo. Entretanto, pequenos agricultores, muitas vezes não dispõem de recursos financeiros para aquisição das sementes e de todo o pacote tecnológico associado, fazendo uso de variedades tradicionais pelo seu menor custo (ROCHA et al., 2018).

O uso destas sementes, além de garantir segurança alimentar, representa uma estratégia de conservação, fundamental para a manutenção da diversidade biológica e da variabilidade genética; fatores importantes para o melhoramento da espécie (PATERNIANI et al., 2000).

Para que haja produção de sementes de elevada qualidade, é necessário optar pela adoção de um eficiente programa de controle de qualidade. Portanto, avaliações rápidas que permitam a obtenção de informações acerca da qualidade fisiológica das sementes são essenciais para que possam ser tomadas as melhores decisões durante as diversas etapas da produção (SCHEEREN et al., 2010).

A qualidade fisiológica da semente, relaciona-se principalmente à sua capacidade de desempenhar funções vitais, dessa forma, constituindo uma das principais características a serem consideradas na implantação de uma lavoura (KAPPES et al., 2012; MARCOS FILHO, 2015).

O potencial fisiológico das sementes pode ser realizado mediante a aplicação de vários testes e dentre eles, enquadram-se os de germinação e emergência, e de

condutividade elétrica.

O teste de condutividade elétrica avalia a qualidade de sementes de forma indireta e baseia-se na concentração de eletrólitos lixiviados pelas sementes durante a embebição, fornecendo resultados no prazo de 24 horas. Este teste, destaca-se entre outros, por ser um dos mais utilizados para avaliação de vigor de sementes, devido principalmente ao baixo investimento e alta confiança dos resultados na avaliação. Sendo um teste rápido e compacto para identificar a deterioração das sementes (GONZALES et al., 2009).

O teste de germinação e emergência visa determinar a qualidade fisiológica das sementes, possibilitando que as sementes expressem o máximo poder germinativo sem que haja interferências externas indesejáveis, avaliando principalmente o valor das sementes para a semeadura e comparando a qualidade de diferentes lotes, servindo como base para a utilização eficaz das sementes (BRASIL, 2009; MARCOS FILHO, 2015).

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar o vigor das variedades de sementes de milho tradicional, através do teste de germinação e emergência e condutividade elétrica.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Universidade Federal Rural da Amazônia, localizada na cidade de Parauapebas, Pará, 6° 3' 43,41" S, 49° 51' 23,38" W. Foram utilizadas dez variedades de sementes, oriundas do banco de Germoplasma de milho tradicional da Universidade Federal Rural da Amazônia.

Inicialmente, realizou-se o teste de germinação e emergência sob telado com cobertura de 35% da radiação solar e temperatura variando de 22°C (mínima) até 35°C (máxima). As sementes foram semeadas em recipientes plásticos de 200 mL contendo areia lavada e esterilizada a uma profundidade de 3 cm. A umidade foi mantida por meio de regas realizadas diariamente.

A porcentagem de germinação do lote, assim como o Índice de Velocidade de Emergência (IVE), foram verificados registrando-se diariamente o número de plântulas emergidas com parte aérea formada, até o décimo dia após a semeadura (DAS).

O IVE foi calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots En/Nn$$

Onde: IVE = índice de velocidade de emergência.

E1, E2,... En = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem.

N1, N2,... Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última

contagem.

Na realização do teste de condutividade elétrica, as sementes selecionadas foram pesadas em balança de precisão, e posteriormente alocadas em recipientes plásticos contendo 75 mL de água destilada, posteriormente depositados em câmaras de germinação do tipo B.O.D. à temperatura de 25 °C, durante 24 horas de embebição. Após esse período foram realizadas as leituras da condutividade elétrica da solução em aparelho digital portátil modelo MCA-150/P-Cienlab. Os valores, expressos em $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}/\text{g}^{-1}$ de semente, conforme Vieira e Carvalho (1994).

Adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com 4 repetições de 50 sementes para cada variedade de milho. Em seguida os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do software estatístico SISVAR (SILVA e AZEVEDO, 2009).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância dos dados obtidos na análise das variedades de milho tradicional para as variáveis índice de velocidade de emergência (IVE) e porcentagem de germinação (PG) demonstraram valores de F significativos, o que indica que existem variação entre as variedades analisadas.

Os resultados apresentados na tabela 1, demonstraram diferenças significativas entre as variedades avaliadas. Portanto, as variedades de milho tradicionais avaliadas no presente trabalho possuem comportamentos fisiológicos distintos. De acordo com Nakagawa (1999), quanto maior o valor obtido do índice de velocidade de emergência, subentende-se maior velocidade de emergência, e conseqüentemente, maior vigor.

Variedades	Índice de velocidade de emergência
BGM 01	33,92 a
BGM 07	31,54 ab
BGM 10	0,26 d
BGM 13	23,12 c
BGM 26	31,30 ab
BGM 29	31,91 ab
BGM 34	25,62 bc
BGM 55	29,68 abc
BGM 56	32,56 ab
BGM 58	28,77 abc
CV (%)	11, 10%

CV (%) = Coeficiente de variação em %. BGM= Banco de Germoplasma de Milho. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 1. Valores médios do índice de velocidade de emergência (IVE) de diferentes variedades de semente de milho tradicional.

Os resultados demonstraram a variedade BGM 01 apresentou maior índice de velocidade de emergência, na ordem 33,92 aos sete dias de avaliação, comparada com as demais variedades avaliadas. Logo pode-se inferir que esta apresenta maior capacidade de originar plântulas mais competitivas nas fases iniciais do desenvolvimento da cultura com mais chance de estabelecer maior produtividade. De acordo com Crisostomo et. al., (2018), o maior vigor da semente melhora o estabelecimento da cultura em campo, aumenta a uniformidade do estande e, conseqüentemente, possibilita incremento na produtividade.

As variedades BGM 07, BGM 13 BGM 26, BGM 29, BGM 34, BGM 55, BGM 56 e BGM 58 apresentaram índices de velocidade de emergência intermediários. Dentre estas, as variedades BGM 56, BGM 29, BGM 26 e BGM 07 apresentaram índices de velocidade de emergência que não diferiram entre si (tabela 1), porém variou de 31,30 a 32,56 aos dez dias de avaliação. Portanto, apresentaram vigor superior as variedades BGM 55, BGM 34, BGM 58 e BGM 13.

A variedade BGM 10, por sua vez, apresentou o menor índice de velocidade de emergência, 0,26 aos 10 dias de avaliação, o que representar um baixo vigor da semente e baixa capacidade fisiológica do seu desenvolvimento. No campo, sementes com baixo vigor podem estar vulneráveis a ação de microrganismos

presentes no solo e às interpéries climáticas.

Sementes, que possuem alto vigor, caracterizam-se por processos metabólicos mais ágeis, proporcionando uma emissão de raiz primária mais rápida, com maior taxa de crescimento e uniformidade durante o processo de germinação, produzindo plântulas de tamanho inicial maior e, deste modo, maior crescimento e rendimento de grãos (MIELEZRSKI et al., 2008; MUNIZZI et al., 2010).

Villiers (1973) relataram que a menor velocidade de germinação deve-se ao fato de que as sementes de menor vigor, antes de iniciarem o desenvolvimento do eixo embrionário, durante o processo de germinação, promovem a restauração das organelas e dos tecidos danificados, de maneira que o tempo consumido nesse processo amplia o período total para que a germinação e posterior emergência ocorram.

Sementes com alto índice de velocidade de germinação podem apresentar uma emergência rápida e uniforme com desenvolvimento de plantas normais em uma ampla faixa de condições de campo (PERES, 2010).

Diante dos dados, infere-se que dentre as variedades avaliadas, 50% podem ser classificadas como de vigor superior, 40% de vigor intermediário e 10%, de vigor inferior.

Mediante a porcentagem de germinação das 10 variedades de milho tradicional apresentada no gráfico 1, verificou-se que houve uma variação dos percentuais de germinação de 78% a 94%. Foi verificado ainda que a variedade BGM 01 que apresentou um índice de velocidade de emergência de 33,92 aos 10 dias de avaliação obteve um percentual de germinação de 79%, enquanto que a variedade BGM 10, com índice de velocidade de germinação de 0,26 aos 10 dias de avaliação.

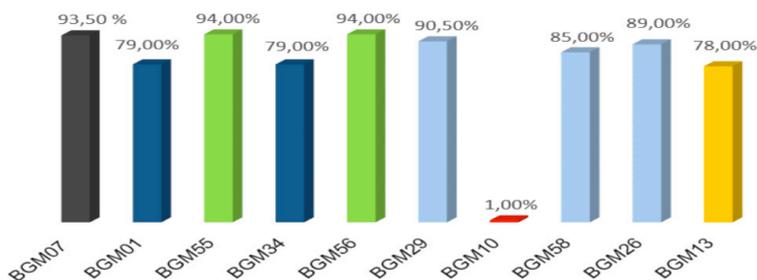


Gráfico 1 – Valores em porcentagem de germinação das diferentes variedades de sementes de milho tradicional.

De acordo com Marcos-Filho et al. (2015) o vigor da semente é uma

interação de características que também podem ser consideradas como atributos independentes de potencial fisiológico, como por exemplo, a velocidade de germinação, crescimento das plântulas, capacidade de germinar acima ou abaixo das temperaturas ideais e outros aspectos de tolerância a estresse. Marcos Filho et al. (2015), relataram também as relações entre germinação de sementes e vigor em associação para o progresso da deterioração. Os autores destacam que a relação entre vigor de sementes e perdas de germinação horas após à medida que a deterioração progride. Deste modo, um lote de sementes de alta qualidade que está menos deteriorado irá mostrar uma diferença relativamente pequena nos resultados da germinação e testes de vigor. No entanto, um lote de sementes de qualidade fisiológica inferior com maior nível de deterioração terá uma germinação superior em condições ideais, porém com vigor extremamente baixo.

Logo, pode-se concluir que as sementes da variedade BGM 10 apresentaram um nível acentuado de deterioração demonstrado pelo IVE de 0,26 aos dez dias de avaliação atrelado a 1% de germinação.

Na cultura do milho, outro fator que pode contribuir para a variação do percentual de germinação é a temperatura. Farooq et al. (2008), em seus estudos com híbridos de milho relataram que a temperatura ótima para germinação de sementes de milho encontra-se entre os intervalos de 25 e 28°C. Riley (1981) mencionou que que na cultura do milho, temperaturas elevadas do solo podem promover baixo percentual de emergência das sementes.

Logo, pode-se inferir que a variação no percentual de germinação observada neste estudo, também pode ser resultado da influencia da variação de temperatura no período de execução do experimento, no qual se constatou uma variação de temperatura de 22 a 35°C. No entanto, para melhor caracterizar o efeito da temperatura nas sementes de milho tradicional, novos estudos devem ser realizados.

De acordo com o índice de vigor de sementes de milho (*Zea mays* L) apresentado por Durães et al. (1995) foi possível classificar as 10 variedades de milho tradicional avaliadas no presente estudo em 5 classes distintas de vigor considerando o percentual de germinação:

1. Classe 0 (% de germinação menor que 50%) - BGM 10.
2. Classe 7 (% de germinação variando de 76 a 80%) - BGM 1, BGM34 e BGM13.
3. Classe 8 (% de germinação variando de 81 a 85%) - BGM 58.
4. Classe 9 (% de germinação variando de 86 a 90%) - BGM26 e BGM 29.
5. Classe 10 (% de germinação variando de 91 a 100%) - BGM 7, BGM 55 e BGM 56.

Durães et al.(1995) também relataram que o padrão mínimo oficial de vigor das sementes de milho para comercialização no Brasil é de 80%. Portanto, dentre as variedades de milho tradicional avaliadas no presente trabalho atenderam ao padrão mínimo de vigor para a comercialização, as variedades BGM 7, BGM 26, BGM 29, BGM 55, BGM 56 e BGM 58.

Em relação ao teste de condutividade elétrica (CE), os dados apresentados na Tabela 2, demonstraram estatisticamente, que as médias das variedades de milho estudadas não apresentaram diferenças significativas. Logo, este teste não foi eficiente em detectar diferentes níveis de vigor entre as variedades de milho avaliadas neste estudo para a variável CE.

Amaro et al. (2015) relataram dados semelhantes ao do presente trabalho ao avaliar cinco lotes de feijão comum pertencentes a cultivar Madrepérola.

Variedades	Condutividade Elétrica $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$
BGM 01	24,00 a
BGM 07	22,25 a
BGM 10	22,75 a
BGM 13	26,00 a
BGM 26	21,25 a
BGM 29	24,25 a
BGM 34	20,00 a
BGM 55	22,25 a
BGM 56	24,50 a
BGM 58	25,75 a
CV (%)	20, 10%

CV (%) = Coeficiente de variação em %. BGM= Banco de Germoplasma de Milho. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Valores médios de condutividade elétrica de diferentes variedades de semente de milho crioulo. Parauapebas – PA.

De acordo com Silva et al. (2014) as leituras dos valores de condutividade elétrica das soluções de imersão, medem a intensidade da corrente elétrica entre dois pontos, determinada pela quantidade de lixiviados, indicando o nível de organização do sistema de membranas celulares e, indiretamente, o nível de vigor da amostra de sementes. Desse modo, quanto maiores os valores, menor o vigor

das sementes.

No estudo proposto, considerando a quantidade de lixiviados liberados no período de embebição de 24h em 75 mL de água a temperatura de 25°C, verificou-se que a variedade BGM 34 apresentou a menor quantidade de lixiviados enquanto a variedade BGM 13 apresentou maior quantidade de lixiviados. As demais variedades apresentaram quantidades intermediárias de lixiviados. Desta forma, constatou-se que as sementes de BGM 34 tem um indicativo de ser de melhor qualidade fisiológica e as sementes de BGM 13, a menor qualidade fisiológica.

Com base nos dados apresentados pelo teste de CE foi possível separar as sementes das oito variedades de milho analisadas em diferentes níveis de vigor. No entanto, verificou-se que as diferenças entre os valores de CE obtidos não foram acentuadas.

Borges et al. (2016) observaram que em volumes maiores de água na embebição de sementes a quantidade de lixiviados fica mais diluída e por isso, valores menores de condutividade são observados com o volume de 75 mL de água destilada, tanto para condutividade a 24 horas quanto para 48 horas. O referido autor relatou ainda que seria mais interessante a adoção do teste de condutividade para sementes de milho doce na metodologia de 50 mL de água com embebição das sementes por 24 horas.

No estudo proposto, a variedade BGM 10 apresentou uma quantidade de lixiviados liberados na ordem de $22,75 \mu\text{S}/\text{cm}^1\text{g}^{-1}$, e se enquadrou no grupo intermediário quanto ao vigor da semente, no entanto resultados detectados pelo IVE e porcentagem de germinação, não estiveram em conformidade com o teste de CE.

A relação entre os resultados dos testes para avaliar o vigor das sementes em laboratório e o seu desempenho em campo pode, muitas vezes, ser incompatível, em função, provavelmente, dos testes de emergência de plântulas nem sempre serem adequados para detectar diferenças entre o potencial fisiológico dos lotes de sementes e, também, em razão das condições ambientais favoráveis na época da condução desse teste (MARCOS FILHO, 1999; TORRES et al., 2015).

Marcos-Filho (2015) mencionaram que possivelmente fontes de variação durante o teste de condutividade elétrica podem alterar o resultado final, como por exemplo, o genótipo, o grau de umidade, o tamanho e a condição física da semente, volume e qualidade da água, tamanho da amostra, previsão do condutímetro, e outros.

Neste estudo, considerando um IVE de 0,26 e um percentual de germinação de 1% apresentado pela variedade BGM 10, esperava-se uma quantidade de lixiviados mais alta que justificassem o indicativo de baixo vigor demonstrados nos teste de IVE e percentual de germinação.

4 | CONCLUSÃO

Os testes índice de velocidade de emergência, percentual de germinação e condutividade elétrica apresentaram sensibilidade para identificar as variedades de milho tradicional com diferentes níveis de vigor.

Dentre as variedades tradicionais de milho avaliadas, 60% atenderam ao padrão mínimo oficial para para comercialização de sementes de milho no Brasil.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à FAPESPA pelas bolsas de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

AMARO, H.T.R.; DAVID, A.M.S.S.; ASSIS, M.O.; RODRIGUES, B.R.A.; CANGASSÚ, L.V.S.; OLIVEIRA, M.B. Testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, 2015, v. 38, p. 383-389. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009.

BORGES, I. O. Teste de condutividade elétrica em sementes de milho doce. **Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Agronomia** – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2016, 37p.

CRISOSTOMO, N. M. S.; COSTA, E. A.; SILVA, C. L.; BERTO, T. S.; RAMOS, M. G. C.; JUNIOR, J. L. A. M.; MELO, L. D. F. A.; NETO, J. C. A. Qualidade fisiológica de sementes de milho crioulo proveniente de diferentes localidades. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 3, p. 6555-6560, 2018.

DURÃES, F. O. M.; CHAMMA, H. M. C. P.; COSTA, J. D.; MAGALHAES, P. C.;

BORBA, C. da S. Índices de vigor de sementes de milho (*Zea mays* L.): Associação com emergência em campo, crescimento e rendimento de grãos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, p.13-18, 1995.

FAROOQ, M.; AZIZ, T.; BASRA, S. M. A.; CHEEMA, M. A.; REHMAN, H. Chilling Tolerance in Hybrid Maize Induced by Seed Priming with Salicylic Acid, **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 194, p. 161-168, 2008.

GONZALES, J. L. S.; PAULA, R. C.; VALERI, S. V. Teste de condutividade elétrica em sementes de *Albizia hassleri* (Chodat) burkart. fabaceae-mimosoideae. **Revista Árvore [online]**, v. 33, p. 625-634, 2009.

KAPPES, C.; ARF, O.; FERREIRA, J. P.; PORTUGAL, J. R.; ALCALDE, A. M.; ARF, M. V.; VILELA, R. G. Qualidade fisiológica de sementes e crescimento de plântulas de feijoeiro, em função de aplicações de paraquat em pré-colheita. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, p. 9-18, 2012.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, p.76-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2.ed. p. 660, 2015.

MARCOS-FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, v.72, p.363-374, 2015.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999.

MIELEZRSKI, F.; SCHUCH, L.; PESKE, S.; PANOZZO, L.; CARVALHO, R.; ZUCHI, J. Desempenho em campo de plantas isoladas de arroz híbrido em função da qualidade fisiológica das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, p. 139-144, 2008.

MOURA, M. C. F.; LIMA, L. K. S.; SANTOS, C. C.; DUTRA, A. S. Teste da condutividade elétrica na avaliação fisiológica em sementes de *Vigna unguiculata*. **Revista de Ciências Agrárias**, v.40, p.20-29, 2017.

MUNIZZI, A.; BRACCINI, A. D. L.; RANGEL, M. A. S.; SCAPIM, C. A.; BARBOSA, M. C.; ALBRECHT, L. P. Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, p. 176-185, 2010.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: Conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p. 21-24, 1999.

PATERNIANI, E.; NASS, L.L.; SANTOS, M. X. O valor dos recursos genéticos de milho para Brasil: uma abordagem histórica da utilização do germoplasma. In: UDRY, C.W. (Org.) **Uma história brasileira do milho: O valor dos recursos genéticos**. Brasília: Paralelo 15, 2000. p. 11-41.

PERES, W. L. R. Testes de vigor em sementes de milho. **Dissertação de Mestrado**. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal: UNESP; 2010. 50 p.

RILEY, G.J.P. Effects of high temperature on the germination of maize (*Zea mays* L.). **Planta**, v. 151, p. 68-74. 1981.

ROCHA, L. A. S.; FERREIRA, O. J. M.; SANTOS, J. P. M.; AMANCIO, L. H. S.;

SANTOS, D. M.; BALDONI, A. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Gestão Tecnologia e Ciências**. v. 7, p. 19-30, 2018.

SCHEEREN, B. R.; PESKE, S. T.; SCHUCH, L. O. B.; BARROS, A.C.A. Physiological quality of soybean seeds and productivity. **Journal of Seed Science**, v.32, p.35-41, 2010.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal components analysis in the software assistat-
statistical attendance. In: **WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE**,
7., 2009, Reno. Proceedings... St. Joseph: American Society of Agricultural and Biological
Engineers, 2009.

SILVA, V. N.; ZAMBIASI, C. A.; TILLMANN, M. A. A.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A.
Condução do teste de condutividade elétrica utilizando partes de sementes de feijão. **Revista
de Ciências Agrárias**, v. 37, p. 206-213, 2014.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal, Funep/Unesp,
1994.164p.

TORRES, S.B.; PAIVA, E.P.; ALMEIDA, J.P.N.; BENEDITO, C.P.; CARVALHO, S.M.C. Teste de
condutividade elétrica na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de coentro. **Revista
Ciência Agrônômica**, v. 46, p. 622-629. 2015.

VILLIERS, T. A. Ageing and longevity of seeds infield conditions. In: HEYDECKER, W. (Ed.).
Seed ecology. London: The Pennsylvania State University, 1973. p.265-288.

SOBRE OS ORGANIZADORES

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS- Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco - UPE (2009), Mestre em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí - UFPI (2012), com bolsa do CNPq. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB (2016), com bolsa da CAPES. Atualmente é professora adjunta do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, propagação vegetal, manejo de culturas, nutrição mineral de plantas, adubação, atuando principalmente com fruticultura e floricultura.

MARCOS RENAN LIMA LEITE- Bacharel em Agronomia pela Universidade Federal do Maranhão-Chapadinha. Mestre em Ciência Animal pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal/UFMA, onde desenvolveu pesquisas na área de Nutrição Animal, em específico com o uso da cana-de-açúcar na dieta animal. Atualmente é aluno de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Agricultura Tropical da Universidade Federal do Piauí- Teresina, na linha de pesquisa de Manejo de Espécies Vegetais, desenvolvendo pesquisas na área de Fitotecnia, com ênfase no manejo e produção de cana-de-açúcar.

NÍTALO ANDRÉ FARIAS MACHADO- Possui graduação em Agronomia (2015) e mestrado em Ciência Animal (2018) pela Universidade Federal do Maranhão. Atualmente é aluno regular do doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Possui experiência na área de Engenharia Agrícola, com ênfase em Ambiência e Bioclimatologia, atuando principalmente nos seguintes temas: biometeorologia, bem-estar animal, biotelemetria, morfometria computacional, modelagem computacional, transporte de animais, zootecnia de precisão, valorização de resíduos, análise de dados e experimentação agrícola.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Açaizeiro 71, 72, 73, 74, 76, 77, 79, 164, 165, 166, 168, 169, 170, 171, 172, 173
Acidez 8, 62, 65, 67, 101
Aclive 175, 178, 179, 180, 181, 182, 184, 185, 186
Agroindústria 32, 65, 69, 108, 110, 117
Água no solo 71, 72, 73, 77, 78, 79, 182
Antioxidantes 43, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69
Araçá 134, 135, 136, 140, 141, 145, 146, 179, 182
Arranjos de plantio 82
Arranjos espaciais 81, 82, 84
Árvore 22, 208
Aspectos botânicos 30, 33, 35, 36

B

Bacurizeiro 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32
Bancos de germoplasma 48, 49, 50, 52, 53, 54
Batata doce 62, 65, 66, 67
Batatas 62, 63, 65, 67, 68, 69, 70
Bebedouro 111, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 142, 143, 146
Biodiesel 17, 106, 107, 108, 109, 110, 117, 118, 119, 120
Bovinocultura leiteira 189
Brassica napus 15, 17, 101
Brix 62, 63

C

Canola 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 101
Capsicum 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 147
Caracterização morfológica 48, 50, 53
Citogenética 48, 49, 50, 54, 55
Colheita 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 29, 42, 53, 62, 65, 69, 87, 92, 100, 124, 157, 160, 208
Concentração foliar de N 99
Co-produto 2

Crambe 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119

Crambe abyssinica Hochst 99, 100, 119

D

Declive 17, 175, 178, 179, 180, 181, 182, 184, 185, 186

Densidade de plantas 89, 90, 91, 93, 94, 95, 96, 102, 175

Desempenho econômico 108, 117

Diversidade genética 33, 48, 52, 53, 58

Domesticação 33, 34, 35, 38, 173

E

Eficiência reprodutiva 189, 190, 191, 194, 197, 198

Emergência 102, 104, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 153, 156, 200, 201, 202, 203, 204, 207, 208

Euterpe oleracea 78, 165, 173

F

Feijão 53, 97, 129, 131, 148, 149, 151, 152, 156, 157, 161, 162, 206, 210

Filetagem 1, 3, 4, 6, 7, 8, 13, 14

Fluxo de calor 164, 165, 166, 168, 170, 171, 173

Forrageira 156, 160, 175

Fósforo 24, 99, 106

G

Genômica 49, 57

Germinação 26, 27, 30, 85, 91, 101, 122, 123, 124, 126, 127, 129, 130, 132, 199, 200, 201, 202, 204, 205, 207

Glycine max 122, 123, 125, 131, 132

Grãos 15, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 83, 87, 88, 89, 94, 95, 96, 100, 101, 104, 105, 123, 125, 130, 149, 150, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 204, 208

I

Ipomoea 62, 63, 69, 70

L

Latossolo amarelo 74, 165, 166

Leite 2, 34, 40, 45, 175, 176, 189, 191, 192, 196, 197, 211

M

Microclima 72, 165

Milho 17, 97, 106, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 173, 177, 187, 191, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209

N

Nativa 22, 26, 72, 165

Nematoide 134, 136, 144, 145, 146

Nitrogênio 99, 100, 107, 154

Nível 37, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 105, 110, 114, 123, 143, 175, 178, 179, 180, 181, 182, 184, 185, 186, 199, 203, 205, 206

O

Operação de semeadura 175, 176

Oreochromis niloticus 2, 4, 11, 13

P

Perdas 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 29, 73, 92, 143, 182, 187, 205

Pimenta 34, 35, 39, 40, 41, 42, 44, 46, 49, 57

Plantio comercial 73, 74, 76, 77, 78, 164, 166, 173

Platonia insignis Mart 22, 23, 24, 25, 28, 30, 31, 32

Pós-colheita 29, 62, 65, 69

Potássio 99, 101, 102, 104, 107

Potencial 1, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 15, 20, 22, 31, 49, 50, 53, 75, 85, 94, 95, 99, 100, 110, 115, 116, 118, 122, 123, 124, 125, 128, 133, 139, 140, 155, 163, 190, 200, 205, 207

Processamento mínimo 62, 64, 65, 67, 68, 69, 70

Produção 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 21, 22, 26, 27, 29, 31, 41, 42, 43, 62, 63, 64, 67, 70, 82, 83, 84, 85, 88, 90, 91, 93, 95, 96, 97, 100, 101, 102, 104, 106, 107, 109, 110, 116, 118, 119, 120, 123, 124, 135, 136, 141, 142, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156, 159, 160, 161, 162, 163, 166, 175, 177, 182, 187, 189, 191, 192, 194, 195, 196, 200, 211

Produção de palha 148, 149, 163

Produtividade 15, 42, 53, 72, 73, 81, 82, 83, 84, 87, 88, 89, 90, 97, 98, 100, 101, 104, 106, 123, 130, 134, 137, 141, 142, 145, 149, 150, 153, 155, 156, 157, 160, 161, 162, 163, 166, 176, 182, 187, 188, 192, 203

Q

Qualidade fisiológica 122, 124, 125, 126, 128, 129, 131, 199, 200, 201, 205, 207, 208, 209, 210

R

Rapidez de deslocamento 175

Recursos genéticos 33, 34, 44, 48, 49, 50, 51, 53, 58, 209

Reprodução 22, 26, 28, 146, 189, 190, 191, 196

Resíduos 1, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 18, 108, 109, 110, 117, 154, 211

Rotação de cultura 149

S

Semeadora para plantio direto 149

Semeadura simultânea 149

Semente 19, 31, 36, 83, 91, 110, 124, 128, 130, 131, 132, 156, 157, 178, 179, 181, 183, 185, 200, 202, 203, 204, 206, 207

Sequenciamento genômico 48, 57

Soja 16, 17, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 91, 94, 97, 98, 106, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 117, 119, 122, 123, 124, 125, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 160, 162, 187, 188, 209

Subproduto 2, 4, 7, 10, 11, 110, 114, 116

T

Tecido vegetal 99, 105

Tensiometria 72

Teste de envelhecimento 122, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132

Tilápia 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

U

Umidade do solo 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 176

Unidade didática 189, 191

V

Vigor 50, 51, 94, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 144, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210

Z

Zea mays 132, 160, 162, 163, 199, 200, 205, 208, 209

AS VICISSITUDES DA PESQUISA E DA TEORIA NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

