



Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Larissa Macelle de Paulo Barbosa
Misael Batista Farias Araujo
(Organizadores)

Resultados Econômicos e de Sustentabilidade nos Sistemas nas Ciências Agrárias

2

Atena
Editora

Ano 2020



Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Larissa Macelle de Paulo Barbosa
Misael Batista Farias Araujo
(Organizadores)

Resultados Econômicos e de Sustentabilidade nos Sistemas nas Ciências Agrárias

2

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 Cremo

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.

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

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

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
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^a Dr^a Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a 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 Alfnas

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. 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. 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 Albornoz – 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. Liliãni 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

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Larissa Macelle de Paulo Barbosa
Misael Batista Farias Araujo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

R436 Resultados econômicos e de sustentabilidade nos sistemas nas ciências agrárias 2 / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Larissa Macelle de Paulo Barbosa, Misael Batista Farias Araujo. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-675-1

DOI 10.22533/at.ed.751201112

1. Ciências Agrárias. 2. Sustentabilidade. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Barbosa, Larissa Macelle de Paulo (Organizadora). III. Araujo, Misael Batista Farias (Organizador). IV. Título.

CDD 630

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

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos.

APRESENTAÇÃO

Com o passar dos anos, a busca e a necessidade por recursos naturais se tornaram frequentes na vida do homem, surgindo como estratégia para o suprimento e melhoria de vida. Neste cenário, o equilíbrio entre as atividades agrícolas e o meio ambiente é um dos fatores imprescindíveis para conservação da natureza, o dinamismo na cadeia produtiva e consequentemente o desenvolvimento econômico.

Nesta perspectiva, prezados leitores, estes seguintes livros, constituem uma série de estudos experimentais e balanços bibliográficos direcionados ao setor agrário, apresentando técnicas para uso e manejo do solo, da água e de plantas, no que compete a adubação, fitossanidade, melhoramento genético, segurança de alimentos, beneficiamento de produtos agroindustriais, de forma estritamente relacionada com a sustentabilidade, visando atenuar os impactos no meio ambiente.

Finalmente, espera-se que o conteúdo desta obra seja um subsídio para a pesquisa acadêmica, respostas para o pequeno e grande produtor, sugestões tecnológicas e inovadoras para as empresas e indústrias, somando para o progresso do país.

Uma ótima leitura!

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Larissa Macelle de Paulo Barbosa

Misael Batista Farias Araujo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

EFEITO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA ATIVIDADE ENZIMÁTICA EM SOLOS CULTIVADOS COM PALMA FORRAGEIRA

Vilma Maria do Santos
Nilza da Silva Carvalho
Sandra Mara Barbosa Rocha
Joana Suassuna da Nóbrega Veras
Indra Elena Costa Escobar

DOI 10.22533/at.ed.751201121

CAPÍTULO 2..... 8

COBERTURA DO SOLO E OCORRÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS, APÓS A SEMEADURA DO MILHO, EM RAZÃO DE SISTEMAS E ÉPOCAS DE MANEJO DO NABO FORRAGEIRO

Gabriela Benini
Antônio Augusto Pinto Rossatto
Leonardo Seibel Sander
João Paulo Hubner
Heloísa Schmitz
William Nathaniel Battú do Amaral
Daniela Batista dos Santos
Juliano Dalcin Martins

DOI 10.22533/at.ed.751201122

CAPÍTULO 3..... 14

RECUPERAÇÃO DOS SOLOS E IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO OLERÍCOLA ATRAVÉS DA COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS EM ROTEIRO – AL

Alexandre Alves da Silva
Mariza Fordellone Rosa Cruz
Gabriele Tamires de Andrade Peres Ramos
Amabily Furquim da Silva
Matheus Eduardo Leme
Gabriella Carolina da Silva
Igor Birelo Sanches
Octávio Bueno de Godoy Neto
Melissa Monteiro Paiva
Jaqueline Rodrigues
Thais Aparecida Wenceslau

DOI 10.22533/at.ed.751201123

CAPÍTULO 4..... 23

POTENCIAL DE *CARRYOVER* DE HERBICIDAS RESIDUAIS INIBIDORES DA ENZIMA ACETOLACTATO-SINTASE (ALS)

Vicente Bezerra Pontes Junior
Kassio Ferreira Mendes
Antônio Alberto da Silva

Maura Gabriela da Silva Brochado
Paulo Sérgio Ribeiro de Souza
Dilma Francisca de Paula
Miriam Hiroko Inoue

DOI 10.22533/at.ed.7512011124

CAPÍTULO 5..... 43

PEDOMETRIA E MAPEAMENTO DIGITAL: CONTRIBUIÇÕES NA CLASSIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE SOLOS

Waldir de Carvalho Junior
Helena Saraiva Koenow Pinheiro
Theresa Rocco Pereira Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.7512011125

CAPÍTULO 6..... 61

MIX EM PLANTAS DE COBERTURA/VERÃO: “TECNOLOGIA VERDE” MONITORADA COM FERRAMENTAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO

Anderson Michel Wermuth
Cristiano Reschke Lajús
André Sordi
Alceu Cericato
Francieli Dalcanton
Gean Lopes da Luz
Rodrigo Barichello

DOI 10.22533/at.ed.7512011126

CAPÍTULO 7..... 72

SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE VARIEDADES TRADICIONAIS DE FEIJÃO-CAUPI DO ACRE

Joões Alves da Silva Pereira
Caroline Nascimento dos Santos
Vanderley Borges dos Santos
Mateus Martins da Silva
Francisca Silvana Silva do Nascimento
Eldevan Alves da Silva

DOI 10.22533/at.ed.7512011127

CAPÍTULO 8..... 78

NÃO PREFERÊNCIA PARA OVIPOSIÇÃO DE MOSCAS BRANCAS COM CHANCE DE ESCOLHA EM CULTURA DE FEIJÃO COLORIDO

Ana Beatriz Cerqueira Camargo
Jose Celso Martins

DOI 10.22533/at.ed.7512011128

CAPÍTULO 9..... 87

EFEITOS DE DIFERENTES POPULAÇÕES DE PLANTAS DE FEIJÃO NAS CARACTERÍSTICAS DAS ESPIGAS DE MILHO CULTIVADO EM CONSORCIAÇÃO

Douglas Graciel dos Santos

Kaliu Batista Gonçalves Santos
Iran Dias Borges
Ricardo Ribeiro da Silva Almeida
Samuel Henrique Pereira Costa
José Francisco Braga Neto
Tháís Fernanda Silva

DOI 10.22533/at.ed.7512011129

CAPÍTULO 10..... 93

ESTRATÉGIAS DE VALORIZAÇÃO DO MILHO CRIOULO NA AGRICULTURA FAMILIAR DE SERGIPE, BR: ANÁLISE DAS CONTAMINAÇÕES POR TRANSGENIA

Eliane Dalmora
Irinéia Rosa Nascimento
Kauane Santos Batista
Phillipe Rolemberg Caetano

DOI 10.22533/at.ed.75120111210

CAPÍTULO 11..... 105

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE SEMENTES DE MILHO

Luiz Fernando Gibbert
Bruna Francielly Gama
Ana Paula Rodrigues da Silva
Adriana Matheus da Costa Sorato
Marco Antonio Camillo de Carvalho
Fernando Elias Roveda
Cesar Henrique Ruiz da Silva
Lavínia Ferreira Batista
Felipe de Souza Freitas
Patrícia Cristiane Gibbert

DOI 10.22533/at.ed.75120111211

CAPÍTULO 12..... 111

INFLUÊNCIA DO SISTEMA E ÉPOCA DE MANEJO DO NABO FORRAGEIRO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL E RENDIMENTO DO MILHO

Gabriela Benini
Antônio Augusto Pinto Rossatto
Leonardo Seibel Sander
João Paulo Hubner
Heloísa Schmitz
William Nathaniel Battú do Amaral
Daniela Batista dos Santos
Juliano Dalcin Martins

DOI 10.22533/at.ed.75120111212

CAPÍTULO 13..... 117

PRODUTIVIDADE DE MILHO SAFRINHA CONSORCIADO COM *Urochloa ruziziensis* EM DIFERENTES MODALIDADES DE SEMEADURA

Luiz Fernando Gibbert
Bruna Francielly Gama
Itamar de Souza Sauer
Sheila Caioni
Cesar Henrique Ruiz da Silva
Donizete Vinicius Vaz da Silva
Tiago de Lisboa Parente
Ellen Clarissa Pereira da Cunha
Samiele Camargo de Oliveira Domingues
Patrícia Cristiane Gibbert

DOI 10.22533/at.ed.75120111213

CAPÍTULO 14..... 123

PREDIÇÃO DE GANHO GENÉTICO EM GENÓTIPOS DE SOJA POR MEIO DE ÍNDICES DE SELEÇÃO

Ana Paula Lira Costa
Dardânia Soares Cristeli
Alyce Carla Rodrigues Moitinho
Thayná Pereira Garcia
Alice Pereira da Silva
Lígia de Oliveira Amaral
Ivana Marino Bárbaro-Torneli
Sandra Helena Unêda-Trevisoli

DOI 10.22533/at.ed.75120111214

CAPÍTULO 15..... 129

COMPORTAMENTO DE NOVAS CULTIVARES DE CAFÉ ARÁBICA NA REGIÃO DO CERRADO MINEIRO

Antônio Sérgio de Souza
André Mundstock Xavier de Carvalho
Fabrícia Queiroz Mendes

DOI 10.22533/at.ed.75120111215

CAPÍTULO 16..... 135

EFEITO DE FERTILIZANTES FOLIARES EM VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR

Bruno Nicchio
Camila Lariane Amaro
Gustavo Alves Santos
Marlon Anderson Marcondes Vieira
Bruno Barbosa Guimarães
Hamilton Seron Pereira
Gaspar Henrique Korndörfer

DOI 10.22533/at.ed.75120111216

CAPÍTULO 17	147
SISTEMA AGROFLORESTAL COM ESPÉCIES NATIVAS DE VALOR MADEIREIRO, COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA O USO DA TERRA NA CHAPADA DIAMANTINA	
Diego Machado Carrion Serrano	
DOI 10.22533/at.ed.75120111217	
SOBRE OS ORGANIZADORES	152
ÍNDICE REMISSIVO	153

CAPÍTULO 1

EFEITO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA ATIVIDADE ENZIMÁTICA EM SOLOS CULTIVADOS COM PALMA FORRAGEIRA

Data de aceite: 01/12/2020

Vilma Maria do Santos

Universidade Federal de Campina Grande,
Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal
Patos – PB
<http://lattes.cnpq.br/4510010873770375>

Nilza da Silva Carvalho

Universidade Federal do Piauí, UFPI
Teresina – Piauí
<http://lattes.cnpq.br/9337053667409444>

Sandra Mara Barbosa Rocha

Universidade Federal do Piauí, UFPI
Teresina – Piauí
<http://lattes.cnpq.br/7302101632537644>

Joana Suassuna da Nóbrega Veras

Universidade Federal de Pernambuco, Centro
de Biociências, Departamento de Micologia.
Recife – PE
<http://lattes.cnpq.br/8585201396062340>

Indra Elena Costa Escobar

Universidade Federal de Pernambuco, Centro
de Biociências, Departamento de Micologia.
Recife – PE
<http://lattes.cnpq.br/2338653158582153>

RESUMO: A atividade enzimática tem sido reportada como indicador sensível da qualidade do solo e da disponibilidade de nutrientes decorrentes das práticas de manejo. Neste estudo, avaliou-se o efeito da aplicação de diferentes doses de nitrogênio na atividade

enzimática em solos cultivados com palma forrageira. Amostras de solo foram coletadas em plantio de palma sob aplicação de diferentes doses de N: 0, 100, 200, 300, 400 e 500 Kg ha⁻¹. Em cada tratamento foram coletadas quatro amostras na profundidade de 0-20 cm. Avaliaram-se a partir dessas amostras: atividade da β-glicosidase, fosfatase alcalina e hidrólise do diacetato de fluoresceína (FDA). Maiores valores da atividade da β-glicosidase e da fosfatase alcalina foram observados no solo com aplicação de 500 kg ha⁻¹ de N. Por outro lado, observou-se que maior atividade de hidrólise do FDA ocorreu com a aplicação das doses de 200 a 400 kg ha⁻¹ de N. A aplicação de nitrogênio promove mudanças na atividade enzimática do solo. A aplicação de 500 kg ha⁻¹ de N estimula a atividade da β-glicosidase e fosfatase alcalina, no entanto, a atividade de hidrólise do FDA foi incrementada pela aplicação de doses menores de N.

PALAVRAS-CHAVE: Enzimas, microrganismos, fertilizante mineral

EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION ON ENZYMATIC ACTIVITY IN CULTIVATED SOILS WITH FORAGE PALM

ABSTRACT: Enzymatic activity has been reported as sensitive indicator of soil quality and nutrient availability resulting from management practices. The objective of this study was to evaluate the effect of application different doses of nitrogen (N) on the enzymatic activity in soils cultivated with forage palm. Soil samples were collected from palm plantations under different

doses of N: 0, 100, 200, 300, 400 e 500 Kg ha⁻¹. In each treatment, four samples were collected at a depth of 0-20 cm. Were evaluated from these samples: β -glycosidase activity, alkaline phosphatase and fluorescein diacetate hydrolysis (FDA). Higher values of β -glucosidase and alkaline phosphatase activity were observed in the soil with application of 500 Kg ha⁻¹. On the other hand, it was observed that greater hydrolysis activity of the FDA occurred with the application of doses 200-400 Kg ha⁻¹. The application of nitrogen promotes changes in the enzymatic activity of the soil. The application of 500 kg ha⁻¹ of N stimulates the activity of β -glycosidase and alkaline phosphatase, however, the hydrolysis activity of the FDA was increased by the application of lower doses of N.

KEYWORDS: Enzymes, microorganisms, mineral fertilizer

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se na produção mundial de palma, com cerca de 600 mil hectares cultivados com predomínio de *Opuntia ficus-indica* Mill com as cultivares gigante e redonda e a *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck com a cultivar miúda ou doce (LOPES et al, 2012). A adaptação da palma forrageira as condições edafoclimáticas e a boa produtividade durante os períodos de estiagem são características que permitiram a incorporação dessa cultura no processo produtivo da região Nordeste (SILVA et al., 2014). No entanto, a produtividade ainda é baixa devido ao manejo inadequado, principalmente em relação a adubação e a frequência e intensidade de corte (ROCHA et al., 2012).

Diversos trabalhos evidenciaram que a palma responde positivamente a aplicação de fertilizantes minerais, apresentando melhoria no desenvolvimento e aumento no número de cladódios (CUNHA et al., 2012; ZEGBE et al., 2014). Nesse sentido, a fertilização nitrogenada pode contribuir para maior produtividade, uma vez que promove a redução da razão C/N no solo favorecendo a mineralização da matéria orgânica e conseqüentemente a liberação de nutrientes para as plantas. Entretanto, a aplicação de fertilizantes pode alterar as propriedades microbiológicas do solo, promovendo mudanças na biomassa microbiana e na atividade enzimática do solo (WIDDIG et al., 2019).

As enzimas extracelulares são frequentemente interpretadas como indicadoras da demanda de nutrientes pelos microrganismo do solo, uma vez que regulam a aquisição de nutrientes da matéria orgânica (STOCK et al., 2019). A atividade enzimática também fornece informações sobre as condições físico-químicas do solo, sendo considerada indicador sensível da qualidade do solo (BURNS et al., 2013). A influência da fertilização nitrogenada na atividade enzimática em solos do semiárido tem sido pouca explorada e ainda há muitas questões em aberto associadas aos possíveis efeitos sobre a microbiota do solo.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de N na atividade enzimática em solos cultivados com palma forrageira.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina - PI (05° 05' S, 42° 48' W, 76 m de altitude). O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Aw", caracterizando-se como tropical subúmido quente. A temperatura média anual é 27,6 ° e a precipitação média anual é da ordem de 1300 mm (ANDRADE JÚNIOR et al., 2004).

O experimento constituiu-se de um ensaio com palma forrageira variedade Miúda e seis tratamentos com adição de N (sulfato de amônia): 0, 100, 200 300, 400, 500 Kg ha⁻¹. O experimento foi montado em blocos casualizados com seis tratamentos (doses de nitrogênio) e quatro repetições. Em cada tratamento foram coletadas quatro amostras compostas na profundidade de 0-20 cm. Após a coleta, as amostras foram passadas em peneira de 2 mm, colocadas em saco plástico e acondicionadas em geladeira (4° C) para a determinação da atividade enzimática.

2.1 Avaliações

As atividades da fosfatase alcalina (TABATABAI; BREMMER, 1970) e a β -glicosidase (EIVAZI; TABATABAI, 1988) foram determinadas pela quantificação colorimétrica do p-nitrofenol resultante da ação das enzimas com os substratos específicos (p-nitrofenilfosfato, p-nitrofenil- β -D-glicosídeo, p-nitrofenilsulfato). A atividade das enzimas foi avaliada a 37°C por 1h. A hidrólise do diacetato de fluoresceína (FDA) foi determinada pelo método proposto por Swisher e Carrol (1980). Essa análise avalia a atividade de lipases, esterases e proteases capazes de hidrolisar compostos fluorescentes liberando fluoresceína.

2.2 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o programa Assistat 7.7 (2014). Diferenças estatísticas entre as médias foram acessadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de nitrogênio influenciou a atividade enzimática do solo cultivado com palma em condições semiáridas. A atividade da β -glicosidase foi significativamente maior no solo com aplicação de 500 kg ha⁻¹ de N (Figura 1) em comparação aos demais tratamentos.

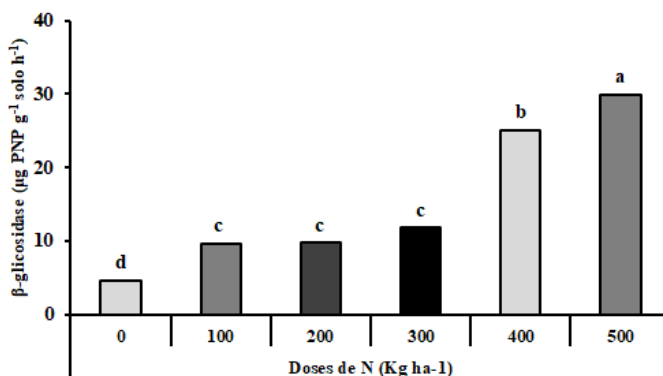


Figura 1 - Atividade da β-glicosidase em solos cultivados com palma forrageira sob diferentes doses de N. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 5%, pelo teste de Duncan.

Esse resultado sugere que a entrada de N no solo favorece a atividade da β-glicosidase, a qual libera açúcar de baixo peso molecular que será utilizado como fonte de energia por outros organismos (GIANFREDA, 2015). A β-glicosidase é uma das principais glicosidases do solo e sua ação é fundamental na ciclagem de carbono no solo, especialmente na decomposição de componentes celulósicos das plantas. A mensuração da atividade da β-glicosidase tem sido utilizada para avaliar a qualidade do solo sob diferentes práticas de uso e manejo do solo (DONI et al., 2012). Singh et al. (2015) relataram correlação positiva significativa entre a atividade da β-glicosidase e o carbono orgânico total em solo submetido a fertilização nitrogenada.

Em relação a atividade da fosfatase alcalina, maiores valores também foram encontrados no solo tratado com 500 kg ha⁻¹ de N (Figura 2).

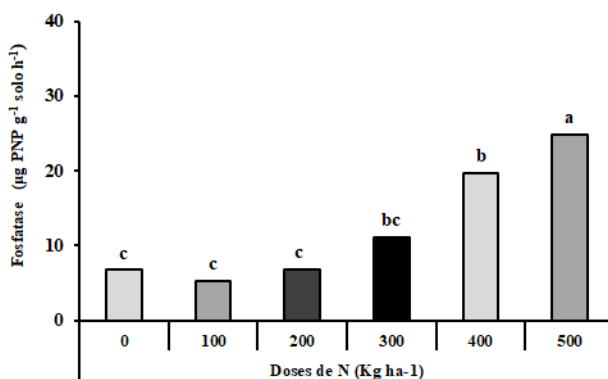


Figura 2 – Atividade da fosfatase alcalina em solos cultivados com palma forrageira, sob diferentes doses de N. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 5%, pelo teste de Duncan

O aumento na atividade da fosfatase alcalina demonstra que a atividade dessa enzima é estimulada pelo fornecimento adequado de N, uma vez que o balanço estequiométrico tem forte influência nos processos biológicos no solo (LUO et al., 2020). A aplicação de N mineral pode estimular a atividade enzimática e a aumentar a disponibilidade de nutrientes contribuindo para o crescimento e rendimento das plantas (SONG et al., 2020). Além disso, a fertilização nitrogenada pode promover mudanças na composição da comunidade microbiana, o que pode influenciar a atividade enzimática no solo (ZHONG et al., 2010; AI et al., 2012; ZHANG et al., 2017). Devido à importância do C e P para nutrição das plantas e para o metabolismo microbiano, as enzimas envolvidas na assimilação desses elementos têm sido amplamente estudadas (BURNS et al. 2013; STOCK et al., 2019). No entanto, há poucos trabalhos que avaliam a atividade dessas enzimas em solos cultivados com palma.

A atividade enzimática geral do solo, avaliada pela hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA), aumentou significativamente com aplicação das doses 200, 300 e 400 Kg ha⁻¹. Por outro lado, a adição de 500 kg ha⁻¹ de N não elevou a atividade de hidrólise do FDA (Figura 3), sugerindo que as proteases, lipases e esterases que hidrolisam esse substrato tendem a reduzir a atividade quando há elevada disponibilidade de N no solo. Silva e Melo (2004) observaram que enzimas que participam da mineralização do N, como por exemplo a protease, são inibidas pela alta disponibilidade de N solo.

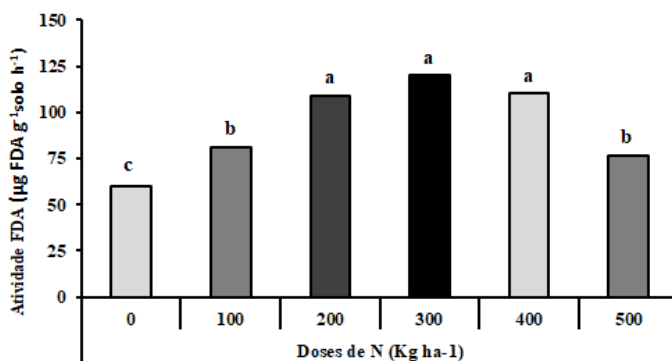


Figura 3 – Hidrólise do diacetato de fluoresceína (FDA) em solos cultivados com palma forrageira, sob diferentes doses de N. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 5%, pelo teste de Duncan.

4 | CONCLUSÕES

A fertilização nitrogenada influencia a atividade enzimática do solo. A aplicação de 500 kg ha⁻¹ de N estimula a atividade da β-glicosidase e fosfatase alcalina, no entanto, a atividade de hidrólise do FDA foi incrementada pela aplicação de doses menores de N.

REFERÊNCIAS

- AI, C.; LIANG G.; SUN J.; WANG, X.; ZHOU W. **Responses of extracellular enzyme activities and microbial community in both the rhizosphere and bulk soil to long-term fertilization practices in a fluvo-aquic soil.** *Geoderma*, 330–338, 2012.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; BASTOS, E. A.; BARROS, A. H. C.; SILVA, C. O. da; GOMES, A. A. N. **Classificação climática do Estado do Piauí.** Teresina: **Embrapa Meio-Norte**, 2004. 86 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 86).
- BURNS, R. G.; DE FOREST, J. L.; MARXSEN, J.; SINSABAUGH, R. L.; STROMBERGER, M. E.; WALLENSTEIN, M. D.; WEINTRAUB, M. N.; ZOPPINI, A. **Soil enzymes in a changing environment: current knowledge and future directions.** *Soil Biology and Biochemistry*, v. 58, p. 216-234, 2013.
- CUNHA, D.N.F.V.; GOMES, E. S.; MARTUSCELLO, J. A.; AMORIM, P.L.; SILVA, R. C. ; FERREIRA, P. S. **Morfometria e acúmulo de biomassa em palma forrageira sob doses de nitrogênio.** *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, 13: 1156-1165, 2012.
- DONI, S.; MACCI, C.; CHEN, H.; MASCIANDARO, G.; CECCANTI, B. **Isoelectric focusing of glucosidase humic-bound activity in semi-arid Mediterranean soils under management practices.** *Biology and Fertility of Soils*, 48:183-190, 2012.
- EIVAZI, F.; TABATABAI, M. A. **Glucosidases and galactosidases in soils.** *Soil Biology & Biochemistry*, 601- 606, 1988.
- GIANFREDA, L. (2015). **Enzymes of importance to rhizosphere processes.** *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 15(2), 283-306, 2015.
- LOPES, E. B.; SANTOS, D. C.; VASCONCELOS, M. F. **Cultivo da Palma forrageira.** In: LOPES, E.D. (Org.) *Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido nordestino*, João Pessoa: EMEPA, p.21-60. 2012.
- LUO, S.; GAO, Q.; WANG, S.; TIAN, L.; ZHOU, Q.; LI, X.; TIAN, C. **Long-term fertilization and residue return affect soil stoichiometry characteristics and labile soil organic matter fractions.** *Pedosphere*, 30: 703–713, 2020.
- ROCHA, J. E. S. **Palma forrageira no Nordeste do Brasil o estado da arte.** Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2012.
- SILVA, E.T.; MELO, W. J. **Atividade de proteases e disponibilidade de Nitrogênio para laranja cultivada em Latossolo Vermelho Distrófico.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 833-841, 2004.
- SILVA, F. de A.S. e. **ASSISTAT versão 7.7 beta.** Grande-PB: Assistência Estatística, Departamento de Engenharia Agrícola do CTRN - Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Campina. Disponível em: <<http://www.assistat.com>>.
- SILVA, T. G. F. et al. **Indicadores de eficiência do uso da água e de nutrientes de clones de palma forrageira em condições de sequeiro no Semiárido brasileiro.** *Bragantia*, 73: 184-191, 2014.

SINGH, S.R.; KUNDU, D.K.; TRIPATHI, M.K.; DEY, P.; SAHA, A.R.; KUMAR, M.; SINGH, I. MAHAPATRA, B.S. **Impact of balanced fertilization on nutrient acquisition, fibre yield of jute and soil quality in New Gangetic alluvial soils of India.** Applied Soil Ecology, 92: 24–34, 2015.

SONG, X.; RAZAVI, B.S.; LUDWIG, B.; ZAMANIAN, K.; ZANG, Y. H.; KUZYAKOV, M.; DIPPOLD, A.; GUNINA A. **Combined biochar and nitrogen application stimulates enzyme activity and root plasticity.** Environmental Science, 7, p. 185. 2020.

STOCK, S.C.; KÖSTER, M.; DIPPOLD, M.A.; NÁJERA, F.; MATUS, F.; MERINO, C.; BOY, J.; SPIELVOGEL, S.; GORBUSHINA, A.; KUZYAKOV, Y. **Environmental drivers and stoichiometric constraints on enzyme activities in soils from rhizosphere to continental scale.** Geoderma 37, 973–982. 2019.

SWISHER, R.; CARROLL, G. C. **Fluorescein diacetate hydrolysis as an estimator of microbial biomass on coniferous needle surfaces.** Microbial Ecology, 6:217–226p. 1980.

TABATABAI, M. A.; BREMNER, J. M. **Arylsulphatase activity in soils.** Soil Science Society of America Proceedings, Madison, 225-229, 1970.

WIDDIG, M.; SCHLEUSS, PER-M.; WEIG, A.R; GUHR, A.; BIEDERMAN, L.A.; BORER, E.T.; CRAWLEY, M.J.; KIRKMAN, K.P.; SEABLOON, E.W.; WRAGG, P.D. SPOHN, M. **Nitrogen and phosphorus additions alter the abundance of phosphorus-solubilizing bacteria and phosphatase activity in grassland soils.** Frontiers in Environmental Science, 7 (2019), p. 185

ZANG, H.; BLAGODATSKAYA, E.; WANG, J.; XU, X.; KUZYAKOV, Y. **Nitrogen fertilization increases rhizodeposit incorporation into microbial biomass and reduces soil organic matter losses.** Biol. Biology and Fertility of Soils 53: 419–429, 2017.

ZEGBE, J. A.; PÉREZ, A. S.; COVARRUBIAS, J. M. **Mineral nutrition enhances yield and affects fruit quality of ‘Cristalina’ cactus pear.** Scientia Horticulturae, 167: 63-70, 2014.

ZHONG, W.; GU, T.; WANG, W.; ZHANG, B.; LIN, X.; HUANG, Q.; SHEN, W. **The effects of mineral fertilizer and organic manure on soil microbial community and diversity.** Plant Soil, 326, 511–522, 2010.

CAPÍTULO 2

COBERTURA DO SOLO E OCORRÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS, APÓS A SEMEADURA DO MILHO, EM RAZÃO DE SISTEMAS E ÉPOCAS DE MANEJO DO NABO FORRAGEIRO

Data de aceite: 01/12/2020

Data de submissão: 25/09/2020

Gabriela Benini

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá
Ibirubá – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/9559224536803315>

Antônio Augusto Pinto Rossatto

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá
Ibirubá – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/7651086091209635>

Leonardo Seibel Sander

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá
Ibirubá – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/7946851322405163>

João Paulo Hubner

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá
Ibirubá – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/1302582373157335>

Heloísa Schmitz

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá
Ibirubá – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/1371552410921564>

William Nathaniel Battú do Amaral

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá
Ibirubá – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/9404196900932970>

Daniela Batista dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá
Ibirubá – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/8733756332847987>

Juliano Dalcin Martins

Universidade Federal de Santa Maria – Campus Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/5624403392916420>

RESUMO: O milho é altamente exigente em nutrientes, principalmente, com relação ao nitrogênio. Assim, a adubação verde surge como ferramenta para suprir à quantidade de N requerida. O objetivo do presente trabalho é avaliar se os diferentes sistemas e épocas de manejo do nabo forrageiro influenciam na taxa de cobertura/exposição do solo e no número de plantas daninhas emergidas ao longo do ciclo da cultura do milho. O experimento foi conduzido na área agrícola do IFRS – *Campus* Ibirubá, no ano agrícola 2019/20, utilizando o delineamento de blocos casualizados em faixa, com 8 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos utilizados foram testemunha (mantido em pousio desde 09 de julho de 2019), RF-30DAS (manejo mecânico

das plantas de nabo simulando equipamento rolo faca 30 dias antes da semeadura de milho), H-30DAS (manejo químico das plantas de nabo 30 dias antes da semeadura de milho), RF-15DAS (manejo mecânico das plantas de nabo simulando equipamento rolo faca 15 dias antes da semeadura de milho), H-15DAS (manejo químico das plantas de nabo 15 dias antes da semeadura de milho), S-00DAS (manejo mecânico das plantas de nabo com semeadora direta no dia da semeadura de milho), T-00DAS (manejo mecânico das plantas de nabo com equipamento triturador no dia da semeadura de milho) e RF-00DAS (manejo mecânico das plantas de nabo simulando equipamento rolo faca, no dia da semeadura de milho). Os parâmetros avaliados foram taxa de cobertura após o manejo do nabo, anteriormente e posteriormente a semeadura do milho, exposição do solo após semeadura do milho e infestação de plantas daninhas. Maiores taxas de cobertura do solo e menor número de plantas daninhas aos 28 DAE do milho são obtidas quando o manejo é realizado próximo à semeadura do milho e o manejo do nabo com RF-30DAS não se mostra eficiente quanto ao controle de plantas daninhas.

PALAVRAS-CHAVE: Nabo forrageiro, taxa de cobertura do solo, taxa de exposição do solo, plantas daninhas, milho.

SOIL COVER AND WEED OCCURRENCE AFTER SOWING CORN, DUE TO FORAGE TURNIP MANAGEMENT SYSTEMS AND TIMES

ABSTRACT: Corn is highly demanding in nutrients, mainly in relation to nitrogen. Thus, green manure appears as a tool to supply the amount of N required. This work objectives to evaluate whether at different systems and times of forage turnip management influence at the soil rate of coverage/exposure and at the weeds emergence during the corn crop cycle. The experiment was conducted in the agricultural area of the IFRS - Campus Ibirubá, in the 2019/20 agricultural year, using a randomized block design with 8 treatments and 3 repetitions. It was used eight treatments: test treatment (kept fallow since July 9, 2019; RF-30DAS (turnip plants mechanical management with simulating knife roller equipment 30 days before corn sowing), H-30DAS (turnip plants chemical management 30 days before corn sowing), RF-15DAS (turnip plants mechanical management with simulating knife roller equipment 15 days before corn sowing), H-15DAS (turnip plants chemical management of 15 days before corn sowing), S-00DAS (turnip plants mechanical management with direct seeder on the day of corn sowing), T-00DAS (turnip plants mechanical management with shredder equipment on the day of corn sowing) and RF-00DAS (turnip plants mechanical management with simulating knife roller equipment, on the day of corn sowing). The soil coverage rate after the turnip management, before and after sowing the corn, soil exposure after sowing the corn and weed infestation were evaluated. Higher soil cover rates and fewer weeds were obtained at 28 DAE of corn when it's management carried out close corn sowing and the turnip management with RF-30DAS is not efficient in terms of weed control.

KEYWORDS: Forage turnip, soil cover rate, soil exposure rate, weeds, corn.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo dados da Conab (2020), a primeira safra de milho (*Zea mays*) na safra

2019/20 teve uma área semeada, de 4,23 milhões de hectares, e produção estimada em 25,6 milhões de toneladas. Na segunda safra da cultura são produzidas 100,1 milhões de toneladas, cujo principal destino é produção de etanol e a alimentação animal. Buscando fomentar o cultivo de milho no RS, aumentar sua produtividade e promover rotação de culturas tem-se como ferramenta a adubação verde com o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), que devido à característica bioquímica de baixa relação C/N de seus resíduos, a taxa de mineralização é alta. Contudo, os diferentes sistemas de manejo do nabo que antecedem à cultura subsequente, nesse caso o milho, podem alterar a disponibilidade de nitrogênio, o percentual de cobertura do solo e, conseqüentemente, a quantidade de plantas daninhas emergidas ao longo da cultura (Salton et al., 1995; Rizzardi et al., 2006).

Sendo assim, o presente trabalho objetiva avaliar a influência de diferentes sistemas e épocas de manejo do nabo forrageiro na taxa de cobertura/exposição do solo e no número de plantas daninhas emergidas ao longo da cultura do milho.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido sob sistema plantio direto no ano agrícola 2019/2020 na área agrícola do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – *Campus* Ibirubá, a uma latitude de 28°39'2.72"S e longitude de 53°6'26.70"O. Segundo Köppen e Geiger a classificação do clima é Cfa (subtropical úmido), com solo Latossolo Vermelho Distroférrico típico predominante (Embrapa 2018). O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados em faixa, com 8 tratamentos e 3 repetições. Cada parcela experimental possuía as dimensões de 10 metros de comprimento x 3,5 metros de largura.

A semeadura do nabo forrageiro foi realizada no dia 07 de junho de 2019, com cerca de 22 kg de sementes.ha⁻¹, sob restos culturais de aveia. Cerca de 80 a 120 dias após a semeadura do nabo forrageiro, foram realizados os manejos referentes a cada tratamento (sistemas e épocas), levando em consideração a data de semeadura do milho, ocorrida em 16 de setembro de 2019. Os manejos, que totalizam 8 tratamentos, foram: 1) T = Testemunha (ausência de plantas de nabo, ou seja, mantido em pousio desde 09 de junho de 2019, após dessecação); 2) RF-30DAS = Manejo mecânico das plantas de nabo simulando equipamento rolo faca 30 dias antes da semeadura de milho; 3) H-30DAS = Manejo químico das plantas de nabo 30 dias antes da semeadura de milho; 4) RF-15DAS = Manejo mecânico das plantas de nabo simulando equipamento rolo faca 15 dias antes da semeadura de milho; 5) H-15DAS = Manejo químico das plantas de nabo 15 dias antes da semeadura de milho; 6) S-00DAS = Manejo mecânico das plantas de nabo com semeadora direta no dia da semeadura de milho; 7) T-00DAS = Manejo mecânico das plantas de nabo com equipamento triturador no dia da semeadura de milho; e 8) RF-00DAS = Manejo mecânico das plantas de nabo simulando equipamento rolo faca, no dia da semeadura de

milho. Para o manejo químico das plantas de nabo utilizou-se mistura dos herbicidas 2,4-D ($2 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$) mais Glifosato ($3\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$). Na semeadura milho foi utilizado o híbrido Agrocere AG 9025, com espaçamento de 45 cm entre linhas, distribuídas 3,6 plantas/metro linear, numa velocidade de semeadura de 4 à 5 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$.

A taxa de cobertura do solo foi determinada em três momentos distintos: i) no dia do manejo do nabo forrageiro (após a realização do manejo); ii) no dia da semeadura do milho (antes da semeadura); e iii) imediatamente após a semeadura do milho, com uso de quadrado de madeira de 1,0 m de lado, com rede de barbantes espaçados a cada 0,10 m, em que a presença ou não de qualquer cobertura vegetal dentro dos espaços entre os barbantes foi empregada para determinar a cobertura do solo proporcionada (%). A taxa de exposição do solo seguiu a mesma metodologia citada acima, porém foi realizada apenas imediatamente após à semeadura do milho.

Realizou-se a contabilização das plantas daninhas na área de 1 m^2 de cada parcela aos 28 dias após a emergência da cultura do milho (DAE), ocorrido em 25 de outubro de 2019.

A análise estatística consistiu em submeter os dados à análise de variância ($p < 0,05$) e quando significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, considerando 5% de probabilidade de erro. As análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico Sisvar® 5.6 (FERREIRA, 2006).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, observa-se que maiores taxas de cobertura de solo após o manejo do nabo forrageiro, foram encontradas nos tratamentos RF-00DAS, T-00DAS, H-15DAS, RF-15DAS, pois, no momento da semeadura do milho a cultura do nabo já havia cessado seu crescimento recobrando totalmente a área com matéria verde. De igual forma, quando os manejos H-15DAS e RF-15DAS foram realizados, as plantas já haviam atingido 102 dias de desenvolvimento de seu ciclo, fazendo com que houvesse parcial/total recobrimento do solo. Os dados corroboram com Calegari (1990), onde constata que nabo forrageiro se caracteriza por possuir um rápido crescimento inicial promovendo a cobertura de 70% do solo aos 60 dias após a emergência.

Maiores taxas de cobertura anteriormente à semeadura do milho foram encontradas nos tratamentos RF-00DAS e T-00DAS, não diferindo de S-00DAS, H-15DAS e RF-30DAS (Tabela 1). Era de se esperar que os tratamentos de manejo imediatamente anterior à semeadura apresentassem maior cobertura, porém a elevada taxa de cobertura observada em RF-30DAS é explicada pela elevada incidência de plantas daninhas nesse tratamento, pois como o nabo forrageiro se apresentava em total decomposição, ocorreu o surgimento de papuã (*Brachiaria plantaginea*) e azevém (*Lolium multiflorum* L.), que contribuíram para um recobrimento do solo (Tabela 1). Estes dados corroboram com os encontrados por

Crusciol et al. (2005), onde revelou que a decomposição dos resíduos do nabo forrageiro aos 53 dias após a emergência da cultura do milho, restaram somente 27,5% da quantidade inicial de fitomassa, visto que a palhada de nabo apresenta baixa persistência em relação às gramíneas. Porém, todos os tratamentos citados acima, mantiveram a cobertura da superfície do solo superior a 80%, taxa de cobertura considerada como limite mínimo, para que as perdas por erosão sejam reduzidas a valores aceitáveis (SALTON, et al., 1995).

A maior taxa de cobertura após semeadura do milho foi constatada no tratamento S-00DAS sem diferir de RF-30DAS, pelas mesmas razões já apresentadas. A semeadura direta sobre os resíduos vegetais ainda verdes minimizou a mobilização do solo, restringindo-a apenas à linha de semeadura. Conforme pode ser observado na tabela 1, a pior média de taxa de exposição do solo, se constata na testemunha (T), não diferindo de RF-15DAS, H-30DAS e H-15DAS, nos quais pode-se justificar em razão do pousio (no primeiro caso) e do manejo em dias com grande antecedência à semeadura do milho, durante os quais o resíduo vegetal do nabo já havia iniciado sua decomposição e durante a semeadura do milho pode ter sido incorporado ao solo.

Tratamento	Taxa de cobertura após o manejo do nabo (%)	Taxa de cobertura antes da semeadura do milho (%)	Taxa de cobertura após semeadura do milho (%)	Taxa de exposição do solo após semeadura do milho (%)	Número de plantas daninhas/m ² aos 28 DAE
T	0,00 d	35,33 d	28,67 c	71,73 c	21,00 b
RF-30DAS	91,00 b	91,00 ab	87,67 a	12,33 a	60,67 a
H-30DAS	86,00 c	63,33 cd	53,33 bc	46,67 bc	10,00 b
RF-15DAS	98,00 a	68,67 bc	37,00 bc	63,00 bc	13,00 b
H-15DAS	100,00 a	85,00 abc	48,67 bc	26,00 bc	3,33 b
S-00DAS	93,00 b	93,00 ab	89,67 a	10,33 a	9,67 b
T-00DAS	98,00 a	98,00 a	60,67 b	39,33 b	5,33 b
RF-00DAS	100,00 a	100,00 a	61,67 b	38,33 b	12,00 b

Tabela 1. Taxa de cobertura/exposição do solo (%) após o manejo do nabo, anterior e imediatamente posterior à semeadura do milho, taxa de exposição do solo após a semeadura do milho e número de plantas daninhas/m² aos 28 dias após a emergência (DAE) das plântulas de milho. Ibirubá-RS, 2020.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade de erro, pelo teste de Tukey.

4 | CONCLUSÃO

Maiores taxas de cobertura do solo e menor número de plantas daninhas aos 28 DAE do milho são obtidas quando o manejo do nabo é realizado mais próximo à semeadura de milho.

O manejo mecânico das plantas de nabo simulando equipamento rolo faca 30 dias

antes da semeadura de milho (RF-30DAS) não se mostra eficiente, especialmente quanto ao controle de plantas daninhas.

REFERÊNCIAS

CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná**. Londrina: Iapar, 1990. 37p. (Boletim Técnico, 35).

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. 2020.

CRUSCIOL, C.A.C.; COTTICA, R.L.; LIMA, E.V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E. & MARCON, E. **Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto**. Pesq. Agropec. Bras., 40:161-168, 2005.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2018. 5ª ed.

FERREIRA, D.F. **SISVAR**. 2006. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/programas/sisvaremjava.html>>.

RIZZARDI, M.A. et al. **Controle de plantas daninhas em milho em função de quantidades de palha de nabo forrageiro**. Planta daninha vol.24 no.2 Viçosa Apr./June 2006. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582006000200008>.

SALTON, J.C. et al. **NABO FORRAGEIRO Sistemas de Manejo**. 1995. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/237485/1/DOC71995.pdf>>.

CAPÍTULO 3

RECUPERAÇÃO DOS SOLOS E IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO OLERÍCOLA ATRAVÉS DA COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS EM ROTEIRO – AL

Data de aceite: 01/12/2020

Data de submissão: 08/11/2020

Alexandre Alves da Silva

UENP - Universidade Estadual do Norte do
Paraná
Bandeirantes – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/4799280117350402>

Mariza Fordellone Rosa Cruz

UENP - Universidade Estadual do Norte do
Paraná
Bandeirantes – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/5308615937693528>

Gabriele Tamires de Andrade Peres Ramos

UENP - Universidade Estadual do Norte do
Paraná
Bandeirantes – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/4205059042050895>

Amabily Furquim da Silva

UENP – Universidade Estadual do Norte do
Paraná
Bandeirantes – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/5388198831697602>

Matheus Eduardo Leme

UENP - Universidade Estadual do Norte do
Paraná
Bandeirantes – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/3306736446780559>

Gabriella Carolina da Silva

UENP - Universidade Estadual do Norte do
Paraná
Bandeirantes – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/5888153604207452>

Igor Birelo Sanches

UENP - Universidade Estadual do Norte do
Paraná
Bandeirantes – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/8551362427283110>

Octávio Bueno de Godoy Neto

UENP - Universidade Estadual do Norte do
Paraná
Bandeirantes – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/8075065493831869>

Melissa Monteiro Paiva

UENP – Universidade Estadual do Norte do
Paraná
Bandeirantes – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/5496705593449516>

Jaqueline Rodrigues

UENP - Universidade Estadual do Norte do
Paraná
Bandeirantes – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/5408932314124871>

Thais Aparecida Wenceslau

UENP - Universidade Estadual do Norte do
Paraná
Bandeirantes – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/6443163475622917>

RESUMO: Há um aumento de consumo pela população devido ao desenvolvimento dos países, o que também causa um aumento nos resíduos, somado a isso há a falta de políticas para a gestão desse aumento e a ineficiência de aterros e lixeiras para comportar esse material, gerando um grande problema. O lixo orgânico no Brasil corresponde a 60% do total do lixo

urbano. Uma alternativa mundialmente conhecida para o descarte do lixo orgânico é a compostagem, que consiste na transformação da matéria orgânica em adubo orgânico pela ação de microrganismos, e após esse processo o material pode ser usado em plantações para melhorar a qualidade do solo, sendo muito benéfico ao meio ambiente. Há vários modos de se fazer compostagem, desde algo simples e manual até sistemas automatizados. O descarte desses materiais de modo menos agressivo contribui para a “sustentabilidade”, diminuindo o número de resíduos e fazendo com que retornem de uma maneira benéfica para o meio ambiente. O presente estudo objetivou a construção de uma composteira na cidade de Roteiro – AL no Centro de Referência e Assistência Social (CRAS), utilizou matérias descartadas da cozinha do local e esterco de ovino curtido trazido por moradores e participantes da oficina como material orgânico. Foi explicado nas oficinas teórico-práticas para aproximadamente 30 moradores locais os aspectos importantes do tema, seus benefícios, como ser feito de modo correto e também os processos químicos e físicos da compostagem. Cerca de 15 desses participantes foram responsáveis pela manutenção do projeto. O tema compostagem foi difundido no local, e com a construção da composteira há o benefício do adubo orgânico natural para melhoria da produção e do solo das plantações da comunidade.

PALAVRAS - CHAVE: sustentável, composto, adubo.

SOIL RECOVERY AND IMPLEMENTATION OF OLERICOLA PRODUCTION THROUGH THE COMPOSTING OF ORGANIC RESIDUES IN ROTEIRO - AL

ABSTRACT: There is an increase in consumption by the population because of the development of the countries, which also causes an increase in waste, added to which there is the lack of policies to manage this increase and the inefficiency of landfills and dumps to hold this material, generating a major problem. The organic garbage in Brazil corresponds to 60% of the total urban garbage. A worldwide known alternative for the disposal of organic waste is composting, which consists of the transformation of organic matter into organic compost by the action of microorganisms, and after this process the material can be used in plantations to improve soil quality, being very beneficial to the environment. There are several ways of composting, from something simple and manual to automated systems. The disposal of these materials in a less aggressive way contributes to “sustainability”, reducing the number of waste and making them return in a way beneficial to the environment. The present study aimed at the construction of a compost shop in the city of Roteiro - AL at the Centro de Referência e Assistência Social (CRAS), using discarded materials from the local kitchen and tanned sheep manure brought by residents and participants of the workshop as organic material. It was explained in the theory and practice workshops for approximately 30 local residents the important aspects of the theme, its benefits, how to be done correctly and also the chemical and physical processes of composting. About 15 of these participants were responsible for maintaining the project. The composting theme was spread on site, and with the construction of the compost plant there is the benefit of natural organic fertilizer to improve the production and soil of community plantations.

KEYWORDS: sustainable, compound, compost.

1 | INTRODUÇÃO

O aumento do consumo em consequência ao desenvolvimento dos países, o crescente aumento de resíduos e a falta de políticas para gestão destes, gerando assim um grande problema, uma vez que os métodos usuais empregados (lixeiros e aterros) não são eficazes para atenuar este problema, onde o tratamento destes resíduos é de grande importância, principalmente numa sociedade que tem como objetivo principal o desenvolvimento sustentável (AZEVEDO, 1997; GAJDOS, 1997; HERBETS et al., 2005; MARQUES E HOGLAND, 2002; NETO, 1996; SANTOS et al., 2001; SILVA et al., 2003).

Conforme Fiori et al., (2008), o aumento da produção de resíduos vem provocando impactos ambientais, porque a sua taxa de geração é bem maior que sua taxa de degradação. O Brasil é responsável pela produção de aproximadamente 242 toneladas de lixo por dia, onde deste total, 60% do lixo urbano correspondem à resíduos orgânicos (todo material de origem animal e/ou vegetal que não é desejável acumular-se no ambiente) (OLIVEIRA; AQUINO; CASTRO NETO, 2005). Segundo Nunes (2009), pela Legislação Brasileira, o composto orgânico é todo produto de origem vegetal e animal que aplicado ao solo em quantidades, épocas e maneiras adequadas, proporciona melhoria de suas características físicas, químicas e biológicas.

Bergi (2018) aborda que dentre as alternativas de destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos do saneamento, a compostagem começa a ganhar cada vez mais importância. É um dos processos mundialmente conhecido e utilizado para a gestão destes resíduos orgânicos (EDWARDS e FLETCHER, 1988; AQUINO, ALMEIDA e SILVA, 1992). A compostagem é um processo de transformação biológica da matéria orgânica em adubo orgânico passíveis de utilização na agricultura, obtido este através do processo de transformação bioquímica, onde milhões de microrganismos utilizam a matéria orgânica in natura como fonte de energia, nutrientes minerais e carbono, onde assim promove a mineralização de uma porção do material e humificação da outra. Ou seja, a compostagem transforma o material orgânico em adubo orgânico, que melhora as características químicas, físicas e biológicas do solo quando adicionada (BUDZIAK, MAIA e MANGRICH, 2004; OLIVEIRA, AQUINO e CASTRO NETO, 2005).

A compostagem é geralmente aplicada a resíduos não fluidos, ou seja, resíduos sólidos provenientes de diversas fontes como resíduos urbanos, agroindustriais e agropecuários, concordando com Amine-Khodja et al., (2006). No entanto, Valente et al., (2009) afirma que os resíduos líquidos também podem ser passíveis de compostagem, sendo que para isso se devem alterar as características físicas destes, através de agentes estruturantes como cama de aviário, casca de arroz, serragem e maravalha.

Segundo Fernandes e da Silva (1996), em geral a compostagem gera um produto final de alto valor agrônomico. É também uma forma para a utilização de vários tipos de resíduos orgânicos e ainda conforme os autores, poderia ser classificada como uma

oxidação aeróbia de materiais orgânicos heterogêneos, sólidos, caracterizado pela produção de CO₂, água, liberação de substâncias minerais e formação de matéria orgânica.

Conforme os autores Fernandes e da Silva (1996), o processo de produção de compostagem se dá a partir da oxidação biológica, aeróbia e exotérmica da matéria orgânica, tendo como resultado, a produção de CO₂, água, substâncias minerais e matéria orgânica estável. Importante ressaltar que o processo de compostagem difere do processo de decomposição natural por apresentar sistemas de controle.

O processo deve ser controlado e garantir a eficiência da atividade microbiana na compostagem, diminuindo impactos ambientais como odor forte, e contaminação do solo e água, garantindo assim a qualidade do produto final. A compostagem transforma matéria orgânica em um adubo, que pode ser considerado como insumo agrícola, de odor agradável, fácil de manipular e livre de microrganismos patogênicos. A compostagem envolve etapas sucessivas de transformação da matéria orgânica sob a ação de diversos grupos de microrganismos, resultando num processo bioquímico altamente complexo. Os principais grupos de microrganismos envolvidos na compostagem são as bactérias e fungos. Esses são classificados de acordo com suas temperaturas ótimas de desenvolvimento. Os psicrófilos são os microrganismos que se desenvolvem em temperaturas ótima entre 0°C e 20°C, os mesófilos entre 15°C e 43°C e os termófilos entre 40°C e 85°C. Importante lembrar que estes limites não são rígidos e representam muito mais os intervalos ótimos para cada classe de microrganismo do que divisões estanques (FERNANDES E DA SILVA, 1996). Sendo um processo biológico controlado, os fatores mais importantes são a aeração, controle de pH, nutrientes e a umidade. A temperatura é outro fator importante, principalmente no que diz respeito à rapidez do processo de biodegradação e à eliminação de patógenos, porém é resultado da atividade biológica. Os nutrientes, principalmente carbono e nitrogênio, são fundamentais ao crescimento bacteriano. O carbono é a principal fonte de energia e o nitrogênio é necessário para a síntese celular

O resultado da compostagem, é fonte de matéria orgânica, e de micro e macro nutrientes para o solo, aumentando a capacidade de retenção de água, gerando maior resistência à erosão, e também redução no uso de fertilizantes minerais e gerando maior resistência das plantas aos patógenos (FERNANDES E DA SILVA, 1996).

Tipos de compostagem: sendo um processo biológico de tratamento de resíduos, os sistemas de compostagem são benéficos ao meio ambiente. As formas de realizar podem variar de sistemas manuais, até sistemas complexos, e automatizados, onde todos os parâmetros do processo são monitorados e controlados. O interessante da compostagem é que um bom composto pode ser obtido tanto por tecnologias simples como por tecnologias complexas, desde que os resíduos sejam adequados e o processo biológico ocorra em boas condições. A técnica escolhida deve ser adequada à situação, do ponto de vista técnico e socioeconômico (FERNANDES E DA SILVA, 1996).

A principais técnicas utilizadas podem ser de leiras revolvidas, leiras estáticas

aeradas e os reatores biológicos. Sendo os dois primeiros geralmente operados ao ar livre ou podem ser em áreas cobertas. A compostagem realizada em reatores biológicos pode ter vários níveis de automação, dependendo da tecnologia empregada. Embora apresente diversas vantagens ambientais, o uso de compostagem também precisa compensar financeiramente. A viabilidade da reutilização de resíduos sólidos orgânicos na agricultura surge como uma opção extremamente interessante, apresentando inúmeras vantagens do ponto de vista ambiental como do econômico sobre as demais opções (VALIM et al., 1977).

A compostagem auxilia na incorporação da matéria orgânica no solo, principalmente as provenientes de seus próprios resíduos, diminuem o input de CO₂ na atmosfera, auxilia na retenção de água no solo, melhora a textura do mesmo, diminui os processos erosivos e disponibiliza um maior aporte de macro e micronutrientes para a cultura imposta (KIEHL, 1998; YADAV E GARG, 2009). Nunes (2009) ainda ressalta que uso da matéria orgânica na adubação de culturas é essencial para a melhoria da qualidade do solo. Sobre a eficiência da compostagem, Valente et al., (2009) afirma que pode ser avaliada pela qualidade do composto produzido, que está diretamente relacionada ao fornecimento de condições microbianas ótimas. Além disso, Abouelwafa et al., (2008) asseguram que a compostagem pode ser efetiva na redução da concentração de patógenos.

Bergi (2018), apesar de os resíduos sólidos domiciliares no Brasil apresentarem alto percentual de resíduos orgânicos, as experiências de compostagem da fração orgânica são ainda incipientes. Por não ser coletado separadamente, acaba sendo encaminhado com os demais resíduos, gerando despesas municipais que poderiam ser evitadas. A reciclagem agrícola é atrativa e a compostagem tem se mostrado uma rota viável para o tratamento e a valoração desse resíduo (REIS, 2005; RASAPOOR et al., 2016; CORRÊA et al., 2007).

Em vista destes fatores citados, este projeto teve como objetivo a disseminação de conhecimentos sobre o tema compostagem, além da aplicação prática à comunidade de Roteiro - AL, visando a aplicação de conhecimentos adquiridos, na construção de uma composteira para produção de adubos orgânicos para o uso do CRAS e da comunidade assistida, em hortas ou outros cultivos.

2 | METODOLOGIA

O projeto foi realizado no Centro de Referência e Assistência Social (CRAS) da cidade de Roteiro - AL, no período compreendido entre os dias 17 e 26 de julho de 2018.

O canteiro de compostagem foi construído com as dimensões: 1,7 metros de largura, 2,5 metros de comprimento e 1,4 metros de altura. Para a construção e manejo, utilizou-se: um carrinho de mão, duas enxadas, uma pá e um vergalhão (para “realizar a avaliação” da temperatura do canteiro). Já para o molhamento, utilizou-se um regador com água tratada proveniente do próprio local. Em relação às partes teóricas ministradas também, foi realizada com o auxílio de um Datashow e um material didático preparado pelo

próprio autor.

Como material orgânico, foram utilizados os materiais descartados da cozinha, e da horta do próprio local e esterco de ovino curtido trazido por moradores participantes da oficina. Sendo assim, estes materiais consistiam em: folhagem, restos de comida (verduras, cascas, cereais, exceto resíduos de origem animal, como carnes, ossos ou outros resíduos que poderiam ser contaminantes), esterco ovino curtido e resíduos provenientes da colheita de hortaliças, como folhas estragadas e talos.

A montagem da compostagem foi realizada em sistemas de leiras a céu aberto, para que pudessem ser revolvidas diariamente, e incorporar as sobras de materiais orgânicos descartados nas escolas e locais públicos, como escolas e entidades, gerando um aproveitamento desse rico material que seria descartado.

Cada quantidade de material incorporado, consistia em uma camada depositada e a cada três camadas, uma intercalada era de esterco, a fim de diminuir ou manter a relação C/N (carbono e nitrogênio) dos materiais. Sempre também após a formação de cada camada, fazia o molhamento, sendo assim, após a conclusão o canteiro encontrava-se úmido.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante as oficinas teórico-práticas, foram ressaltados todos os aspectos importantes em relação ao tema, como os benefícios gerados ao meio e à comunidade e ao solo.

Explicou-se também os processos químicos e físicos envolvidos no processo de compostagem e ressaltou a importância dos microrganismos para conferirem esta transformação de “matéria orgânica em adubo orgânico”. Foi exemplificado e demonstrado na prática os materiais e compostos permitidos para o processo e os que melhor se adequam, resultando numa retirada do composto mais breve, e sem contaminantes após a fermentação e decomposição dos materiais utilizados.

Foi salientada a importância de manter úmido e o monitoramento da temperatura do canteiro através de um vergalhão de ferro introduzido no meio da pilha de compostagem (recurso de baixo custo, pouco preciso, mas eficiente para a necessidade local), para monitoramento da temperatura não se eleve muito, seja possível segura o vergalhão sem queimar as mão, um calor suportável, para que seja mantido um ambiente favorável para o desenvolvimento e ação dos microrganismos na formação do composto orgânico, ou seja, ambiente úmido e com temperaturas amenas, podendo ser utilizado um termômetro de solo, se houver disponibilidade.

Foram realizadas orientações para aguar o canteiro sempre que necessário, deixando-o apenas úmido, evitar o escorrimento durante este processo para que não ocorra a lixiviação dos nutrientes e o revolvimento das camadas de 20 em 20 dias, para uniformizar a decomposição. O revolvimento do canteiro foi recomendado também sempre

que houvesse elevação excessiva da temperatura.

A utilização da compostagem foi aconselhada quando o composto se encontrasse com a cor marrom escura, com quase todo seu material decomposto e com cheiro de terra molhada, ou seja, sem cheiro ruim.

O desenvolvimento do projeto contou com a participação de aproximadamente 30 moradores locais e foram treinados cerca de 15 multiplicadores, deste total, responsáveis pela manutenção e disseminação do projeto. A faixa etária dos participantes está compreendida entre 15 a 60 anos.

Este tipo de tecnologia auxilia o manejo dos resíduos locais, como forma de destinação alternativa, além de seu aprendizado enriquecer a cultura local e poder se tornar fonte de renda, diminuir custos com adubação e aumentar a produtividade onde antes não era posto nada no solo como fonte de nutrientes.

Além disso, o descarte destes materiais de maneira menos agressiva ao meio, contribui para uma formação consensual sobre o tema “sustentabilidade”, diminuindo o número de resíduos ao meio e favorecendo com que estes retornem de maneira benéfica, tanto para a população, quanto para o meio ambiente.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi realizada a difusão de conhecimentos sobre o tema compostagem, além da aplicação prática à comunidade de Roteiro - AL.

A construção de uma composteira no CRAS, passou a gerar produção de adubos orgânicos para o uso próprio e da comunidade assistida, podendo ser utilizado em hortas ou outros cultivos. O adubo orgânico e natural será de grande importância na melhoria da produção, resgate dos nutrientes e da qualidade dos solos, melhorando a produtividade mesmo tempo que realizada o aproveitamento dos resíduos e diminuindo o impacto com o lançamento de resíduos no ambiente.

REFERÊNCIAS

ABOUELWafa, R.; BADDI, G. A.; SOUABID, S.; WINTERTON, P.; CEGARRA, J.; HAFIDI, M. Aerobic biodegradation of sludge from the effluent of a vegetable oil processing plant mixed with household waste: physical-chemical, microbiological and spectroscopic analysis. **Bioresource Technol.**, v. 99, n. 18, p. 8571-8577, dez. 2008.

AMINE-KHODJA, A. O.; TRUBETSKAYA, O.; TRUBETSKOY, L.; CAVANI, L.; CIAVATTA, C.; GUYOT, G.; RICHARD, C. Humic-like substances extracted from composts can promote the photodegradation of irgarol 1051 in solar light. **Chemosphere**, v. 62, n.6, p. 1021- 1027, ago. 2005.

AQUINO, A. M.; ALMEIDA, D. L.; SILVA, V. F. **Utilização de minhocas na estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa Biológica do Solo, 1992. 13 p.

AZEVEDO, M. A. **Compostagem de resíduos sólidos orgânicos – Aspectos teóricos e operacionais**. 2004. 56 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

BERGI, R. S. **Compostagem como alternativa à disposição final de resíduos sólidos orgânicos do saneamento em pequenos municípios**. 2018. 102 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

BUDZIAK, C. R.; MAIA, C. M. B. F.; MANGRICH, A. S. Transformações químicas da matéria orgânica durante a compostagem de resíduos na indústria madeireira. **Quim. Nova**, v. 27, n. 3, p. 399-403, 2004.

CORRÊA, R. S.; FONSECA, Y. M. F.; CORRÊA, A. S.; Produção de biossólido agrícola por meio da compostagem e vermicompostagem de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 4, p. 420–426, 2007.

EDWARDS, C. A.; FLETCHER, K. E. Interactions between earthworms and microorganisms in organic-matter breakdown. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 24, n. 1-3, p. 235-247, 1988.

FERNANDES, F.; ANDRAUS, S.; ANDREOLI, C. V.; BONNET, B. J. C. CANTO, L. A.; MEDEIROS, M. L. B. Eficiência dos processos de desinfecção do lodo da ETE-Belém com vista a seu uso agrícola. Sanare, **Revista Técnica da Sanepar**, Curitiba, v.5, n.5, p.46-58, 1996.

FERNANDES, F.; DA SILVA, S. M. C. P. **Manual prático para a compostagem de biossólidos**. PROSAB/FINEP, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 1996.

FIORI, M. G. S.; SCHOENHALS, M.; FOLLADOR, F. A. C. Análise da evolução tempo-eficiência de duas composições de resíduos agroindustriais no processo de compostagem aeróbia. **Engenh. Amb.**, v. 5, n. 3, p. 178-191, 2008.

GAJDOS, R. Compostagem orientada para o produto: de sistemas de bioconversão abertos a fechados. **Agraria**. 1997.

HERBETS, R. A. et al. Compostagem de resíduos sólidos orgânicos: aspectos biotecnológicos. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 6, n. 1, 2005.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. 1998.

MARQUES, M. et al. Processo descentralizado de compostagem em pequena escala para resíduos sólidos domiciliares em áreas urbanas. In: XVIII **Congreso Interamericano di Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, 2002.

NUNES, M. U. C. Compostagem de Resíduos para Produção de Adubo Orgânico na Pequena Propriedade. **Circular Técnica**, Aracaju, dez. 2009.

OLIVEIRA, A. M. G.; DE AQUINO, A. M.; CASTRO NETO, M. T. Compostagem caseira de lixo orgânico doméstico. **Embrapa Agrobiologia**, 2005.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem: processo de baixo custo**. Belo Horizonte: UNICEF, 1996, 56 p.

RASAPOOR, M.; MEHRDAD, A. D. L.; POURAZIZI, B. Comparative evaluation of aeration methods for municipal solid waste composting from the perspective of resource management: A practical case study in Tehran, Iran. **Journal of Environmental Management**, v. 184, n.3, p. 528-534, out. 2016.

REIS, M, F, P. **Avaliação do processo de compostagem de resíduos sólidos urbanos**. 2005. 239 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SANTOS, R. H. S. et al. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 11, p. 1395-1398, 2001.

SILVA, M. C. et al. Compostagem em Portugal. **Escola Superior de Biotecnologia**, v. 23, 2003.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; MORSELLI, T. B. G. A.; JAHNKE, D. S.; BRUM JR, B. S.; CABRERA, B. R. MORAES, P. O.; LOPES, D. C. N. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Arch. Zootec**, v. 58, p. 59-85, 2009.

VALIM, M. C. A; JUNIO, A. B. P; DE SOUSA, J. L; NOGUEIRA, W. A; GONÇALVES, R. F. Compostagem de lodo de esgotos com resíduos agrícolas através da aeração forçada positiva. **Abes - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Vitória, v. 65, n. 1, 1997.

WALLACE, A. Soil organic matter is essential to solving soil and environmental problems. **Communications in soil science and plant analysis**, v. 25, n. 1-2, p. 15-28, 1994.

YADAV, A.; GARG, V. K. Feasibility of nutrient recovery from industrial sludge by vermicomposting technology. **Journal of hazardous materials**, v. 168, n. 1, p. 262-268, 2009.

CAPÍTULO 4

POTENCIAL DE CARRYOVER DE HERBICIDAS RESIDUAIS INIBIDORES DA ENZIMA ACETOLACTATO-SINTASE (ALS)

Data de aceite: 01/12/2020

Data de submissão: 06/11/2020

Miriam Hiroko Inoue

Universidade do Estado de Mato Grosso,
Departamento de Agronomia
Tangará da Serra – Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/5603582678388704>

Vicente Bezerra Pontes Junior

Universidade Federal de Viçosa, Departamento
de Agronomia
Viçosa- Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/2861582505500232>

Kassio Ferreira Mendes

Universidade Federal de Viçosa, Departamento
de Agronomia
Viçosa- Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/7101423608732888>

Antônio Alberto da Silva

Universidade Federal de Viçosa, Departamento
de Agronomia
Viçosa- Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/6471640192667153>

Maura Gabriela da Silva Brochado

Universidade Federal de Viçosa, Departamento
de Agronomia
Viçosa- Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/1509312557137003>

Paulo Sérgio Ribeiro de Souza

Universidade Federal de Viçosa, Departamento
de Agronomia
Viçosa- Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/2217629885749129>

Dilma Francisca de Paula

Universidade Federal de Viçosa, Departamento
de Agronomia
Viçosa- Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/5000058539625268>

RESUMO: As plantas daninhas interferem negativamente no desenvolvimento das culturas quando não controladas, tendo os herbicidas como principal técnica de manejo. É desejável que um herbicida controle as plantas daninhas por um maior período de tempo. Entretanto, o efeito residual poderá trazer injúrias na cultura subsequente, causando efeitos de *carryover*. Torna-se necessário, portanto, a escolha criteriosa do herbicida, conhecendo os fatores edafoclimáticos e ambientais que culminam na sua transformação, especialmente para herbicidas com muitas moléculas registradas e diferentes grupos químicos, como os inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS). Das propriedades físico-químicas para avaliar a presença de moléculas ativas no solo, a RL50 é o parâmetro mais eficiente para estimar o potencial de *carryover*, pois apresenta visualmente a atividade do herbicida usando bioensaios. Faz-se, então, uma análise físico-química das amostras de solo com herbicida, onde é semeada a espécie biodindicadora. Depois, avalia-se as injúrias por 5 períodos distintos até o momento que não apresentar mais injúrias para melhor ajuste da curva de regressão. Dentre os herbicidas inibidores da ALS, o imazethapyr apresentou maior efeito *carryover* em solos arenosos e a irrigação proporcionou menor efeito fitotóxico. Os

herbicidas imazaquin, pyriithiobac e cloransulam-methyl causaram injúrias nas culturas aos 365 dias após a aplicação (DAA). Os herbicidas nicosulfuron, chlorimuron-ethyl e imazapyr causaram efeito *carryover* até 45, 90 e 90 DAA, respectivamente. Quando misturados, os herbicidas imazethapyr e imazapic tiveram efeito *carryover* até 371 DAA. Devido a ocorrência de *carryover*, a necessidade de alternativas de baixo custo para o produtor é imprescindível tendo a técnica de biorremediação como um modelo eficiente que usa organismos vivos para descontaminar solo e água com resíduos das moléculas-alvo e promover a degradação parcial ou completa, prevenindo prejuízos econômicos e danos ambientais. A fitorremediação é um método promissor, embora necessite de mais estudos para identificação de plantas como potenciais fitorremediadoras.

PALAVRAS - CHAVE: herbicida, plantas daninhas; injúria; fitorremediação.

CARRYOVER POTENTIAL OF RESIDUAL HERBICIDES INHIBITORS OF THE ENZYME ACETOLACTATE-SYNTASE (ALS)

ABSTRACT: Weeds negatively interfere in crop development when uncontrolled, with herbicides as the main management technique. It is desirable for a herbicide to control weeds for a longer period of time. However, the residual effect may bring injuries in subsequent culture, causing carryover effects. It is necessary, therefore, the careful choice of the herbicide, knowing the edaphoclimatic and environmental factors that culminate in its transformation, especially for herbicides with many registered molecules and different chemical groups, such as acetolactate synthase inhibitors (ALS). Of the physical-chemical properties to evaluate the presence of active molecules in the soil, RL50 is the most efficient parameter to estimate the carryover potential, as it visually presents herbicide activity using bioassays. A physical-chemical analysis of soil samples with herbicide is then made, where the bioindicator species is sowed. Then, the injuries are evaluated for 5 distinct periods until the moment that does not present more injuries for better adjustment of the regression curve. Among the als-inhibiting herbicides, imazethapyr had a higher carryover effect in sandy soils and irrigation provided less phytotoxic effect. The herbicides imazaquin, pyriithiobac and chlorosulam-methyl caused injuries in crops 365 days after application (DAA). The herbicides nicosulfuron, chlorimuron-ethyl and imazapyr caused carryover effect up to 45, 90 and 90 DAA, respectively. When mixed, the herbicides imazethapyr and imazapic had carryover effect up to 371 DAA. Due to the occurrence of carryover, the need for low-cost alternatives for the producer is essential with the bioremediation technique as an efficient model that uses living organisms to decontaminate soil and water with residues of the target molecules and promote partial or complete degradation, preventing economic damage and environmental damage. Phytoremediation is a promising method, although it requires further studies to identify plants as potential phytoremediators.

KEYWORDS: herbicide, weeds; injury; phytoremediation.

1 | INTRODUÇÃO

As plantas daninhas são um dos principais fatores limitantes em produções agrícolas. Dentre os métodos de manejo destas, o controle químico por meio de herbicidas é eficiente e apresenta melhor custo-benefício em relação aos demais métodos (DALLEY et al., 2006).

Um efeito desejado dos herbicidas é que estes controlem as plantas daninhas por um maior período de tempo após a aplicação, evitando reinfestação da área e reduzindo os vários fluxos de germinação (ALONSO et al., 2013). Entretanto, os mesmos autores citaram que o efeito residual do herbicida maior que o intervalo entre os ciclos de cultivo pode causar injúrias na cultura a ser plantada em seqüência, efeito este conhecido por *carryover*. Logo, a escolha do herbicida deve ser feita de forma criteriosa e levar em consideração as propriedades físico-químicas do herbicida, o sistema de cultivo, as condições ambientais e a espécie cultivada em sucessão (ALONSO et al., 2013). Logo, torna-se importante conhecer os fatores que influenciam o processo de transformação do herbicida no ambiente (MANCUSO et al., 2011), bem como as formas de identificar e evitar a ocorrência do *carryover*, especialmente para herbicidas de mecanismos de ação que possuem uma grande quantidade de moléculas registradas, com diferentes grupos químicos, como os inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS).

2 | HERBICIDAS INIBIDORES DA ALS

Alguns dos herbicidas mais utilizados na agricultura são os inibidores da ALS (DAL MAGRO et al, 2010). Atualmente no Brasil, há registro para 23 moléculas de herbicidas com este mecanismo de ação, com diferentes doses recomendadas e intervalos de segurança (Tabela 1) (AGROFIT, 2020; AGROLINK, 2020).

Tal enzima está ligada à síntese dos aminoácidos ramificados: leucina, isoleucina e valina, e sua inibição impede a síntese de DNA e crescimento celular (SILVA et al., 2007), com conseqüente morte da planta. A Figura 1 representa esquematicamente as rotas de produção dos aminoácidos ramificados e o mecanismo de ação dos herbicidas inibidores da ALS.

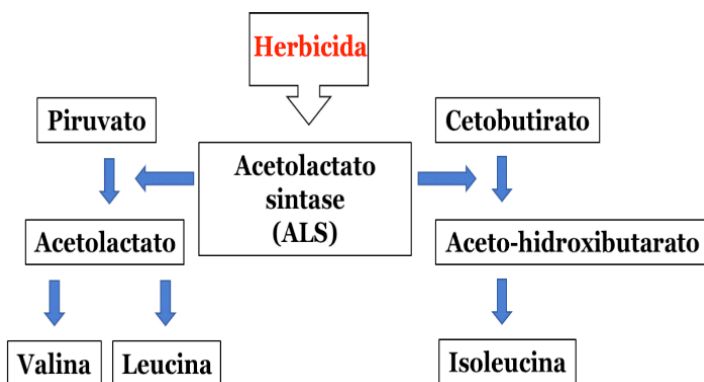


Figura 1. Esquema representativo do mecanismo de ação dos herbicidas inibidores da ALS.

Fonte: Adaptado de Vargas et al. (2016).

Grupo químico	Ingrediente ativo (i.a)	Dose de aplicação (g i.a. ha-1)1	Intervalo de segurança (dias)*	Recomendações de aplicação
Sulfonilureias	azimsulfurom	5 – 6	15	Seletivo para a cultura do arroz irrigado, recomendado para uso em pós-emergência. Realizar aplicação única quando as plantas daninhas estiverem entre os estádios de plântula até 4 folhas.
	chlorimuron-ethyl	10 – 20	65	Seletivo para a cultura da soja, recomendado para uso em pós-emergência. Realizar aplicação única, com doses menores para plantas daninhas com 2 a 4 folhas e doses maiores para plantas daninhas com 4 a 6 folhas ou altas infestações.
	cyclosulfamuron	40	111	Seletivo para a cultura do arroz, recomendado para uso em pós-emergência. Realizar aplicação única no ciclo da cultura, em estágio de até 4 folhas para eudicotiledóneas e até 6 folhas para cyperaceas.
	ethoxysulfuron	60 – 150	50 – 150	Seletivo para as culturas do arroz, cana-de-açúcar e feijão, recomendado para uso em pré e pós-emergência. Realizar aplicação única no ciclo da cultura, com plantas daninhas no estágio de desenvolvimento da segunda folha até o terceiro perfilhamento.
	flazasulfuron	50 – 100	60	Seletivo e recomendado para uso em pré e pós-emergência para a cultura da cana-de-açúcar e em pós-emergência para as culturas de café e tomate. Realizar no máximo duas aplicações no ciclo das culturas, dependendo das espécies de plantas daninhas presentes na área.
	floransulfuron + iodosulfuron-methyl-sodium	(36 + 2,4) – (45 +3)	60	Seletivo para a cultura do milho, recomendado para uso em pós-emergência. Realizar aplicação única no ciclo da cultura, com plantas daninhas no estágio de 2 a 6 folhas para eudicotiledóneas e entre uma folha e um perfilhamento para monocotiledóneas.
	halosulfuron-methyl	60 – 112,5	30	Seletivo para as culturas da cana-de-açúcar, feijão e gramados, recomendado para uso em pós-emergência. Realizar aplicação única em cana-de-açúcar e até três aplicações em gramados, em diferentes estádios de desenvolvimento, dependendo das espécies presentes na área.
	iodosulfuron-methyl-sodium	3,5 – 20	60 – 92	Seletivo para as culturas da cana-de-açúcar, arroz e trigo, recomendado para uso em pós-emergência. Realizar aplicação única, em diferentes estádios de desenvolvimento das culturas e espécies de plantas daninhas presentes na área.
	metsulfuron-methyl	2 – 18	10 – 90	Seletivo para as culturas de arroz, aveia, café, cana-de-açúcar, cevada, trigo, triticale e pastagens. Recomendado para uso em pré-emergência em cana-de-açúcar e pós-emergência nas demais culturas. O número de aplicações dependerá da cultura e estágio de desenvolvimento das plantas daninhas.
	nicosulfuron	50 – 60	45	Seletivo para a cultura do milho, recomendado para uso em pós-emergência. O número de aplicações dependerá das espécies de plantas daninhas presentes na área e seus estádios de desenvolvimento.
pyrazosulfuron-ethyl	15 – 20	30	Seletivo para a cultura do arroz irrigado, recomendado para uso em pós-emergência. Realizar aplicação quando as plantas daninhas estiverem no estágio de 2 a 3 folhas. Após a aplicação, inundar a área até no máximo sete dias, mantendo uma lâmina de água em torno de 12cm.	
trifloxysulfuron-sodium	7,5 – 22,5	-	Seletivo para as culturas da cana-de-açúcar e do algodão, recomendado para uso em pós-emergência no controle de eudicotiledóneas e cyperaceas. O número de aplicações dependerá das espécies de plantas daninhas presentes na área e seus estádios de desenvolvimento.	

Imidazolinonas	imazamox	28 – 49	43 – 70	Seletivo para as culturas da soja e do feijão, recomendado para uso em pós-emergência. Realizar aplicação única no ciclo das culturas, quando as plantas daninhas estiverem no estágio de 2 a 4 folhas.
	imazapic	98 – 245	70 – 150	Seletivo para as culturas do algodão e do amendoim, recomendado para uso em pré e pós-emergência. Realizar aplicação única no ciclo das culturas, quando as plantas daninhas estiverem no estágio vegetativo.
	imazapyr	57,6 – 72	60	Seletivo para a cultura da soja tolerante ao imazapyr, recomendado para uso em pós-emergência. Realizar aplicação única no ciclo de cultivo, quando as plantas daninhas eudicotiledôneas estiverem com 2 a 6 folhas e as gramíneas com até 2 perflhos.
	imazaquin	161	-	Seletivo para a cultura da soja, recomendado para uso em pré-emergência. Realizar aplicação única no ciclo da cultura, em pré-plantio incorporado ou sem incorporação.
	imazethapyr	31,8 – 106	40 – 83	Seletivo para as culturas do arroz irrigado, feijão e soja, recomendado para uso em pré e pós-emergência. O número de aplicações dependerá da cultura, das espécies de plantas daninhas presentes na área e seus estádios de desenvolvimento.
Triazolpirimidinas	cloransulam-methyl	20 – 40	48	Seletivo para a cultura da soja, recomendado para uso em pós-emergência. Realizar aplicação única, quando as plantas daninhas estiverem com 2 a 4 folhas, de 6 a 30 dias após a emergência da soja.
	diclosulam	20 – 35	-	Seletivo para a cultura da soja, recomendado para uso em pré-emergência. Realizar aplicação única no ciclo da cultura, em pré-semeadura da soja.
	flutmesulam	105 – 140	-	Seletivo para a cultura da soja, recomendado para uso em pré-emergência. Realizar aplicação única no ciclo da cultura, em sistema de pré-plantio incorporado.
	penoxsulam	30 – 60	98	Seletivo para a cultura do arroz irrigado, recomendado para uso em pré e pós-emergência. Realizar aplicação única no ciclo da cultura, quando as plantas eudicotiledôneas estiverem em estágio de desenvolvimento com 2 a 3 folhas e as monocotiledôneas estiverem em estágio de desenvolvimento de 4 folhas a 1 perflho.
	pyroxsulam	15,3 – 18	-	Seletivo para a cultura do trigo, recomendado para uso em pós-emergência. Realizar aplicação única no ciclo da cultura, quando as plantas daninhas estiverem em estágio de desenvolvimento de 2 a 4 folhas.
Pirimidiniltiobenzoatos	bispyribac-sodium	40 – 50	14	Seletivo para a cultura do arroz irrigado, recomendado para uso em pós-emergência. Realizar aplicação única no ciclo da cultura, com as plantas daninhas em estádios vegetativos de 3 a 4 folhas. Inundar a lavoura até 7 dias após a aplicação, não ultrapassando uma lâmina de 15cm.
	pyrithiobac-sodium	42 – 140	21	Seletivo para a cultura do algodão, recomendado pra uso em pré e pós-emergência. Realizar aplicação única no ciclo da cultura, de 7 a 15 dias após a germinação das plantas daninhas.

Tabela 1. Herbicidas inibidores da ALS registrados no Brasil, divididos em grupos químicos e recomendações de aplicação.

(-): Intervalo de segurança não determinado devido à modalidade de utilização do herbicida.

(*): Valores dependentes da cultura e espécies de plantas daninhas. Consultar a bula.

(!): Doses mínimas e máximas dos herbicidas.

Fonte: Adaptado do AGROFIT (2020) e AGROLINK (2020).

Os herbicidas inibidores da ALS são sistêmicos e estão inseridos nos grupos químicos sulfonilureias, imidazolinonas, triazolpirimidinas, pirimidiniltiobenzoatos e sulfonilamina carbonil triazolinonas (não disponível no Brasil), sendo eficientes no controle de grande espectro de plantas daninhas em baixas doses e recomendados para diversas culturas como trigo, soja, milho, algodão, feijão, batata, beterraba, dentre outras (MONQUERO et al., 2000; SILVA et al., 2007).

Diante da gama de moléculas registradas, é necessário conhecer as características físico-químicas destas, bem como o sistema de plantio, plantas cultivadas, época de aplicação, tipo de solo, histórico de aplicação na área, dentre outras informações, para entender o comportamento dos herbicidas no solo, para evitar prejuízos por meio de *carryover*.

3 I DIFERENÇA ENTRE EFEITO RESIDUAL E *CARRYOVER*

O alvo dos herbicidas são as plantas daninhas. No entanto, boa parte da dose aplicada em pós-emergência entra em contato com o solo. Quando os herbicidas são recomendados para em pré-emergência, a aplicação é feita diretamente no solo (SILVA et al., 2007). Uma vez no solo, os herbicidas sofrem processos físicos, químicos e biológicos, como retenção (sorção e dessorção), transporte (lixiviação, volatilização e escoamento superficial), transformação (fotodegradação, degradação química e biológica), além da absorção pelas plantas (BAILEY e WHITE, 1970). A persistência é influenciada diretamente pela degradação da molécula do herbicida e sua capacidade sortiva no solo (SILVA et al., 2007). O efeito residual “positivo” é o tempo que a molécula do herbicida permanece no solo ativa controlando as plantas daninhas e sem provocar injúrias nas plantas de interesse econômico (MENDES et al., 2017).

No entanto, a persistência prolongada ou o não conhecimento do tempo que a molécula do herbicida permanece ativa no solo pode afetar as culturas, efeito conhecido como *carryover*. Este é o efeito residual “negativo” dos herbicidas no solo, em que atingem as culturas sensíveis, causando injúrias que irão prejudicar sua produtividade ao longo do ciclo ou até mesmo a morte da planta (MANCUSO et al., 2011).

A ocorrência de *carryover* irá depender da molécula do herbicida e suas propriedades físico-químicas, da cultura a ser implementada em sucessão (e do seu sistema de manejo) e das condições ambientais em que o plantio está inserido (MANCUSO et al., 2011). Logo, conhecer cada um destes componentes e suas interações é fundamental para evitar problemas com *carryover*.

4 I PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DOS HERBICIDAS QUE PODEM INFLUENCIAR NO *CARRYOVER*

As propriedades físico-químicas das moléculas são importantes para definir a

persistência do herbicida no solo. As propriedades estão relacionadas diretamente com a molécula, tais como solubilidade em água (S_w), coeficiente de partição octanol-água (K_{ow}), capacidade de dissociação eletrolítica ácida (pKa), tempo de meia-vida da dissipação (DT50) e nível de resíduo da metade da dissipação (RL50) com o uso de plantas sensíveis, além do coeficiente de sorção normalizado pelo teor de carbono orgânico do solo (K_{oc}). Uma vez conhecendo estas propriedades e suas interações com o solo e meio ambiente, pode-se evitar perdas com a ocorrência do *carryover* (MANCUSO et al., 2011). A Tabela 2 apresenta algumas propriedades físico-químicas dos herbicidas inibidores da ALS registrados no Brasil.

Herbicida (i.a)	S_w (mg L ⁻¹)	K_{ow} (Log)	pKa	K_{oc} ¹	DT50 (dias)*	RL50 (dias)
Azimsulfurom	1.050 (alta)	-1,4 (baixa)	3,6 (ácido fraco)	73,8 (móvel)	3,5 (não persistente)	3,3
chlorimuron-ethyl	1.200 (alta)	0,11 (baixa)	4,2 (ácido fraco)	106 (moderadamente móvel)	28 (não persistente)	4,7
cyclosulfamuron	6,52 (baixa)	1,41 (baixa)	5,04 (ácido fraco)	1.440 (ligeiramente móvel)	-	-
ethoxysulfuron	5.000 (alta)	1,01 (baixa)	5,28 (ácido fraco)	134 (moderadamente móvel)	17,5 (não persistente)	-
flazasulfuron	2.100 (alta)	-0,06 (baixa)	4,37 (ácido fraco)	46,2 (móvel)	10 (não persistente)	-
halosulfuron-methyl	10,2 (baixa)	-0,02 (baixa)	3,44 (ácido fraco)	109 (moderadamente móvel)	14 (não persistente)	3
iodosulfuron-methyl-sodium	25.000 (alta)	-0,7 (baixa)	3,22 (ácido forte)	-	3,2 (não persistente)	4,8
metsulfuron-methyl	2.790 (alta)	-1,87 (baixa)	3,75 (ácido fraco)	-	13,3 (não persistente)	5,2
nicosulfuron	7500 (alta)	0,61 (baixa)	4,78 (ácido fraco)	30 (móvel)	19,3 (não persistente)	0,63
pyrazosulfuron-ethyl	14,5 (baixa)	3,16 (alta)	3,7 (ácido fraco)	154 (moderadamente móvel)	-	-
trifloxysulfuron-sodium	25.700 (alta)	-0,42 (baixa)	4,76 (ácido fraco)	306 (moderadamente móvel)	-	-
imazamox	626.000 (alta)	5,36 (alta)	2,3 (ácido forte)	-	16,7 (não persistente)	-
imazapic	2.230 (alta)	2,47 (baixa)	2 (ácido forte)	137 (moderadamente móvel)	232 (persistente)	-
imazapyr	9.740 (alta)	0,11 (baixa)	1,9 (ácido forte)	-	-	26
imazaquin	102.000 (alta)	-1,09 (baixa)	3,45 (ácido fraco)	-	11 (não persistente)	13,1
imazethapyr	1.400 (alta)	1,49 (baixa)	2,1 (ácido forte)	52 (móvel)	51 (não persistente)	15,2
cloransulam-methyl	184 (moderada)	-0,365 (baixa)	4,81 (ácido fraco)	30 (móvel)	10 (não persistente)	3,9

diclosulam	6,32 (baixa)	0,85 (baixa)	4 (ácido fraco)	90 (moderadamente móvel)	20 (não persistente)	-
flumetsulam	5.560 (alta)	0,21 (baixa)	4,6 (ácido fraco)	28 (móvel)	-	-
penoxsulam	408 (moderada)	-0,602 (baixa)	5,1 (ácido fraco)	73,2 (móvel)	5,9 (não persistente)	2,8
pyroxulam	3.200 (alta)	-1,01 (baixa)	4,67 (ácido fraco)	33,22 (móvel)	13 (não persistente)	1,4
bispyribac-sodium	64.000 (alta)	-1,03 (baixa)	3,35 (ácido fraco)	-	6,3 (não persistente)	-
pyrithiobac-sodium	728.000 (alta)	-0,84 (baixa)	2,34 (ácido forte)	-	-	-

Tabela 2. Algumas propriedades físico-químicas dos herbicidas inibidores da ALS registrados no Brasil.

(¹): Coeficiente de sorção normalizado para o teor de matéria orgânica.

(*): Tempo de meia-vida no campo.

(-): Dados não calculados.

Fonte: PPDB (2020).

A S_w é a quantidade máxima de moléculas que serão dissolvidas em determinado volume de água e em determinada temperatura. De forma geral, quanto menor for a S_w , maior será a sorção do herbicida, conseqüentemente maior será a persistência do mesmo (SILVA et al., 2007; MANCUSO et al., 2011).

O K_{ow} indica a afinidade da molécula com a fase polar (água) e apolar (octanol) do meio/solução. Quanto mais polar for o herbicida, este será mais hidrofílico. Quanto mais apolar, será mais lipofílico. De forma geral, quanto maior o K_{ow} , maior será sua sorção. Logo, maior será sua persistência no solo (CHRISTOFFOLETI e LÓPEZ-OVEJERO, 2008).

O pKa indica a capacidade de dissociação da molécula do herbicida (SILVA et al., 2007). É o valor numérico de pH onde metade das moléculas está ionizada e metade na forma molecular (CHRISTOFFOLETI e LÓPEZ-OVEJERO, 2008). Todos os herbicidas inibidores da ALS registrados no Brasil possuem caráter ácido (Tabela 2). Para estes herbicidas, quanto maior for o pH em relação ao pKa, maior será a concentração do herbicida na forma iônica (CHRISTOFFOLETI e LÓPEZ-OVEJERO, 2008). Logo, considerando a definição de ácido de Brønsted-Lowry, terão a capacidade de doar prótons, ficando com a carga elétrica negativa (OLIVEIRA e BRIGHENTI, 2001). De acordo com este autor, uma vez dissociados, os herbicidas terão mais facilidade de serem transportados por lixiviação com a solução do solo, diminuindo sua persistência. Tal fato é devido ao aumento do pH favorecer o desenvolvimento de cargas negativas no solo, provocando o fenômeno de repulsão das moléculas do herbicida da matriz do solo (CHRISTOFFOLETI e LÓPEZ-OVEJERO, 2008).

O K_{oc} é o coeficiente de sorção normalizado para o teor de carbono orgânico e pode ser expresso em K_{foc} (modelo de Freundlich) e K_{loc} (modelo Langmuir). É utilizado para

estimar a sorção de herbicidas no solo, representando a relação entre a concentração do herbicida sorvido ao solo com concentração do herbicida na solução do solo em equilíbrio, de acordo com a quantidade inicial aplicada (SILVA et al., 2007). Quanto maior o K_{oc} , maior a sorção do herbicida e consequentemente maior a persistência da molécula no solo (CHRISTOFFOLETI e LÓPEZ-OVEJERO, 2008).

A DT50 de um herbicida é definida como o tempo (dias) que decorre do momento da aplicação até a dissipação de 50% da quantidade inicial aplicada no campo (SILVA et al., 2007). O conhecimento da DT50 é fundamental para evitar a ocorrência do *carryover* (CHRISTOFFOLETI e LÓPEZ-OVEJERO, 2008), pois quanto maior for este tempo de dissipação, maior será a persistência da molécula no solo. No entanto, apesar da DT50 servir como parâmetro da estimativa da persistência, irá depender das propriedades físico-químicas e biológicas do solo, condições do meio ambiente e sistemas de cultivo (MENDES et al., 2017).

A RL50 é definida como o nível de resíduo no qual a substância ativa do herbicida desaparece na planta (LEWIS e TZILIVAKIS, 2017). É estimada a partir de bioensaios, em que injúrias causadas pelo herbicida são verificadas em plantas sensíveis, indicando a atividade do produto. Usa-se a RL50 para indicar que 50% da molécula foi dissipada e a outra metade ainda está causando efeito herbicida na planta. Irá depender de fatores ambientais, sistema de cultivo, molécula do herbicida e da sensibilidade da espécie utilizada e suas características morfoanatômicas (LEWIS e TZILIVAKIS, 2017).

5 | MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE RESÍDUO DE HERBICIDA NO SOLO

Para a avaliação da presença de moléculas ativas no solo, a RL50 é o parâmetro mais eficiente para estimar o potencial de *carryover*, pois apresenta visualmente a atividade do herbicida. Por meio dos bioensaios podem-se observar os níveis de injúrias em plantas sensíveis com aplicações de diferentes doses de herbicida, especialmente se utilizadas espécies que normalmente são cultivadas em sucessão a outras, como soja e milho cultivados em sucessão ao algodão (SANTOS et al., 2012; GHENO et al., 2016), além de ser um método eficiente, de baixo custo e fácil condução (SILVA et al., 2007; MONQUERO et al., 2012; BARCELLOS JÚNIOR et al., 2019). A Figura 2 representa esquematicamente um experimento de *carryover*, assumindo como épocas de avaliação os períodos de 0, 30, 60, 90 e 120 dias após a aplicação (DAA).

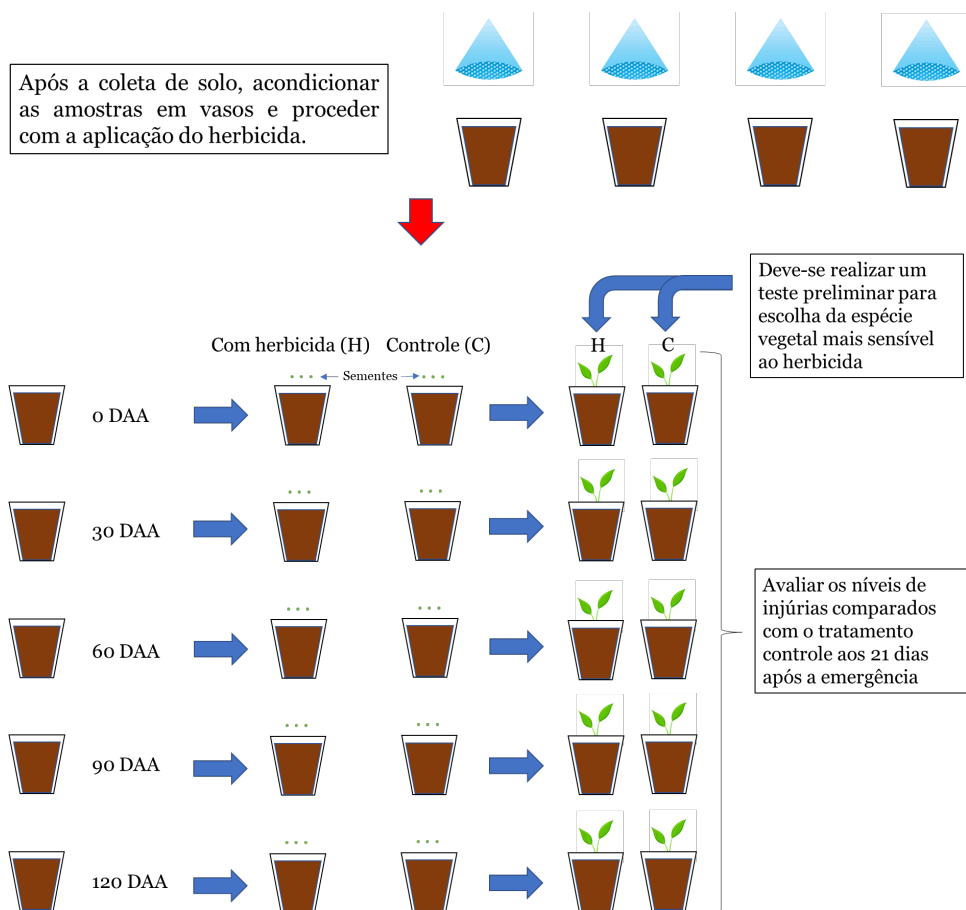


Figura 2. Representação esquemática de metodologia de experimento para avaliar potencial de *carryover*. DAA = Dias Após a Aplicação.

Para realizar um experimento e saber se há moléculas ativas de herbicidas em uma área de cultivo, deve-se fazer uma análise de solo do local. Logo após, deve-se realizar coletas de amostras de solo, e analisar as características físico-químicas das amostras. Se o experimento for realizado em casa-de-vegetação, as amostras de solos devem ser separadas em unidades experimentais (vasos) e aplicar o herbicida ou mistura de herbicidas que serão estudados. No solo contaminado com o herbicida no campo ou aplicado o produto em casa-de-vegetação, será semeada a espécie bioindicadora em diferentes dias após a aplicação, avaliando os níveis de injúrias e verificando qual a época em que as plantas não irão mais apresentar sintomas, e geralmente a avaliação final é feita aos 21 dias após a emergência. A avaliação deve ser feita por no mínimo 5 períodos para melhor ajuste da curva de regressão. A avaliação também deve ser feita até o momento em que não forem observadas mais injúrias, indicando que o herbicida não apresenta mais

atividade residual no solo.

6 I INFORMAÇÕES DE *CARRYOVER* E EFEITO RESIDUAL DE HERBICIDAS NO SOLO

Diante do alto número de moléculas registradas para este mecanismo de ação, algumas não apresentam estudos que abordem o potencial de *carryover*. No entanto, há pesquisas realizadas para alguns herbicidas inibidores da ALS, que podem servir como referência no momento do planejamento do plantio. Estas informações não são encontradas nas bulas dos herbicidas, mas sim em estudos específicos realizados com as moléculas. Alonso et al. (2011), avaliando potencial de *carryover* de herbicidas para a cultura do milho em Maringá – PR, verificaram os seguintes resultados apresentados na Tabela 3.

Herbicidas	Sintomas observados (DAA)	
	Solo argiloso	Solo de textura média
chlorimuron	30	0
diclosulam	30	60
imazaquin	-	120
imazethapyr	30	0

Tabela 3. Período residual de alguns herbicidas inibidores da ALS.

(-): Dados inconclusivos.

Fonte: Adaptado de Alonso et al. (2011).

Os sintomas característicos dos herbicidas inibidores da ALS são: clorose da planta, definhamento e conseqüente morte (SILVA et al., 2007). Os sintomas observados no milho foram semelhantes e de acordo com o esperado para herbicidas deste mecanismo de ação (Figura 3).

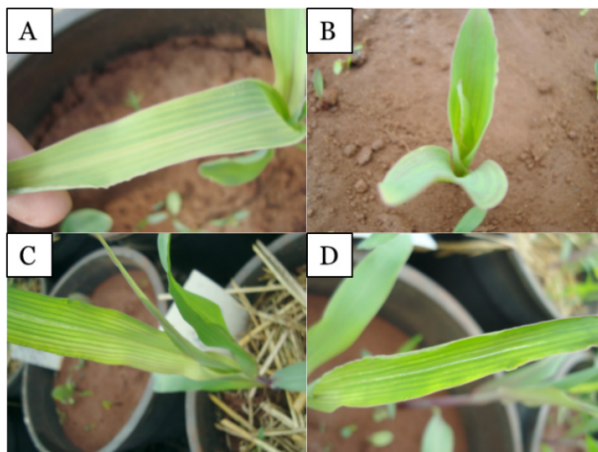


Figura 3. Sintomas de injúrias causados por chlorimuron (A), diclosulam (B), imazaquin (C) e imazethapyr (D).

Fonte: Alonso et al. (2011).

Em contraste com este estudo, Carvalho et al. (2018) verificaram que o imazethapyr apresentou maior efeito *carryover* em solo mais arenoso, apesar de também causar injúrias no milho em solo argiloso. A persistência do imazethapyr é influenciada pela umidade, temperatura e K_{oc} ; este último fator é influenciado pelo pH e teor de matéria orgânica (RENNER et al., 1988; OLIVEIRA JÚNIOR et al., 1999). Carvalho et al. (2018) também encontraram que a irrigação proporcionou menor efeito fitotóxico por parte do imazethapyr.

Smith et al. (2005), avaliando a persistência de inibidores da ALS no solo em Brooksville e St. Joseph, EUA, perceberam que resíduos de imazaquin causaram injúrias no algodão semeado um ano após o herbicida ser aplicado. E o pyriithiobac apresentou efeito *carryover* na soja, também semeada um ano após a aplicação do herbicida. A DT50 aproximada de pyriithiobac e imazaquin foi de 61 e 71 dias, respectivamente. A diminuição dos índices pluviométricos e de temperatura do solo influenciaram na dissipação destes herbicidas. Em contrapartida, Guerra et al. (2011), avaliando a persistência de pyriithiobac, aplicando em duas doses em diferentes solos em Maringá – PR, verificaram que após 210 DAA o herbicida ainda apresentava altas taxas de injúrias no pepino. Neste mesmo estudo, o trifloxysulfuron-sodium apresentou maior persistência em solos com maiores valores de pH quando comparado com o pyriithiobac.

Carvalho et al. (2010), avaliando efeito *carryover* de nicosulfuron em Selvíria – MS, notaram que plantas de soja não apresentaram sintomas de injúrias a partir de 15 DAA, enquanto que plantas de algodão só deixaram de apresentar sintomas de injúrias a partir de 45 DAA, demonstrando diferentes sensibilidades nas culturas.

Em estudo realizado por Carvalho et al. (2015), em Santa Cruz das Palmares – SP,

o chlorimuron-ethyl apresentou efeito *carryover* em milho aos 30, 60 e 90 DAA. Foram utilizados dois solos, diferentes regimes de irrigação, e três épocas de aplicação. A dissipação do chlorimuron-ethyl foi influenciada possivelmente pela degradação microbiana, disponibilidade hídrica e características da molécula. E o metsulfuron-methyl apresentou efeito *carryover* em milho, porém com menor intensidade que o chlorimuron-ethyl. A Figura 4 apresenta sintomas de injúrias causadas por chlorimuron-ethyl em milho.



Figura 4. Sintomas de injúrias causadas por chlorimuron-ethyl em milho.

Fonte: University of California (2020).

Em estudo realizado por Marchesan et al. (2010), em Santa Maria – RS, foi observado efeito *carryover* de mistura de imazethapyr + imazapic em arroz aos 371 DAA, causando 55% de redução na produtividade de grãos. Os sintomas fitotóxicos ainda foram observados aos 705 DAA, apesar de não ter havido perda de produtividade. As condições do clima e solo podem ter contribuído para menor degradação dos herbicidas, como baixa temperatura (diminuindo a atividade microbiana) e baixos valores de pH, proporcionando maiores K_{oc} e aumento da persistência das moléculas no solo.

Em estudo realizado por Cobucci et al. (1998), em Jussara e Goiânia – GO, foi verificado que o tempo entre a aplicação de imazamox e a cultura do milho em sucessão variou de 68 a 99 dias em Jussara e 88 a 111 dias em Goiânia. A precipitação (chuva mais irrigação suplementar) teve maior efeito na dissipação do herbicida. A Figura 5 apresenta sintomas de injúrias causadas por imazamox em milho.

Scursoni et al. (2017), observaram que o imazapyr apresentou efeito *carryover* na cultura do trigo em sucessão ao girassol, 3 meses após a aplicação do herbicida. Neste experimento, realizado em Buenos Aires – Argentina, a pluviosidade não influenciou na degradação do herbicida no curto prazo.

Felix et al. (2002), em estudo realizado em Ohio – EUA, verificaram efeito *carryover* de cloransulam-methyl em algumas cultivares de milho um ano após a aplicação do

herbicida, demonstrando diferentes sensibilidades em variedades da mesma espécie.



Figura 5. Sintomas de injúrias causadas por imazamox em milho.

Fonte: University of Missouri (2020).

Tais informações acerca do potencial *carryover* dos herbicidas deveriam ser mais acessíveis aos produtores e profissionais de campo, uma vez que é explícito o problema que pode causar em culturas sensíveis a resíduos destas moléculas. Faz-se necessário apresentar estes dados de forma didática, sejam em bulas, boletins técnicos, cartilhas, entre outros, auxiliando no momento do planejamento e no uso adequado dos inibidores da ALS.

7 | ALTERNATIVAS PARA EVITAR O RISCO DE CARRYOVER

Uma vez identificada a ocorrência de *carryover*, há a necessidade de buscar alternativas para solucionar este problema, sem causar danos ambientais, de baixo custo para o produtor e de fácil execução. Diante disso, a técnica de biorremediação é um mecanismo que atende a estas demandas, pois é caracterizada pelo uso de organismos

vivos (microrganismos e plantas), visando descontaminar solo e água com resíduos de moléculas orgânicas ou metais pesados (PIRES et al., 2003).

Dentro da técnica de biorremediação está a fitorremediação. Esta é a utilização de espécies vegetais que apresentam capacidade seletiva ao mecanismo de ação, promovendo degradação parcial ou completa das moléculas-alvo, transformando-as em compostos menos tóxicos, ou proporcionando translocação diferencial para outros tecidos da planta e posterior volatilização ou ligação com tecidos da planta (ACCIOLY e SIQUEIRA, 2000; PROCÓPIO et al., 2004).

Os vegetais atuam em processos diretos ou indiretos na fitorremediação. Na remediação direta, a planta absorve as moléculas poluentes, acumulando ou metabolizando em compostos menos ou não tóxicos. Na remediação indireta, a planta estimula microrganismos presentes no solo a degradarem as moléculas poluentes (TAVARES, 2013). A Figura 6 representa esquematicamente os mecanismos de fitorremediação em solos contaminados.

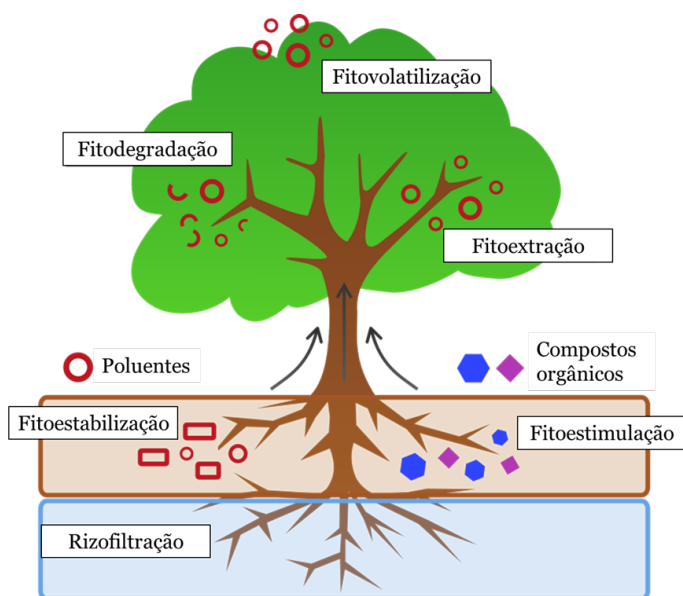


Figura 6. Representação esquemática dos processos de remediação promovidos pela planta.

Fonte: Adaptado de Arulnangai (2015).

- **Rizofiltração:** Mecanismo que pode ser considerado uma fitoextração, em que ocorre a adsorção e/ou precipitação dos contaminantes nas raízes (MEJÍA et al., 2014).
- **Fitoestabilização:** Mecanismo de redução da mobilidade e migração dos con-

taminantes no solo, imobilizando, lignificando ou umidificando as moléculas nos tecidos das raízes (TAVARES, 2013).

- **Fitoestimulação:** Mecanismo de estímulo da biodegradação dos contaminantes por meio de atividade microbiana no solo, por meio de exsudados radiculares, fornecimento de tecidos vegetais como fonte de energia, sombreamento e aumento da umidade do solo (TAVARES, 2013).
- **Fitoextração:** Mecanismo de absorção do contaminante do solo pela planta, acumulando-o em raízes, caules e folhas para posterior descarte (TAVARES, 2013).
- **Fitodegradação:** Mecanismo de absorção do contaminante e posterior bioconversão em compostos menos tóxicos. As plantas produzem compostos que facilitam a absorção, translocação e metabolismo das moléculas (TAVARES, 2013; MEJÍA et al., 2014).
- **Fitovolatilização:** Mecanismo de conversão dos contaminantes em compostos voláteis, posteriormente liberados na atmosfera, podendo ocorrer via biodegradação na rizosfera ou através da superfície das folhas (TAVARES, 2013).

Em estudo realizado por Procópio et al. (2004), as espécies *Mucuna deeringiana*, *Dolichus lablab*, *Crotalaria juncea*, *Stylosantes guianensis* foram as espécies que apresentaram maior potencial de uso como plantas fitorremediadoras de resíduos de trifloxysulfuron-sodium no solo.

Souto et al. (2013), avaliando espécies com potencial fitorremediador de mistura de imazethapyr + imazapic, verificaram que a espécie *Stizolobium aterrimum* apresentou maior grau de degradação do imazethapyr, a partir de análise da quantidade de CO₂ no solo.

A fitorremediação apresenta algumas limitações, como dificuldade de seleção de plantas que apresentem capacidade para promover os mecanismos da técnica, tempo relativamente longo para obtenção de resultados, a metabolização do herbicida pode gerar moléculas mais problemáticas e possibilidade da planta fitorremediadora tornar-se planta daninhas (PIRES et al., 2003). No entanto, é prática viável na descontaminação de solos devido aos seus benefícios, tais como menor custo em relação a outras técnicas, facilidade de monitoramento das plantas, compatibilidade com os equipamentos utilizados na agricultura, contribui para melhorar as propriedades físicas e biológicas do solo (PIRES et al., 2003).

8 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os herbicidas inibidores da ALS representam o mecanismo de ação com maior número de moléculas registradas. Como foi demonstrado ao longo deste capítulo, apesar de pertencer ao mesmo mecanismo de ação, ou, inclusive, ao mesmo grupo químico,

os herbicidas sofrerão diferentes processos no solo ao longo do tempo. Para evitar a ocorrência de *carryover*, torna-se necessário um planejamento adequado antes de realizar a aplicação do herbicida, levando em consideração suas propriedades físico-químicas, as características edafoclimáticas e ambientais, e as culturas que serão implementadas em sucessão.

Existe uma carência de informação acerca do potencial *carryover* dos herbicidas inibidores da ALS. Assim, deve-se realizar pesquisas para descobrir a dinâmica dessas moléculas em diferentes solos e regiões e fornecer informações aos produtores e técnicos para prevenir prejuízos econômicos e danos ambientais.

É muito importante investir em técnicas de descontaminação de resíduos de herbicidas no solo, especialmente - aquelas voltadas para a biorremediação, pois esses métodos são viáveis economicamente e não causam problemas ambientais. A fitorremediação é um método que apresenta eficiência na inativação de moléculas contaminantes e que podem causar injúrias em culturas sensíveis, necessitando de mais pesquisas afim de identificar plantas com potencial fitorremediador dos herbicidas inibidores da ALS.

REFERÊNCIAS

ACCIOLY, A. M. A.; SIQUEIRA, J. O. Contaminação química e biorremediação do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R (Eds.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 1. p. 299-352, 2000.

AGROFIT. **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 15 de setembro de 2020.

AGROLINK. **O portal do conteúdo agropecuário**. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/>>. Acesso em: 23 de setembro de 2020.

ALONSO, D. G.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R. S.; KOSKINEN, W. C.; OLIVEIRA NETO, A. M.; DAN, H. A.; GUERRA, N. *Carryover* potencial of herbicides used for *Coryza* sp. control. In: **Proceedings of 2011 Weed Science Society of America Annual Meeting**. Portland, USA: Weed Science Society of America, 2011.

ALONSO, D. G.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J. Potencial de *carryover* de herbicidas com atividade residual usados em manejo outonal. In: CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; OLIVEIRA NETO, A. M. (Eds.). **Buva: fundamentos e recomendações para manejo**. Curitiba: Omnipax, p. 91-104, 2013.

ARULNANGAI, X. D. **Phytoremediation Process**, 2015. Disponível no repositório digital da Wikimedia Commons. Acesso em: 01 de outubro de 2020.

BAILEY, G. W.; WHITE, J. L. Factors influencing the adsorption, desorption, and movement of pesticides in soil. In: GUNTHER, F. A.; GUNTHER, F. D (Eds.). **Single Pesticide Volume: The Triazine Herbicides**. New York: Springer, v. 32, p. 29-92, 1970.

BARCELLOS JÚNIOR, L. H.; AGAZZI, L. R.; PEREIRA, G. A. M.; DA SILVA, E. M. G.; PIRATOBA,

A. R. A.; DE SOUZA, P. S. R.; DA SILVA, A. A. Espécies indicadoras de resíduos de saflufenacil em solos. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 18, n. 2, p. 653-1-7, 2019.

BRIGANTE, M.; ZANINI, G.; AVENA, M. Effects of montmorillonite on the chemical degradation kinetics of metsulfuron methyl in aqueous media. **Applied Clay Science**, v. 80-81, p. 211-218, 2013.

CARVALHO, F. T.; MORETTI, T. B.; SOUZA, P. A. Efeito do residual no solo de nicosulfuron isolado e em mistura com atrazine sobre culturas agrícolas subsequentes. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 9, n. 1, p. 26-34, 2010.

CARVALHO, S. J. P.; SOARES, D. J.; LOPEZ-OVEJERO, R. F.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Soil persistence of chlorimuron-ethyl and metsulfuron-methyl and phytotoxicity to corn seeded as a succeeding crop. **Planta Daninha**, v. 33, n. 2, p. 331-339, 2015.

CARVALHO, S. J. P.; SOARES, D. J.; OVEJERO, R. F. L.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Persistência de imazethapyr no solo e toxicidade ao milho semeado em sucessão. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 17, n. 2, p. 583-1-7, 2018.

COBUCCI, T.; PRATES, H. T.; FALCÃO, C. L.; REZENDE, M. M. Effect of imazamox, fomesafen, and acifluorfen soil residue on rotational crops. **Weed Science**, p. 258-263, 1998.

DAL MAGRO, T.; REZENDE, S. T. D.; AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L.; SILVA, A. A. D.; FALKOSKI, D. L. Propriedades enzimáticas da enzima ALS de *Cyperus difformis* e mecanismo de resistência da espécie ao herbicida pyrazosulfuron-ethyl. **Ciência Rural**, v. 40, n. 12, p. 2439-2445, 2010.

DALLEY, C. D.; BERNARDS, M. L.; KELLS, J. J. Effect of weed removal timing and spacing on soil moisture in corn (*Zea mays*). **Weed Technology**, v. 20, n. 2, p. 399-409, 2006.

FELIX, J.; DOOHAN, D. J.; DITMARSEN, S. C.; SCHULTZ, M. E.; WRIGHT, T. R.; FLOOD, B. R.; RABAEY, T. L. Sensitivity of sweet corn (*Zea mays* L.) and potatoes (*Solanum tuberosum* L.) to cloransulam-methyl soil residues. **Crop Protection**, v. 21, n. 9, p. 763-772, 2002.

GHEHO, E. A.; DE OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; TAKANO, H. K.; GEMELLI, A. Atividade residual de herbicidas aplicados no algodoeiro sobre culturas semeadas em sucessão. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 1, p. 143-152, 2016.

GUERRA, N.; OLIVEIRA JR; R. S.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA NETO, A. M.; SANTOS, G.; JUMES, T. M. C. Persistência de trifloxysulfuron-sodium e pyriithiobac-sodium em diferentes tipos de solo. **Planta Daninha**, v. 29, n. 3, p. 673-681, 2011.

LEWIS, K. A.; TZILIVAKIS, J.; WARNER, D.; GREEN, A. An international database for pesticide risk assessments and management. **Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal**, v. 22, p. 1050-1064, 2016.

LEWIS, K.; TZILIVAKIS, J. Development of a data set of pesticide dissipation rates in/on various plant matrices for the Pesticide Properties Database (PPDB). **Data**, v. 2, n. 3, p. 28, 2017.

MANCUSO, M. A. C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Efeito residual de herbicidas no solo ("carryover"). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 10, n. 2, p. 151-164, 2011.

MARCHESAN, E.; SANTOS, F. M.; GROHS, M.; AVILA, L. A.; MACHADO, S. L. O.; SENSEMAN, S.

A.; MASSONI, P. F. S.; SARTORI, G. S. M. Carryover of imazethapyr and imazapic to nontolerant rice. **Weed Technology**, v. 24, n. 1, p. 6-10, 2010.

MEJÍA, P. V. L.; de NADAI ANDREOLI, F.; ANDREOLI, C.; SERRAT, B. M. Metodologia para seleção de técnica de fitorremediação em áreas contaminadas. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 31, p. 97-104, 2014.

MENDES, K. F.; DIAS, R. C.; REIS, M. R. Carryover e persistência de herbicidas em solos. **Boletim Técnico**, Viçosa: SBCPD Comitê de Qualidade Ambiental, 2017. 12 p.

MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; DIAS, C. T. S. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da ALS na cultura da soja (*Glycine max*). **Planta Daninha**, v. 18, n. 3, p. 419-425, 2000.

MONQUERO, P. A.; SABBAG, R.; ORZARI, I.; HIJANO, N.; GALVANI FILHO, M.; DALLACOSTA, V.; KROLIKOWSKI, V.; HIRATA, A. C. Lixiviação de saflufenacil e residual após períodos de seca. **Planta Daninha**, v. 30, n. 2, p. 415-423, 2012.

OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; KOSKINEN, W.C.; FERREIRA, F.A.; KHAKURAL, B.R.; MULLA, D.J.; ROBERT, P.J. Spatial variability of imazethapyr sorption in soil. **Weed Science**, v. 47, n. 2, p. 243-248, 1999.

OLIVEIRA, M. F. Comportamento de Herbicidas no Ambiente. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J. **Plantas Daninhas e seu Manejo**. Guaíba: Agropecuária, p. 263-304, 2001.

PIRES, F.; SOUZA, C.; SILVA, A.A.; PROCÓPIO, S.; FERREIRA, L. Fitorremediação de solos contaminados com herbicidas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 335-341, 2003.

PROCÓPIO, S. O.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A.; PIRES, F. R.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; SANTOS, E. A.; FERREIRA, L. R. Seleção de plantas com potencial para fitorremediação de solos contaminados com o herbicida trifloxysulfuron-sodium. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 315-322, 2004.

RENNER, K. A.; MEGGIT, W. F.; PENNER, D. Effect of soil pH on imazaquin and imazethapyr adsorption to soil and phytotoxicity to corn (*Zea mays*). **Weed Science**, v. 36, n. 1, p. 78-83, 1988.

SANTOS, G.; FRANCISCHINI, A. C.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA, J. R. S. Carryover proporcionado pelos herbicidas S-metolachlor e trifluralin nas culturas de feijão, milho e soja. **Planta Daninha**, v. 30, n. 4, p. 827-834, 2012.

SCURSONI, J. A.; MONTOYA, J. C.; VIGNA, M. R.; GIGÓN, R.; ISTILART, C.; PUGNI, J. P. R.; LÓPEZ, R.; PORFIRI, C. Impact of imazamox and imazapyr carryover on wheat, barley, and oat. **Weed Technology**, v. 31, n. 6, p. 838-846, 2017.

SILVA, A. A., FERREIRA, F. A., FERREIRA, L. R. Herbicidas: Classificação e mecanismos de ação. In: SILVA A. A.; SILVA J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: UFV, p. 83-148, 2007.

SMITH, M. C.; SHAW, D. R.; MILLER, D. K. In-field bioassay to investigate the persistence of imazaquin and pyriithiobac. **Weed Science**, v. 53, n. 1, p. 121-129, 2005.

SOUSA, C. P.; BACARIN, M. A.; PINTO, J. J. O. Growth of residual herbicide (imazethapyr plus

imazapic) bio-indicators sown in rotation with clearfield (R) rice. **Planta Daninha**, v. 30, n. 1, p. 105-111, 2012.

SOUTO, K. M.; JACQUES, R. J. S.; AVILA, L. A. D.; MACHADO, S. L. D. O.; ZANELLA, R.; REFATTI, J. P. Biodegradação dos herbicidas imazetapir e imazapique em solo rizosférico de seis espécies vegetais. **Ciência Rural**, v. 43, n. 10, p. 1790-1796, 2013.

TAVARES, S. D. L. Técnicas de remediação. In: TAVARES, S. R. L. **Remediação de solos e águas contaminadas por metais pesados: conceitos básicos e fundamentos**. Joinville: Clube de Autores, 2013. p. 61-90.

VARGAS, L.; ADEGAS, F. S.; NETTO, A. G.; BORGATO, E. A.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da acetolactato sintase (ALS) (Grupo B). In: CHRISTOFFOLETI, P.; NICOLAI, M. **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 4ª ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas Daninhas ao Herbicidas, p. 99-117, 2016.

PEDOMETRIA E MAPEAMENTO DIGITAL: CONTRIBUIÇÕES NA CLASSIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE SOLOS

Data de aceite: 01/12/2020

Data de submissão: 11/09/2020

Waldir de Carvalho Junior

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa
Agropecuária
Rio de Janeiro – RJ
<http://lattes.cnpq.br/7992394393174495>

Helena Saraiva Koenow Pinheiro

UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro
Seropédica -RJ
<http://lattes.cnpq.br/6947091664236298>

Theresa Rocco Pereira Barbosa

UFSM - Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria - RS
<http://lattes.cnpq.br/5217677044077003>

RESUMO: A Pedometria e o Mapeamento Digital de Solos ocupam um lugar importante na ciência do solo. Este ramo da pedologia, trata de estudar aspectos dos solos através de cálculos e modelos estatísticos e geoestatísticos. Atualmente tem sofrido um grande avanço em função de novas tecnologias disponíveis em vários níveis, como novas ferramentas, novos sensores, etc. A espectroscopia, os modelos digitais de elevação, e outros sensores tem disponibilizado farto material para a análise matemática pedológica, ou pedometria. A capacidade de atualizar mapeamentos com rapidez, de gerar novos mapas e com isso novas interpretações, também tem contribuído para

este avanço da pedometria. É de fato, o ramo da ciência do solo que mais tem tido avanços neste século. Assim, iniciativas em validar e implementar técnicas de mapeamento digital de solos e interpretações técnicas, disseminar o conhecimento em uso e conservação do solo e da água devem ser encorajadas, tendo em vista o cenário atual para uma agricultura de base sustentável ao produtor rural, em prol do aumento da produção, diversificação e competitividade da atividade agropecuária, em consonância com as ações do Programa Nacional de Levantamento e Interpretação de Solos (PronaSolos).

PALAVRAS - CHAVE: Pedometria, MDS, Pronasolos

PEDROMETRICS AND DIGITAL MAPPING: CONTRIBUTIONS TO SOIL CLASSIFICATION AND MAPPING

ABSTRACT: Pedometrics and Digital soil mapping are very important in soil science. This this branch of pedology uses to study soils aspects by calculations and statistics and geostatistics models. Nowadays, new technologies available in several levels supportd by new tools and sensors improve in pedometrics science. Spectroscopy, digital elevation models, and others, produce wide material to pedological mathematical analysis, pedometrics. The capacity to update soil maps, to create new data and new interpretations, have account to improve the pedometrics. In fact, it is the part of soil science with more advances in the past years. So, introduce and validate these digital soil mapping techniques and inepretations must be encouraged to answer the sustainable agriculture demands, as well as to accord with

the objectives of the National Soil Program (Pronasolos).

KEYWORDS: Pedometrics, DEM, PronaSolos

1 | INTRODUÇÃO

A pedologia é o estudo do solo em sua posição natural, comumente subdividida em morfologia, fatores e processos de formação, classificação e mapeamento (Bockheim et al., 2005). Pensar pedologia buscando formular e resolver questões através de técnicas matemáticas e estatística, é pedometria e, portanto, são áreas intimamente relacionadas (Minasy et al., 2014). Um foco importante da pedometria é a capacidade de mapear. Nesse contexto entra o mapeamento digital, no qual modelos são aplicados na predição espacial de classes e propriedades do solo com erros conhecidos.

Estruturalmente, a Pedometria e o Mapeamento Digital de Solos (MDS) passaram a fazer parte de associações científicas em diferentes momentos no mundo. Em 1988 surge o grupo de trabalho em pedometria na *International Society of Soil Sciences (ISSS)*. Na *International Union of Soil Sciences (IUSS)*, é estabelecida como comissão 1.6 nominada *Pedometrics* em 2004 (Pedometrics.org; Minasy et al. 2014). No Brasil, a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS), criou a comissão de pedometria em 2009 (Oliveira et al., 2015).

O termo Pedometria foi oficialmente cunhado por A.B. McBratney. A palavra é um neologismo derivado de duas palavras gregas pedos e metron, as quais significam respectivamente, solo e medição. O radical do termo é semelhante ao usado em outros campos de aplicação da estatística, como abiometria, psicometria, econometria, dentre outros (Preface of Geoderma, 1994: 62 e Minasy et al., 2014). Neste sentido, a Pedometria é a aplicação de métodos matemáticos e estatísticos para o estudo da distribuição, organização e gênese de solos com base em suas características numéricas.

O campo da Pedometria tem tido uma evolução constante e hoje pode ser definido como uma ciência interdisciplinar com integração da Ciência do Solo, da Matemática e Estatística Aplicada e da GeoInformação, contudo não limitada a isso, como pode ser visto na Figura 01 abaixo (Pedometrics.org).



Figura 01: Esquema da sobreposição dos temas que envolvem Pedometria (Adaptado de McBratney et al. (2003))

Pode ser considerado o resultado dos avanços e descobertas em novas tecnologias (sensoriamento remoto proximal, orbital e sub-orbital, tecnologia da informação e de equipamentos) e é importante enfatizar que a Pedometria é um campo da ciência relativamente recente e em evolução quando comparado a outros campos ou subdisciplinas da ciência do Solo.

Alguns tópicos importantes na Pedometria são: Análise e modelagem espaço-temporal da variação de propriedades do solo; Integração de dados em escalas variadas; Modelagem solo-paisagem com análise digital de terreno; Algoritmos quantitativos para classificação de solos; Desenho amostral; incorporação de informações ambientais (Sensoriamento Remoto); e agricultura de precisão (Pedometrics.org).

2 | MAPEAMENTO DIGITAL DE SOLOS (MDS)

O MDS é uma subdisciplina bem-sucedida da ciência do solo, com uma produção ativa de pesquisa (Minasny and McBratney, 2016). O sucesso do mapeamento digital do solo é uma confluência de vários fatores, principalmente a partir do ano 2000. Entre eles podemos citar:

- aumento da disponibilidade de dados espaciais (modelo digital de elevação – MDE, imagens de satélite, geofísicos);
- disponibilidade de poder computacional para processar dados;
- desenvolvimento de ferramentas de mineração de dados e SIG;

- inúmeras aplicações da geoestatística.

Além disso, houve um aumento na demanda global por dados espaciais, incluindo avaliações de incertezas, e um rejuvenescimento de levantamentos de solo, contando com instituições que disseminam tecnologias e conhecimento de mapeamento digital do solo.

Segundo McBratney et al. (2003) e Minasny & McBratney (2016), o MDS reúne técnicas quantitativas para predição espacial em mapeamento de solos. O modelo conceitual da abordagem tradicional de mapeamento de solos pode e deve ser modernizado e atualizado pelo uso de técnicas quantitativas contemporâneas e usando todo o conjunto de dados ambientais disponíveis. As principais diferenças entre um mapeamento convencional e o digital podem ser observados na Tabela 01 abaixo.

Convencional	Digital
Escala associada ao nível de levantamento	Escala associada ao tamanho do pixel
Fatores de formação (conceito de catena)	Variáveis ambientais preditoras
Fotointerpretação e levantamento de reconhecimento	SR, atributos do terreno, dados geológicos
Nível de informação ligado a escala	Nível de informação ligado ao pixel
Dependência do expert (experiência, conhecimento da área,...)	Influência do expert
Modelo mental (não reproduzível)	Modelo matemático
Necessidade de coleta de Perfis e AE no campo – Navegação com fotos aéreas, GPS	Necessidade de coleta de Perfis e AE no campo – Navegação com imagens, GPS
Modelos discretos	Modelos contínuos ou discretos
Mapeamento de classes de solos	Mapeamento de classes ou atributos
Normalmente sem avaliação de erro	Avaliação de erro intrínseco ao processo
Modelo dirigido pelo conhecimento	Modelo dirigido pelos dados
Amostragem livre	Amostragem baseada em modelo ou esquema definido

Tabela 01. Principais diferenças e características entre mapeamento de solos convencional e mapeamento de solos digital (Adptado de Hengl, 2003)

Segundo Lagacherie & McBratney (2006), existem três componentes principais em MDS, a saber: a entrada de dados, o processamento e a saída de informação. Estes três componentes são sequenciais e podem ser definidos da seguinte maneira. A ‘Entrada de Dados’ pode ser na forma de métodos de observação de campo e laboratório, incluindo dados legados (mapas e perfis de solo) e novas observações usando técnicas estatísticas de amostragem. O ‘Processamento’ deve ser encarado em termos espaciais e não-espaciais de sistemas de inferência, incluindo modelos matemáticos ou estatísticos relacionando as

observações de solos com suas variáveis ambientais ou fatores do modelo 'scorpan'. Já a 'Saída de Informação' incorpora os sistemas de informação espacial de solos, incluindo modelos *rasters* de predição juntamente com a avaliação da incerteza. Esta saída pode rapidamente ser atualizada e disponibilizada com a entrada de novos dados.

Esses três componentes são complexos e podem estar subdivididos em outros componentes menores, de acordo com as características das áreas estudadas, da disponibilidade de dados e da finalidade dos estudos.

3 | A ABORDAGEM PEDOMÉTRICA NA COLETA DE DADOS

Segundo Carvalho Jr et al. (2014a), o Desenho Amostral é uma atividade de escritório inicial, juntamente com a busca de informações legadas e dados de sensoriamento remoto, entre outros. Após definidas as principais variáveis relacionadas ao objeto de estudo, o desenho amostral deve buscar selecionar pontos que representem a distribuição das variáveis, ou seja, criar um subconjunto de dados que seja representativo da população total.

Diferentemente do mapeamento convencional, no mapeamento digital de solos muita atenção tem sido dada para otimização da amostragem, utilizando diferentes métodos como: amostragem aleatória; amostragem aleatória estratificada; análise multivariada; lógica fuzzy e geoestatística.

De acordo com Minasny & McBratney (2006), um esquema de amostragem com base na utilização de dados auxiliares deve ser capaz de capturar toda a variação de valores das diferentes covariáveis auxiliares utilizadas.

Segundo Carvalho Jr et al. (2014b) em trabalho realizado com propósito de avaliar as técnicas de amostragem para agilizar o levantamento em escala regional, deve se levar em consideração uma restrição espacial de acessibilidade com o intuito de tornar acessível todos os locais de amostragens. Para isso, o autor considerou que todos os pontos de amostras precisam estar dentro de uma certa distância das estradas (acessibilidade) e com uma distância mínima de pontos já coletados (evitar sobreamostragem).

Nesse sentido, os autores definiram uma área efetiva de trabalho, considerando um 'buffer' de 100 m das estradas e uma distância mínima de 500 m de locais já amostrados. Neste trabalho os autores usaram como variáveis auxiliares o modelo digital de elevação (MDE), a declividade, a curvatura e o uso e cobertura do solo. Para selecionar os locais de amostragem foi usado o Hipercubo Latino Condicionado (CLHs).

Como resultado do processo de desenho amostral, os autores não encontraram diferenças significativas entres o conjunto total de dados, o subconjunto com as restrições espaciais e os 100 pontos definidos pelo CLHs.

Deve haver uma associação entre o uso de sensores remotos proximais e a coleta tradicional. Por exemplo, Dennerley et al. (2018) usou dados Gamma Espectrométricos e

Indução Eletromagnética como variáveis auxiliares no MDS para a Identificação de zonas de manejo de solo.

Falciglia et al. (2018) fizeram a avaliação quali-quantitativa de solos contaminados por ^{241}Am e ^{152}Eu (Americio e Európio), com voos de baixa altitude de drone equipado com pequeno espectrômetro de raios gamma. Conseguiram obter bons índices de detecção e comprovaram que a técnica pode ser usada para auxiliar no estudo de locais contaminados. Neste caso, com este objetivo, poderíamos usar esta tecnologia para detecção de metais pesados nos rompimentos das barragens de resíduos.

Já Gatis et al. (2019) combinou métricas obtidas com LiDAR (elevação, declive, TWI) com levantamento espectrométrico de raios gamma com 10m de pixel (detalhe para uso local), para mapear a espessura de turfeiras para manejo e estimativa de estoque de carbono.

Ji et al. (2019) usou múltiplos sensores para topografia, condutividade elétrica aparente do solo e raios gamma e espectroradiômetro VIS-NIR para prever Matéria Orgânica do Solo, pH, P, K, Ca, Mg e Al. Obteve resultados com $r^2 > 0.5$ de maneira geral, usando uma série de modelos 'data mining' (Support Vector Machine - SVM, RandomForest e CART).

Li, N. et al. (2019) usaram o MDS para dar suporte à adubação da cana de açúcar em uma área da Austrália. Usaram raios gamma e indução eletromagnética e obtiveram um $r^2 > 0.7$, propiciando uma utilização bastante objetiva desta tecnologia.

Reinhardt & Herrmann (2019) fizeram uma revisão crítica sobre a utilização de raios gamma e concluíram que para a ciência do solo, os raios gamma tem valor pois detectam um sinal da superfície da paisagem e integram informações de volume ou de profundidade, podem ser proximais ou não e associados a outros métodos de SR podem prover informação para melhor compreender os processos de formação e a distribuição espacial de propriedades dos solos.

4 | ESPECTROSCOPIA: VIS-NIR-MIR

Uma das vantagens de usar esta tecnologia para análise de solos é não deixar resíduos químicos, ou seja, trata-se de uma análise química limpa. Dentre os trabalhos neste campo da pedometria, **Marques, K.P.P. et al. (2019)** avaliaram como o espectro NIR pode melhorar a classificação de um perfil de solo. Já Manage, L.P.M. et al. (2019 e 2018) estimaram a densidade de partícula do solo com VNIR criando uma função de pedotransferência, bem como para características dos solos afetadas pelo teor de umidade do mesmo.

Xia, Y. et al. (2018) desenvolveram métodos de análises de dados espectroscópicos Near- and Mid-Infrared Spectroscopy para avaliar a qualidade do solo (C, N, Ca, entre outros elementos). Em outro trabalho, Cheng, H. et al. (2019) estimaram a concentração

de metais nos solos urbanos e usaram também para classificar perfis de solos com SVM.

Para analisar e avaliar carbono orgânico do solo (COS), England & Rossel (2018) utilizaram sensores proximais VNIR com bons resultados. Para quantificar diferentes formas de Fe no solo Xu, S. et al. (2018) usaram a espectroscopia V-NIR.

No Brasil, Demattê, et al. (2019) estudaram estas técnicas para construir o futuro de laboratório de solos híbrido com baixo impacto ambiental. Além disso, Demattê et al. (2020) são referência nacional na gestão da primeira Biblioteca Espectral de Solos do Brasil e uma potencial fonte de dados legados limpos. Atualmente a biblioteca consta com mais de 39000 amostras de solos, em 26 Estados e com contribuição de 46 Instituições.

Segundo Recena, R. et al. (2019) é possível avaliar a fertilidade e funções do solo por V-NIR. Já Knadel, M. et al. (2018) determinaram a superfície específica de partículas do solo por V-NIR. Moura-Bueno, J.M. et al. (2019) usaram VIS-NIR-SWIR para obter predições de COS mais acuradas, com a criação de bibliotecas espectrais e obtiveram resultados bons com $r^2 > 0.7$.

5 | MODELAGEM

A etapa de modelagem nos permite usar todo o ferramental tecnológico disponível (tanto sensores remotos quanto sistemas computacionais e bancos de dados). Neste momento, devemos estar atentos às covariáveis utilizadas. Os modelos pedométricos podem ser espaciais ou não espaciais.

Novamente aqui o sensoriamento remoto, proximal ou não, em muito contribui para o alcance dos bons resultados que temos visto no desenvolvimento e avanço das técnicas de MDS e pedometria.

Um dos principais dados de entrada utilizados no MDS é o modelos digital de elevação (MDE). Tais modelos para representação da altimetria são muito importantes e podem ser obtidos por várias técnicas (Hutchinson & Gallant, 2000), pela interpolação de feições vetoriais (pontos cotados, curvas de nível e hidrografia) ou diretamente de sensores remotos. Os MDE obtidos por sensoriamento remoto orbital estão disponíveis mundialmente, com grande cobertura de área por cena e baixo custo de processamento; porém, a qualidade das informações depende da rugosidade e da declividade do terreno (Pinheiro et al., 2012).

Os MDEs fornecem informações altimétricas e suas derivadas, normalmente correlacionadas a classes e atributos de solos. Contribuem para sua importância também a disponibilidade, acessibilidade e gratuidade destes dados. Podemos listar alguns produtos desta natureza, como por exemplo:

- SRTM
- 36,500 Satellite Images from RADARSAT-1 Now Available to the Public

- Uso combinado com outros sensores (correlação entre sensores proximais e não proximais)
- LiDAR (Light Detection And Ranging) sensor remoto ativo

Muitos estudos mostram a estreita relação entre solos (classes ou atributos) e os modelos numéricos de superfície (derivados do MDE). Por exemplo, Salazar, S.E. et al. (2019) desenvolveram um instrumento LiDAR proximal para medir propriedades dos solos insaturados com bons resultados. Já Campbell, D.M.H. et al. (2013) conseguiram mapear a resistência do solo a penetração com dados derivados também do LiDAR proximal.

Reddy, A.D. et al. (2015) estudaram a perda de C em turfeiras (organossolos) com fogo através de dados LiDAR pela avaliação da variação do modelo digital do terreno (MDT) antes e depois do fogo, com resultados muito interessantes, conforme a Figura 02.

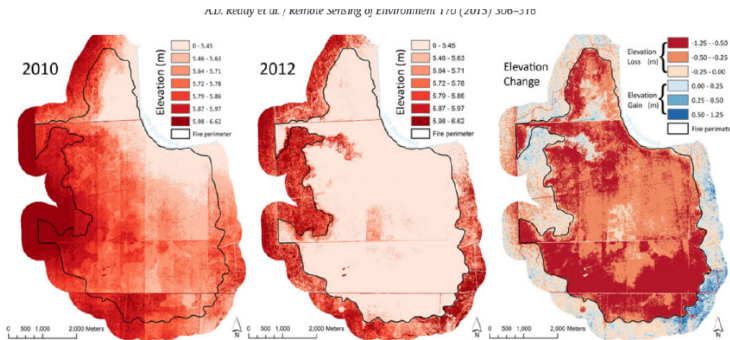


Fig. 4. Depicted are the 2010 (left) and 2012 (middle) LiDAR-derived surface elevations for the Lateral West fire scar and a 500 m buffer surrounding it. To the right, a map of elevation change calculated as the 2012 minus 2010 DEM is shown.

Figura 02. Ilustração de como foi feita avaliação de perda de carbono espacialmente (Reddy, A.D. et al. (2015)), onde são representadas as elevações de superfície derivadas de LiDAR com buffer de 500m em 2010 (esquerda) e 2012 (meio) para a cicatriz Lateral Westfire. À direita, um mapa de mudança de elevação calculado pela diferença do MDE de 2012 e 2010.

Em trabalho realizado no semiárido brasileiro, Ferraz da Silveira et al. (2018) combinaram dados MSI/Sentinel-2 e LiDAR para mapear a vegetação e suas relações com os atributos dos solos com bons resultados alcançados.

6 | O MAPEAMENTO DIGITAL DE SOLOS

Um dos trabalhos mais citados sobre MDS, McBratney et al. (2003), definiram a modelagem com uso de modelos que levam em consideração os fatores de formação dos solos, chamado de SCORPAN, onde:

- S – Solo (propriedade ou classe)
- C – Clima
- O – organismos
- R – topografia, atributos do terreno
- P – material de origem
- A – tempo
- N – posição espacial

Neste tipo de abordagem, os estudos podem identificar quais variáveis definem cada fator de formação dos solos e quais são as mais importantes. Na Figura 03 podemos ver exemplos de variáveis que podem ser usadas para representar os fatores de formação dos solos contidos na equação SCORPAN. Na Figura 04 podemos observar o diagrama genérico para o processo de MDS focando no pré-processamento necessário ao entendimento das correlações entre as variáveis ou covariáveis ambientais e as características dos solos.

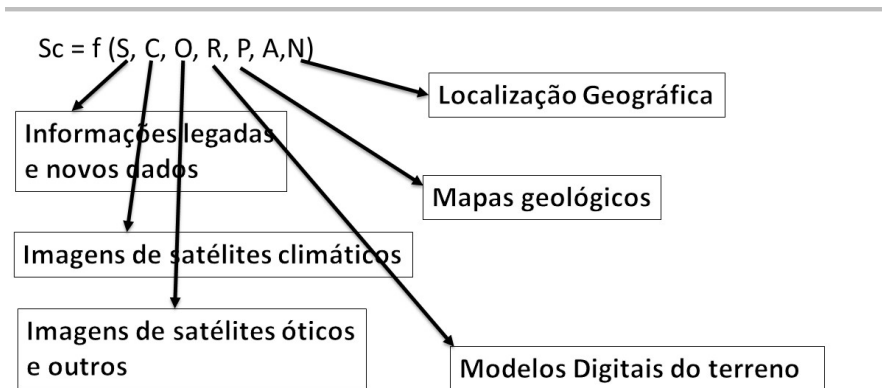


Figura 03. Variáveis relacionadas aos fatores da equação SCORPAN

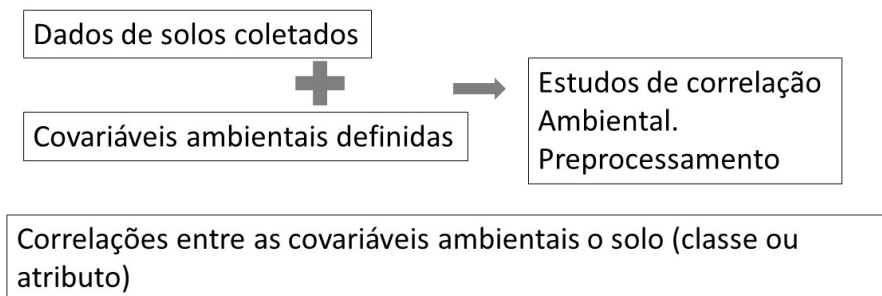


Figura 04. Diagrama genérico de um processo de MDS

As técnicas de MDS podem ser divididas, segundo McBratney et al., 2003 e Carvalho Jr et al., 2014, em CLORPT, Geoestatísticas ou híbridas (Figura 05). Nas técnicas CLORPT, os modelos são determinísticos, com relação de causa e efeito. São usadas variáveis exógenas para clima, organismos, tempo e uso da terra. Os modelos empíricos mais usados são as regressões lineares, regressões polinomiais, modelos baseados em árvores, entre outros. Nas técnicas Geoestatísticas, abordando uma modelagem estocástica, baseada na teoria das variáveis regionalizadas, em sua relação apenas com a distribuição espacial dela própria. Os modelos empíricos mais comuns são a 'krigagem' em suas várias formas (ordinária, simples, com covariáveis auxiliares, entre outras).

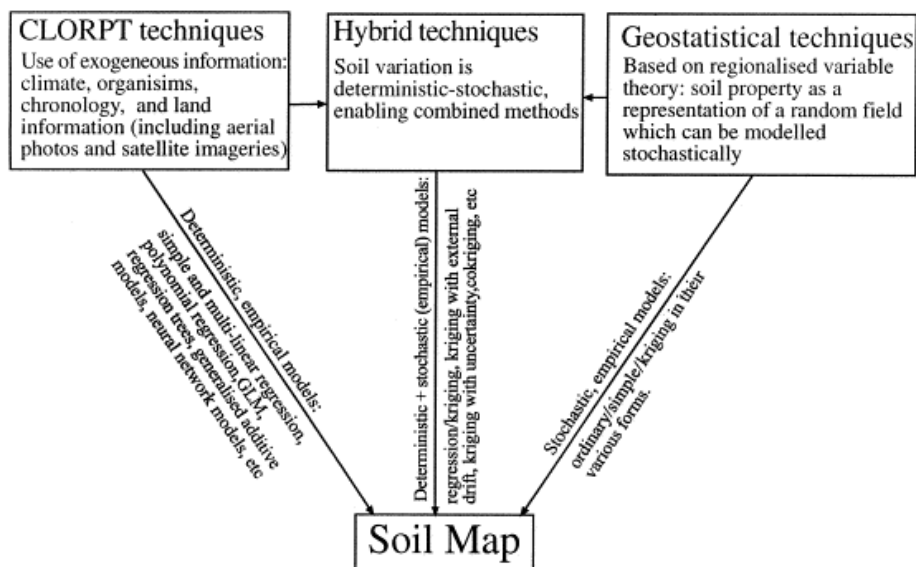


Figura 05. Representação esquemática dos tipos de modelagem aplicadas em MDS (Minasny and McBratney, 2016)

Podemos caracterizar o mapeamento digital de solos então pelo uso de covariáveis ambientais e morfometria, em escalas variadas, indo numa abordagem do ponto ao mapa. Muito avanço tem sido obtido no MDS para atributos de solos, mas existem poucos trabalhos quando se fala em mapeamento digital de classes de solos (Carvalho Jr, et al., 2020).

Todavia, de forma semelhante, podemos usar os bancos de dados de solos para modelagem de classes de solos. Vários modelos podem ser usados (machine learning, lógica fuzzy, structural equation modelling, etc). Uma característica intrínseca ao processo de MDS é a avaliação do erro, tanto para atributos quanto para classes, variando apenas o tipo de índice que se usa para uma ou outra tarefa.

Por exemplo, para classes de solos, alguns índices são obtidos através da matriz de confusão, como acurácia global, acurácia do produtor, acurácia do usuário e índice kappa. Para os modelos que trabalham com atributos de solos, os índices mais usados para avaliação do erro são o coeficiente de determinação (r^2), raiz da soma do erro quadrático, erro médio, entre outros.

Mas, segundo Carvalho Junior et al (2020), a experiência do pedólogo é necessária em quase todas as fases do MDS, desde a definição de covariáveis, elaboração do desenho amostral, coleta de dados no campo e confecção de relatórios e interpretações. Apenas uma fase de aprendizado de máquina (machine learning) não requer a expertise do pedólogo (Figura 06).

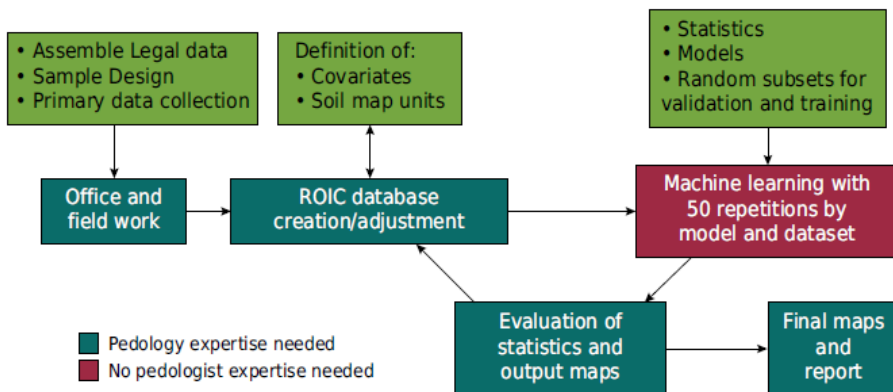


Figura 06. Esquema mostrando as etapas de MDS com e sem necessidade da expertise do pedólogo (Carvalho Junior et al., 2020)

71 NOVAS INTERPRETAÇÕES DE MAPAS DE SOLOS E APLICAÇÕES UTILITÁRIAS

A partir destes novos modelos de mapas de atributos e/ou classes, novas opções de interpretações surgem como a elaboração de zonas de manejo de solos, muito usado

em agricultura de precisão, mas que agora começa a ser utilizado de forma mais regional. Normalmente são aplicadas técnicas de aprendizado de máquina, ou modelos dirigidos pelos dados para este tipo de aplicação de interpretação e entendimento do conjunto de dados.

Por exemplo, Reyes et al. (2019) usaram análise de clusters para delinear zonas de manejo e encontraram que o uso de algoritmos de cluster Fuzzi são os mais adequados e mais usados para agricultura de precisão.

Também HE et al. (2018), desenvolveram aplicação para definir zonas de manejo pela análise de clusters chamada 'Management Zone Analyst 1.0.1' (Agricultural Research Service, University of Missouri-Columbia). Eles usaram uma combinação de variáveis como elevação, condutividade elétrica aparente (ECah), ECah e %Na; elevação e ECah e %Na, elevação e pH1:1 e %Na).

De acordo com Verma et al. (2018), a análise de clusters lida com a segmentação de um conjunto de N objetos em grupos (clusters) de maneira que um mesmo tipo de dado cai num cluster diferente daquele de outro dado dissimilar. O resultado da análise de cluster revela a estrutura interna e melhora o entendimento dos dados e da área de estudo. Segundo o autor, existem muitos algoritmos para análise de cluster disponíveis para este tipo de abordagem.

Pinheiro et al. (2019), em área de solos salinos na Bahia utilizaram mapas Na, CEC, Argila e Areia em distintas profundidades para estabelecer zonas de manejo através de análise de cluster, apontando regiões com limitações do ponto de vista físico-químico, de outras regiões com limitação de caráter químico ou físico, além de áreas sem limitações, provendo informações de caráter estratégico para manejo dos solos.

De fato, o MDS usa todo o arsenal tecnológico disponível, tanto de dados, de softwares, de modelos, incluindo a combinação de técnicas. Por exemplo, Wadoux et al. (2018) usaram geoestatística com dados gamma, e MDE para mapear propriedades dos solos. Já Hosek et al. (2018) usaram difratometria de raios X para mapeamento geoquímico em áreas inundadas buscando pontos de poluição.

Combinando dados de MDE, Landsat e litologia, Bhering et al. (2016) conseguiram mapear areia, argila e carbono sob diferentes resoluções espaciais. Vasques, G.M. et al. (2016) mapearam COS, granulometria e retenção de água usando dados MDE e de litologia. Muzzamal, M. et al. (2018) também mostraram ser possível o uso de leituras de raios gamma e eletromagnetismo para mapear as frações granulométricas do solo. Já Gallo, B.C. et al. (2018) usou imagens multitemporais para quantificar atributos superficiais de solos e sua relação com a classe de solo e geologia.

Sapia, V. et al. (2017) usaram tomografia de resistividade elétrica e magnetometria para mapear a profundidade e metais numa área de depósito de lixo. Para estudar os 'terroirs' na Itália, Priori, S. et al. (2019) usaram uma combinação de sensores proximais (magnetometria e gamma) para caracterizar a variabilidade espacial do solo em relação ao

Terroir.

Também combinando dados de diferentes fontes e sensores, Ceddia, M.B. et al. (2017) estudaram o estoque de carbono e granulometria dos solos de uma região amazônica com dados de MDE, multiespectrais e radar. Já Zhang, S.W. et al. (2012) mapearam MOS usando índices de terreno e variáveis categóricas (uso e mapa de classes de solo). Chagas, C.D. et al. (2016) mapearam a textura superficial de solos usando como covariáveis bandas e índices de uma imagem Landsat 5 no semiárido brasileiro.

8 | CONSIDERAÇÕES E TENDÊNCIAS

Segundo Rossiter (2018), a Tecnologia da Informação (TI) tem contribuído para as ciências ambientais. O mais óbvio é a proliferação de sistemas de sensores remotos (satélites e aeronaves), bem como os sensores proximais (escala de campo) e os instrumentos de laboratório. Por exemplo, Viscarra Rossel et al. (2017) comentaram sobre as bibliotecas espectrais, que podem combinar raios gamma, câmeras digitais, espectrômetros V-NIR, entre outros. Assim, múltiplos sensores são hoje rotina na chamada “agricultura de precisão”.

Laboratórios de espectrometria (visible and near infrared - vis-NIR, 400–2500 nm wavelengths) podem aumentar a capacidade análise de solos, substituindo em parte a química úmida que deixa resíduos. Aqui falamos da química limpa, sem resíduos para o meio ambiente.

Na parte física do solo também tem havido o desenvolvimento de aplicações como por exemplo a estimativa de granulometria por Laser diffraction granulometry (Makó et al., 2017) e estabilidade do agregado (Rawlins et al., 2015). Também o Laser scanner (Hirmas et al., 2016) e raio X (Helliwell et al., 2013) tem sido avaliados para quantificar a estrutura dos solos.

Pelo desenvolvimento da TI, acreditamos que os dados provenientes de gamma espectrômetros são bastante promissores, pois estão se tornando mais acessíveis (preço e disponibilidade) e os instrumentos estão se modernizando e sendo aplicados em várias plataformas.

Sendo assim, iniciativas em validar e implementar técnicas de mapeamento digital de solos e interpretações técnicas, disseminar o conhecimento em uso e conservação do solo e da água devem ser encorajadas, tendo em vista o cenário atual visando uma agricultura de base sustentável ao produtor rural, em prol do aumento da produção, diversificação e competitividade da atividade agropecuária, em consonância com as ações do Programa Nacional de Levantamento e Interpretação de Solos (PronaSolos).

REFERÊNCIAS

- BHERING, S.B.; CHAGAS, C.S.; CARVALHO JUNIOR, W.; PEREIRA, N.R.; FILHO, B.C.; PINHEIRO, H.S.K. **Mapeamento digital de areia, argila e carbono orgânico por modelos Random Forest sob diferentes resoluções espaciais.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 51, n. 9, p. 1359–1370, 2016. DOI: 10.1590/S0100-204X2016000900035.
- CAMPBELL, D.M.H.; WHITE, B.; ARP, P.A. **Modeling and mapping Soil resistance to penetration and rutting using LiDAR-derived digital elevation data.** Journal of Soil and Water Conservation, [S. l.], v. 68, n. 6, p. 460–473, 2013. DOI: 10.2489/jswc.68.6.460.
- CARVALHO JUNIOR, W.; PEREIRA, N.R.; FERNANDES FILHO, E.I.; CALDERANO FILHO, B.; PINHEIRO, H.S.K.; CHAGAS, C.S.; BHERING, S.B.; PEREIRA V.R.; LAWALL, S. **Sample design effects on soil unit prediction with machine: randomness, uncertainty, and majority map.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 2020; DOI: <https://doi.org/10.36783/18069657rbcS20190120>
- CARVALHO JUNIOR, W.de; LAGACHERIE, P.; DA SILVA CHAGAS, C.; CALDERANO FILHO, B.; BHERING, S.B. **A regional-scale assessment of digital mapping of soil attributes in a tropical hillslope environment.** Geoderma, v. 232–234, p. 479–486, 2014a. DOI: 10.1016/j.geoderma.2014.06.007.
- CARVALHO JÚNIOR, W.; CHAGAS, C.S.; MUSELLI, A.; PINHEIRO, H.S.K.; PEREIRA, N.S.; BHERING, S.B. **Método do hipercubo latino condicionado para a amostragem de solos na presença de covariáveis ambientais visando o mapeamento digital de solos.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, [S. l.], v. 38, n. 2, p. 386–396, 2014b. DOI: 10.1590/S0100-06832014000200003.
- CARVALHO JUNIOR, W.de; CHAGAS, C.S.; LAGACHERIE, P.; CALDERANO FILHO, B.; BHERING, S.B. **Evaluation of statistical and geostatistical models of digital soil properties mapping in tropical mountain regions.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 38, n. 3, p. 706–717, 2014c. DOI: 10.1590/s0100-06832014000300003.
- CEDDIA, M.; GOMES, A.; VASQUES, G.; PINHEIRO, É. **Soil Carbon Stock and Particle Size Fractions in the Central Amazon Predicted from Remotely Sensed Relief, Multispectral and Radar Data.** Remote Sensing, v. 9, n. 2, p. 124, 2017. DOI: 10.3390/rs9020124.
- CHAGAS, C.S.; DE CARVALHO JUNIOR, W.; BHERING, S.B.; CALDERANO FILHO, B. **Spatial prediction of soil surface texture in a semiarid region using random forest and multiple linear regressions.** Catena, v. 139, p. 232–240, 2016. DOI: 10.1016/j.catena.2016.01.001.
- CHENG, H.; SHEN, R.; CHEN, Y.; WAN, Q.; SHI, T.; WANG, J.; WAN, Y.; HONG, Y.; LI, X. **Estimating heavy metal concentrations in suburban soils with reflectance spectroscopy.** Geoderma, v. 336, n. November 2017, p. 59–67, 2019. DOI: 10.1016/j.geoderma.2018.08.010.
- DA SILVEIRA, H.L.F.; GALVÃO, L.S.; SANCHES, L.D.A.; DE SÁ, I.B.; TAURA, T.A. **Use of MSI/Sentinel-2 and airborne LiDAR data for mapping vegetation and studying the relationships with soil attributes in the Brazilian semi-arid region.** International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, v. 73, n. May, p. 179–190, 2018. DOI: 10.1016/j.jag.2018.06.016.
- DEMATTÊ, J.A.M.; DOTTO, A.C.; BEDIN, L.G.; SAYÃO, V.M.; SOUZA, A.B.E. **Soil analytical quality control by traditional and spectroscopy techniques: Constructing the future of a hybrid laboratory for low environmental impact.** Geoderma, [S. l.], v. 337, n. May 2018, p. 111–121, 2019. DOI: 10.1016/j.geoderma.2018.09.010.

- DEMATTÉ, J.A.M. et al. **The Brazilian Soil Spectral Library (BSSL): A general view, application and challenges**. *Geoderma*, v. 354, n. August, p. 113793, 2019. DOI: 10.1016/j.geoderma.2019.05.043.
- DENNERLEY, C.; HUANG, J.; NIELSON, R.; SEFTON, M.; TRIANTAFILIS, J. **Identifying soil management zones in a sugarcane field using proximal sensed electromagnetic induction and gamma-ray spectrometry data**. *Soil Use and Management*, v. 34, n. 2, p. 219–235, 2018. DOI: 10.1111/sum.12410.
- ENGLAND, J.R. & ROSSEL, R.A.V. **Proximal sensing for soil carbon accounting**. *Soil*, v. 4, n. 2, p. 101–122, 2018. DOI: 10.5194/soil-4-101-2018.
- FALCIGLIA, Pietro P.; BIONDI, Lorena; CATALANO, Roberto; IMMÈ, Giuseppina; ROMANO, Stefano; VAGLIASINDI, Federico G. A. **Preliminary investigation for quali-quantitative characterization of soils contaminated with 241Am and 152Eu by low-altitude unmanned aerial vehicles (UAVs) equipped with small size γ -ray spectrometer: detection efficiency and minimum detectable activity (MDA) concentration assessment**. *Journal of Soils and Sediments*, v. 18, n. 6, p. 2399–2409, 2018. DOI: 10.1007/s11368-017-1720-6.
- GALLO, B.C.; DEMATTÉ, J.A.M.; RIZZO, R.; SAFANELLI, J.L.; MENDES, W.S.; LEPSCH, I.F.; SATO, M.V.; ROMERO, D.J.; LACERDA, M.P.C. **Multi-temporal satellite images on topsoil attribute quantification and the relationship with soil classes and geology**. *Remote Sensing*, v. 10, n. 10, 2018. DOI: 10.3390/rs10101571.
- GATIS, N.; LUSCOMBE, D. J.; CARLESS, D.; PARRY, L. E.; FYFE, R. M.; HARROD, T. R.; BRAZIER, R. E.; ANDERSON, K. **Mapping upland peat depth using airborne radiometric and lidar survey data**. *Geoderma*, v. 335, n. February 2018, p. 78–87, 2019. DOI: 10.1016/j.geoderma.2018.07.041.
- HE, Y.; DESUTTER, T.; NORLAND, J.; CHATTERJEE, A.; CASEY, Frank; CLAY, D. **The measurement, prediction, and development of soil management zones in low-relief sodic soils**. *Precision Agriculture*, [S. l.], v. 19, n. 5, p. 858–875, 2018. DOI: 10.1007/s11119-018-9561-x.
- HELLIWELL, J. R.; STURROCK, C. J.; GRAYLING, K. M.; TRACY, S. R.; FLAVEL, R. J.; YOUNG, I. M.; WHALLEY, W. R.; MOONEY, S. J. **Applications of X-ray computed tomography for examining biophysical interactions and structural development in soil systems: A review**. *European Journal of Soil Science*, [S. l.], v. 64, n. 3, p. 279–297, 2013. DOI: 10.1111/ejss.12028.
- HIRMAS, D.R.; GIMENEZ D.; MOME FILHO, E.A.; PATTERSON, M.; DRAGER, K.; PLATT, B.F.; ECK, D.V. **Quantifying soil structure and porosity using three-dimensional laser scanning** In: HARTEMINK A.E AND MINASNY B. (editors). *Digital Soil Morphometrics, Progress in Soil Science*, v. 1, n. January, p. 425–433, 2016. DOI: 10.1007/978-3-319-28295-4.
- HOŠEK, M.; MATYS GRYGAR, T.; ELZNICOVÁ, J.; FAMĚRA, M.; POPELKA, J.; MATKOVIČ, J.; KISS, T. **Geochemical mapping in polluted floodplains using in situ X-ray fluorescence analysis, geophysical imaging, and statistics: Surprising complexity of floodplain pollution hotspot**. *Catena*, v. 171, n. July, p. 632–644, 2018. DOI: 10.1016/j.catena.2018.07.037.
- HUTCHINSON, M.F.; GALLANT, J.C. **Digital elevation models and representation of terrain shape**. In: WILSON, J.P.; GALLANT, J.C. (Editores). *Terrain analysis: principles and applications*. New York: John Wiley and Sons, 2000. p. 29-50.

JI, W.; ADAMCHUK, V.I.; CHEN, S.C.; MAT SU, A.; ISMAIL, A.; GAN, Q.J.; SHI, Z.; BISWAS, A. **Simultaneous measurement of multiple soil properties through proximal sensor data fusion: A case study.** *Geoderma*, v. 341, n. December 2018, p. 111–128, 2019. DOI: 10.1016/j.geoderma.2019.01.006.

KNADEL, M.; ARTHUR, E.; WEBER, P.; MOLDRUP, P.; GREVE, M.H.; CHRYSODONTA, Z.P.; DE JONGE, L.W. **Soil Specific Surface Area Determination by Visible Near-Infrared Spectroscopy.** *Soil Science Society of America Journal*, v. 82, n. 5, p. 1046–1056, 2018. DOI: 10.2136/sssaj2018.03.0093.

LAGACHERIE, P. & MCBRATNEY, A.B. **Spatial Soil Information Systemns and Spatial Soil Inference Systems: Perspectives for Digital Soil Mapping.** In: *Digital Soil Mapping: An Introductory Perspective*. P. Lagacherie, A.B. McBratney, M. Voltz (editores). *Developments in Soil Science*, v. 31, p. 3-22 (600), 2006. ISBN: 978-0-444-52958-9.

MAKÓ, A.; TÓTH, G.; WEYNANTS, M.; RAJKAI, K.; HERMANN, T.; TÓTH, B. **Pedotransfer functions for converting laser diffraction particle-size data to conventional values.** *European Journal of Soil Science*, [S. I.], v. 68, n. 5, p. 769–782, 2017. DOI: 10.1111/ejss.12456.

MANAGE, L.P.M.; GREVE, M.H.; KNADEL, M.; MOLDRUP, P.; DE JONGE, L.W.; KATUWAL, S. **Visible-Near-Infrared Spectroscopy Prediction of Soil Characteristics as Affected by Soil-Water Content.** *Soil Science Society of America Journal*, v. 82, n. 6, p. 1333–1346, 2018. DOI: 10.2136/sssaj2018.01.0052.

MANAGE, L.P.M.; KATUWAL, S.; NORGAARD, T.; KNADEL, M.; MOLDRUP, P.; DE JONGE, L.W.; GREVE, M.H. **Estimating Soil Particle Density using Visible Near-infrared Spectroscopy and a Simple, Two-compartment Pedotransfer Function.** *Soil Science Society of America Journal*, v. 83, n. 1, p. 37–47, 2019. DOI: 10.2136/sssaj2018.06.0217.

MARQUES, K.P.P.; RIZZO, R.; DOTTO, A.c.; SOUZA, A.B.E.; MELLO, F.A.O.; NETO, L.G.M.; ANJOS, L.H.C.do.; DEMATTÊ, J.A.M. **How qualitative spectral information can improve soil profile classification?** *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, v. 27, n. 2, p. 156–174, 2019. DOI: 10.1177/0967033518821965.

MCBRATNEY, A. B.; MENDONÇA SANTOS, M. L.; MINASNY, B. **On digital soil mapping.** *Geoderma*, v.117, p. 3-52. DOI: 10.1016/S0016-7061(03)00223-4.

MINASNY, B.; MCBRATNEY, A.B. **Digital soil mapping: A brief history and some lessons.** *Geoderma*, v. 264, p. 301–311, 2016. DOI: 10.1016/j.geoderma.2015.07.017.

MINASNY, B.; MALONE, B.; STOCKMANN, U.; ODGERS, N.; MCBRATNEY, A. B. **Pedometrics. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences**, p. 1–10, 2014. DOI: 10.1016/b978-0-12-409548-9.09163-6.

MOURA-BUENO, J.M.; DALMOLIN, R.S.D.; TEN CATEN, A.; DOTTO, A.C.; DEMATTÊ, J. A. M. **Stratification of a local VIS-NIR-SWIR spectral library by homogeneity criteria yields more accurate soil organic carbon predictions.** *Geoderma*, v. 337, n. October 2018, p. 565–581, 2019. DOI: 10.1016/j.geoderma.2018.10.015.

MUZZAMAL, M.; HUANG, J.; NIELSON, R.; SEFTON, M.; TRIANTAFILIS, J. **Mapping soil particle-size fractions using additive log-ratio (ALR) and isometric log-ratio (ILR) transformations and proximally sensed ancillary data.** *Clays and Clay Minerals*, v. 66, n. 1, p. 9–27, 2018. DOI: 10.1346/CCMN.2017.064074.

OLIVEIRA, B.L.; MEDEIROS, L.R.; FARIAS, G.S.de. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: um olhar sobre sua história.** Viçosa, MG. 2015. E-book. 177p. ISBN: 978-85-86504-13-6. Disponível em: <https://www.sbcs.org.br/wp-content/uploads/2014/01/ebook.pdf>. Acesso em: 10 set. 2020.

PEDOMETRICS.ORG – Disponível em: <http://pedometrics.org/the-history-of-pedometrics/>. Acesso em: 10 set. 2020. RECENA, R.; FERNÁNDEZ-CABANÁS, V.M.; DELGADO, A. **Soil fertility assessment by Vis-NIR spectroscopy: Predicting soil functioning rather than availability indices.** *Geoderma*, v. 337, n. March 2018, p. 368–374, 2019. DOI: 10.1016/j.geoderma.2018.09.049.

PINHEIRO, H.S.K.; XAVIER, P.A.M.; ANJOS, L.H.C; CHAGAS, C.S.; CARVALHO JÚNIOR, W. **Pedometric Tools Applied to Zoning Management of Areas in Brazilian Semi-arid Region.** *Multifunctionality and Impacts of Organic and Conventional Agriculture*, 2020. DOI: 10.5772/intechopen.88526.

PINHEIRO, H.S.K.; CHAGAS, C.S.; CARVALHO JÚNIOR, W.; DOS ANJOS, L.C.H. **Modelos de elevação para obtenção de atributos topográficos utilizados em mapeamento digital de solos.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 47, n. 9, p. 1384–1394, 2012. DOI: 10.1590/S0100-204X2012000900024.

PRIORI, S.; PELLEGRINI, S.; PERRIA, R.; PUCCIONI, S.; STORCHI, P.; VALBOA, G.; COSTANTINI, E.A.C. **Scale effect of terroir under three contrasting vintages in the Chianti Classico area (Tuscany, Italy).** *Geoderma*, v. 334, n. July 2018, p. 99–112, 2019. DOI: 10.1016/j.geoderma.2018.07.048.

RAWLINS, B. G.; TURNER, G.; WRAGG, J.; MCLACHLAN, P.; LARK, R. M. **An improved method for measurement of soil aggregate stability using laser granulometry applied at regional scale.** *European Journal of Soil Science*, v. 66, n. 3, p. 604–614, 2015. DOI: 10.1111/ejss.12250.

REDDY, A.D.; HAWBAKER, T.J.; WURSTER, F.; ZHU, Z.; WARD, S.; NEWCOMB, D.; MURRAY, R. **Quantifying soil carbon loss and uncertainty from a peatland wildfire using multi-temporal LiDAR.** *Remote Sensing of Environment*, [S. l.], v. 170, p. 306–316, 2015. DOI: 10.1016/j.rse.2015.09.017.

REINHARDT, N.; HERRMANN, L. **Gamma-ray spectrometry as versatile tool in soil science: A critical review.** *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, v. 182, n. 1, p. 9–27, 2019. DOI: 10.1002/jpln.201700447.

REYES, J.; WENDROTH, O.; MATOCHA, C.; ZHU, J. **Delineating Site-Specific Management Zones and Evaluating Soil Water Temporal Dynamics in a Farmer's Field in Kentucky.** *Vadose Zone Journal*, v. 18, n. 1, p. 1–19, 2019. DOI: 10.2136/vzj2018.07.0143.

ROSSITER, D.G. **Past, present & future of information technology in pedometrics.** *Geoderma*, v. 324, n. March, p. 131–137, 2018. DOI: 10.1016/j.geoderma.2018.03.009.

SALAZAR, S.E.; GARNER, C.D.; COFFMAN, R.A. **Development of a multimode field deployable lidar instrument for topographic measurements of unsaturated soil properties: Instrument description.** *Remote Sensing*, v. 11, n. 3, p. 1–17, 2019. DOI: 10.3390/rs11030289.

SAPIA, V.; BACCHESCHI, P.; VILLANI, F.; TARONI, M.; MARCHETTI, M. **Multidisciplinary geophysical approach to map a disposal site: The Ponza island case study.** *Journal of Applied Geophysics*, v. 138, p. 264–274, 2017. DOI: 10.1016/j.jappgeo.2017.02.001.

VASQUES, G.M.; COELHO, M.R.; DART, R.O.; OLIVEIRA, R.P.; TEIXEIRA, W.G. **Mapping soil carbon, particle-size fractions, and water retention in tropical dry forest in Brazil.** *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, v. 51, n. 9, p. 1371–1385, 2016. DOI: 10.1590/S0100-204X2016000900036.

VERMA, R.R.; MANJUNATH, B.L.; SINGH, N.P.; KUMAR, A.; ASOLKAR, T.; CHAVAN, V.; SRIVASTAVA, T.K.; SINGH, P.. **Soil mapping and delineation of management zones in the Western Ghats of coastal India.** *Land Degradation and Development*, v. 29, n. 12, p. 4313–4322, 2018. DOI: 10.1002/ldr.3183.

VISCARRA ROSSEL, R.A.; LOBSEY, C.R.; SHARMAN, C.; FLICK, P.; MCLACHLAN, G. **Novel Proximal Sensing for Monitoring Soil Organic C Stocks and Condition.** *Environmental Science and Technology*, v. 51, n. 10, p. 5630–5641, 2017. DOI: 10.1021/acs.est.7b00889.

WADOUX, A.; BRUS, D.J.; HEUVELINK, G.B. M. **Accounting for non-stationary variance in geostatistical mapping of soil properties.** *Geoderma*, v. 324, n. March, p. 138–147, 2018. DOI: 10.1016/j.geoderma.2018.03.010.

XIA, Y.; UGARTE, C.M.; GUAN, K.; PENTRAK, M.; WANDER, M.M. **Developing Near- and Mid-Infrared Spectroscopy Analysis Methods for Rapid Assessment of Soil Quality in Illinois.** *Soil Science Society of America Journal*, v. 82, n. 6, p. 1415–1427, 2018. DOI: 10.2136/sssaj2018.05.0175.

XU, S.; ZHAO, Y.; WANG, M.; SHI, X. **Quantification of Different Forms of Iron from Intact Soil Cores of Paddy Fields with Vis-NIR Spectroscopy.** *Soil Science Society of America Journal*, v. 82, n. 6, p. 1497–1511, 2018. DOI: 10.2136/sssaj2018.01.0014.

ZHANG, S.; HUANG, Y.; SHEN, C.; YE, H.; DU, Y. **Geoderma Spatial prediction of soil organic matter using terrain indices and categorical variables as auxiliary information.** *Geoderma*, v. 171–172, p. 35–43, 2012. DOI: 10.1016/j.geoderma.2011.07.012.

CAPÍTULO 6

MIX EM PLANTAS DE COBERTURA/VERÃO: “TECNOLOGIA VERDE” MONITORADA COM FERRAMENTAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO

Data de aceite: 01/12/2020

Data de submissão: 04/09/2020

Rodrigo Barichello

Universidade Comunitária da Região de
Chapecó
Chapecó- Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/6760700105264006>

Anderson Michel Wermuth

Universidade do oeste de Santa Catarina
Maravilha- Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/3350085658038363>

Cristiano Reschke Lajús

Universidade do oeste de Santa Catarina
Maravilha- Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/8778314400284428>

André Sordi

Universidade do oeste de Santa Catarina
Maravilha- Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/645491410285118>

Alceu Cericato

Universidade do oeste de Santa Catarina
Maravilha- Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/8963522822015810>

Francieli Dalcanton

Universidade Comunitária da Região de
Chapecó
Chapecó- Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/7708949855601731>

Gean Lopes da Luz

Universidade Comunitária da Região de
Chapecó
Chapecó- Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/7406267601146158>

RESUMO: A Agricultura de Precisão (AP) é o gerenciamento da variabilidade da produção e dos fatores nela envolvidos com o objetivo de possibilitar a redução do uso de insumos e do impacto sobre o meio ambiente. Os sensores remotos (SR) buscam coletar dados que são base para a AP. SR possuem infinitas aplicações como, por exemplo, monitoramento tecnológico, uma alternativa que pode ser aplicada em plantas de cobertura/verão (mix). O presente trabalho tem como objetivo avaliar o mix em plantas de cobertura/verão com o auxílio de ferramentas de AP. O trabalho foi conduzido na área experimental da Universidade do Oeste de Santa Catarina de Maravilha, SC; realizaram-se coletas de dados de precipitação e temperatura. O delineamento utilizado foi em blocos completos casualizados em esquema fatorial. Os dados de NDVI e temperatura foram coletados utilizando respectivamente, GreenSeeker® e Icel TD-550®, os mesmos foram submetidos à Análise de Variância. Em conclusão a pesquisa foi capaz de mostrar efeitos significativos no uso de ferramentas de gestão agrícola que envolvam o monitoramento com SR servindo de base para a AP.

PALAVRAS - CHAVE: Adubação verde, sensores remotos, matéria orgânica

MIX IN COVERAGE / SUMMER PLANTS: “GREEN TECHNOLOGY” MONITORED WITH PRECISION AGRICULTURE TOOLS

ABSTRACT: Precision Agriculture (PA) is the management of production variability and the factors involved in it with the objective of reducing the use of inputs and the impact on the environment. Remote sensors (RS) seek to collect data that is the basis for the PA. RS have infinite applications such as technological monitoring, an alternative that can be applied to mix / summer plants. The present work aims to evaluate the mix in cover crops / summer with the aid of PA tools. The work was conducted in the experimental area of the University of Santa Catarina West Maravilha, SC; precipitation and temperature data were collected. The design used was randomized complete blocks in factorial scheme. The NDVI and temperature data were collected using, respectively, GreenSeeker® and Icel TD-550®, they were submitted to analysis of variance. In conclusion, the research was able to show significant effects on the use of agricultural management tools that involve RS monitoring as the basis for PA.

KEYWORDS: Green manure, remote sensors, organic matter

1 | INTRODUÇÃO

Para Cirani e Moraes (2010) a Agricultura de Precisão (AP) é o gerenciamento da variabilidade da produção e dos fatores nela envolvidos, realizada por meio de tecnologias recentes adaptadas para o meio agrícola, com o objetivo de possibilitar a redução do uso de insumos e do impacto sobre o meio ambiente. Em virtude disto a agricultura comercial tem sofrido profundas modificações nos últimos anos, desencadeadas principalmente pelo emprego da tecnologia no campo, direcionada à mecanização dos processos, utilização de insumos químicos, sistema de semeadura direta, biotecnologia e à AP. Basicamente os sensores remotos (SR) buscam coletar dados que são base para a AP, estes sensores são importantes para coletarem os dados e imagens em tempo real, durante a tomada de decisão. Da mesma forma a busca por imagens aéreas também foi associada a AP.

O uso de SR possui uma infinidade de aplicações como, por exemplo, identificação de biomassa, índice foliar, moléstias, pragas, estresse hídrico, previsão de rendimento, monitoramento das propriedades do solo e mapeamento, análises químicas nas folhas, controle e gerenciamento de pragas e plantas daninhas, propriedades superficiais do solo, condições biológicas, parâmetros de clorofila, concentração de nitrogênio na folha, cobertura vegetativa, dentre outros fatores que podem ser monitorados (ZHANG; KOVACS, 2012).

Este monitoramento tecnológico é uma alternativa que pode ser aplicada em plantas de cobertura/verão (*mix*), pois com o uso intenso de monoculturas de verão, sucessiva colheita com exportação de planta inteira da lavoura e aração excessiva do solo ocorre à aceleração do processo de degradação dos Solos Catarinenses.

A adubação verde é utilizada pelos agricultores para reduzir a degradação, melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas, sendo desta forma uma alternativa para a ciclagem de nutrientes e aporte ao solo dos mesmos, bem como incremento da matéria

orgânica. Também constitui uma barreira física contra as intempéries no período de entre safras, no controle de plantas espontâneas, devido ao efeito alelopático e supressor, e na diminuição dos processos erosivos devido à proteção natural formada pela cobertura, além do acúmulo e manutenção de seus resíduos melhorando os níveis de nutrientes do solo.

Logo, a utilização de mixes em plantas de cobertura/verão poderá ser recomendado na região como uma “*tecnologia verde*” monitorada com ferramentas de AP?

O presente trabalho tem como objetivo avaliar mixes em plantas de cobertura/verão com o auxílio de ferramentas de AP.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental da Universidade do Oeste de Santa Catarina de Maravilha, SC.

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Cfa, clima subtropical, mesotérmico úmido, estações bem definidas, sem períodos de secas definidos, e com verão quente com temperatura acima de 22°C, com precipitação média anual de 1700 mm e temperatura média de 22 a 27 °C no verão e 12 a 17 °C no inverno (MOTA; BEIRSDORF; GARCEZ, 1971).

Ao longo da condução do experimento foi realizada a coleta de dados de precipitação, umidade relativa do ar e temperatura (máxima, média e mínima) (AGRITEMPO, 2019).

O clima mostrou-se característico da região Oeste do estado de Santa Catarina, bem como, descrito por Monteiro (2011), em que no verão verifica-se calor intenso, associado à alta umidade, contribui para a formação de convecção tropical, resultando em pancadas de chuvas, principalmente no período da tarde. Durante os primeiros meses do outono observou-se queda da temperatura e índices pluviométricos, conforme apresentado na figura 1.

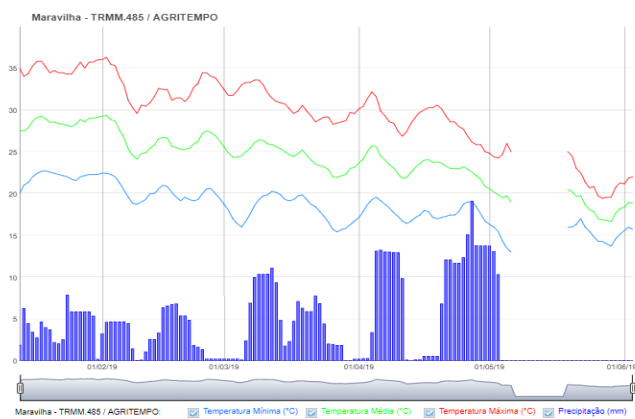


Figura 1 - Precipitação, temperaturas máximas e mínimas do experimento

O solo da área é classificado como NITOSSOLO BRUNO DISTRÓFICO (EMBRAPA, 2013). Para implantação da área foram realizadas amostragens de solo na camada arável 0-20 cm, sendo realizados as determinações de matéria orgânica do solo (MOS), pH em água, Índice SMP, alumínio trocável, fósforo, potássio, cálcio e magnésio (Quadro 1).

Argila	pH	Índice SMP	P	K	M.O	Al	Ca	Mg
%	Água	mg/dm ³	mg/dm ³	mg/dm ³	%	cmolc/dm ³	cmolc/dm ³	cmolc/dm ³
50	5,3	6,1	10,4	176	3,8	0,3	5,2	2,9
CTC	H+Al	%Sat.	Relações					
pH7		Bases	Al	Ca/Mg		Ca/K	Mg/K	
cmolc/dm ³	cmolc/dm ³							
12,37	3,8	69,26	--		1,82	11,65	6,38	
Tipo de solo								
2								

Quadro 1 - Análise de solo da área experimental. Maravilha/SC 2018

O delineamento utilizado foi em Blocos Completos Casualizados em esquema Fatorial (7x5) sendo que no fator “a” foram alocados os mixes de cobertura e no fator “b” foram alocados os dias após raleio (DAR) em três repetições ao longo do tempo. Os mixes da presente pesquisa são:

- Mix1: *Eleusine indica* - 25%; *Crotalaria ochroleuca* - 25%; *Crotalaria spectabilis* - 25% e *Cajanus cajan* - 25%.

- Mix2: *Eleusine indica* - 25%; *Crotalaria ochroleuca* - 25%; *Crotalaria spectabilis* - 25% e *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. - 25%.

- Mix3: *Eleusine indica* - 25%; *Crotalaria ochroleuca* - 25%; *Crotalaria spectabilis* - 25% e *Crotalaria juncea* - 25%.

- Mix4: *Eleusine indica* - 25%; *Crotalaria ochroleuca* - 25%; *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. - 25%; *Cajanus cajan* - 25%.

- Mix5: *Eleusine indica* - 25%; *Crotalaria ochroleuca* - 25%; *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. - 25% e *Crotalaria juncea* - 25%.

- Mix6: *Eleusine indica* - 25%; *Crotalaria spectabilis* - 25%; *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. - 25% e *Cajanus cajan* - 25%.

- Mix7: *Eleusine indica* - 25%; *Crotalaria spectabilis* - 25%; *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. - 25% e *Crotalaria juncea* - 25%.

Os tratos culturais foram realizados conforme a necessidade das culturas (mixes). Após a emergência e posterior raleio da cultura foi acompanhado o crescimento e desenvolvimento da mesma, através da leitura de *NDVI*. Para tal, foi utilizado o leitor de reflectância GreenSeeker®, posicionando o equipamento a 60cm do dossel das plantas, conforme metodologia proposta por Garcia (2015). Em relação ao termômetro infravermelho foi utilizado o modelo Icel TD-550®, posicionando o equipamento a 60cm do dossel das plantas. A produtividade e/ou rendimento foram determinados conforme metodologia proposta por Silva (2002).

Os dados coletados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) pelo teste F ($P \leq 0,05$) e as diferenças entre as médias para os *mixes* (fator qualitativo) foram comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) (FERREIRA, 2010), os mesmos foram interpretados através da elaboração de tabelas com base nas Normas de Apresentação Tabular do IBGE (1993). Em relação às análises ao longo do tempo - DAR (fator quantitativo) foi realizada a Análise de Regressão, sendo que para a escolha dos modelos matemáticos serão considerados os resultados do coeficiente de determinação (R^2) e criteriosa observação dos dados obtidos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância revelou efeito significativo ($P \leq 0,05$) dos mixes de cobertura em relação à variável resposta produtividade de massa seca (Tabela 1).

Mixes de cobertura	Produtividade em massa seca
	------(Kg/Ha)-----
T1	38430,67 ab
T2	28622,67 b
T3	38408,00 ab
T4	40409,33 a
T5	30496,00 b
T6	29872,00 b
T7	17285,33 c

Tabela 1 – Produtividade do experimento de massa seca (Maravilha, SC – 2019)

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Conforme a tabela 1, o mix com maior produtividade de massa seca foi T4 com 40409,33 kg/ha, composto por *Eleusine indica* (Pé de galinha) - 25%; *Crotalaria ochroleuca* (*Crotalaria ochroleuca*) - 25%; *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. (Milheto) - 25%; *Cajanus cajan* (Guandu) - 25%. De acordo com Torres e colaboradores (2008), o milheto mostra-se como excelente cobertura do solo de maneira isolada ou em consórcio com

Crotalaria ochroleuca. Soratto e colaboradores (2012) discorrem o grande potencial da espécie *Crotalaria ochroleuca* para utilização em consórcio. São espécies sem grande demanda para a adubação, de manejo simples, sistema radicular profundo, alta produção de biomassa e contribuição para a fixação de nitrogênio no solo e controle de nematoides.

Conforme pesquisa de Nascimento e Mattos (2007) verificou-se alta produtividade de biomassa no milho em consórcio com o guandu-anão. A grande proporção de massa seca de milho deriva do estágio de florescimento com morte relevante das folhas baixas. O alto acúmulo de massa seca total da parte aérea de milho, em consórcio, pode ser atribuído a grande assimilação do CO₂, próprio das plantas C4, efetuando fotossíntese, de maneira mais eficiente quanto maior for a intensidade luminosa. O autor destaca ainda que a produtividade superior do milho, pode ocorrer devido, à resposta a fertilidade do solo, apresentando níveis satisfatórios de P, K e matéria orgânica. A produtividade aumentada de folhas é uma característica desejável, visto que a mesma possui características químicas que favorecem a sua decomposição, e com isso a liberação dos nutrientes nela contida.

De acordo com o estudo de Andreott e colaboradores (2008) o capim pé-de-galinha juntamente com a crotalaria ochroleuca produziram grande quantidade de fitomassa seca, promovendo maior elevação do pH e do teor de Ca²⁺ e, por consequência, maior soma de bases e a maior saturação por bases. Correia e colaboradores também evidenciaram a grande quantidade de matéria seca produzida pelo capim pé-de-galinha, devido principalmente a grande produção de sementes, depositadas no solo com o manejo da cultura. No início do período chuvoso ocorre fluxo de emergência e as plântulas são eliminadas com a dessecação. Entretanto, novos fluxos de emergência são observados, infestando a área, após a quantificação da palha.

A análise de variância revelou efeito significativo ($P \leq 0,05$) da interação mixes de cobertura x DAR em relação à variável resposta NDVI (Tabela 2).

Mixes de Cobertura	NDVI				
	----- (Índice) -----				
	Dias após o raleio (DAR)				
	15	30	45	60	75
T1	0,75 abB	0,84 aA	0,84 aA	0,83 aA	0,83 aA
T2	0,78 abA	0,83 aA	0,83 abA	0,82 aA	0,83 aA
T3	0,80 aA	0,83 aA	0,84 aA	0,82 aA	0,81 aA

T4	0,76 abB	0,83 aA	0,82 abA	0,82 aA	0,81 aA
T5	0,80 aA	0,84 aA	0,83 abA	0,81 aA	0,79 aA
T6	0,73 bB	0,81 aA	0,78 bcAB	0,79 aA	0,79 aA
T7	0,78 abAB	0,80 aA	0,73 cAB	0,80 aA	0,81 aA

Tabela 2 – Interação mixes de cobertura x DAR em relação à variável resposta NDVI

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Piedallu e colaboradores (2019) em estudo, observaram, relação da produtividade de massa seca com o NDVI. Bem como, uma correlação positiva entre NDVI e a produtividade de massa seca. Ainda, de acordo com os autores ao avaliar a relação entre o NDVI e a massa total obtiveram elevados coeficientes de determinação.

Júnior e colaboradores (2019) obtiveram altos valores de coeficiente de determinação e relação com a massa seca produzida. Estes estudos citados anteriormente, demonstram que foram encontrados valores de coeficientes de determinação elevados, demonstrando assim, o potencial existente para o uso do NDVI na estimativa da produtividade de massa seca.

De acordo com Ning e colaboradores (2015) a correlação com o NDVI é mais forte para a precipitação do que temperatura, indicando que a vegetação é mais sensível às mudanças de precipitação.

Isolando o fator tratamentos da tabela 2, T1 e T4 aos 30, 45, 60 e 75 dias difere significativamente da leitura dos 15 dias. Os 15 dias após o raleio foi um período de baixa precipitação os resultados indicam que ocorre uma relação proporcional com NDVI, conforme relatado por Li e colaboradores (2019).

Conforme a tabela 2, T6 aos 30 e 60 dias difere significativamente da leitura dos 15 dias, aos 30 e 60 dias foi um período com pouca precipitação mostrando que o mix se adapta bem a essa condição.

Destacando o fator DAR da tabela 2, nos 15 dias T3 e T5 diferem significativamente de T6; nos 45 dias T1 e T3 diferem significativamente de T6 e T7, de acordo com Andrade e colaboradores (2014), em períodos de escassez de chuvas, ocorre perda de cobertura vegetal, bem como valores negativos de NDVI. Ainda é exposto pelos autores que a deficiência hídrica e o solo exposto decorrente da seca, possivelmente são as causas da diminuição considerável dos valores de NDVI. As demais leituras de 30, 60 e 75 não diferem entre si. Aos 30 e 75 dias os mixes apresentam na tabela 2 os melhores índices de NDVI, em pesquisa feita por Wingate e colaboradores (2019) ocorre acréscimo dos valores

do NDVI, conforme aumento do índice pluviométrico. Verificou também que a vegetação responde mais rapidamente a entrada de água no sistema que a sua redução. Andrade e colaboradores (2014) verificaram em seu estudo que áreas com alto vigor vegetativo em uma região com baixos índices pluviométricos, correspondem a prática de agricultura irrigada ou estão localizadas próximas aos rios que banham a região.

A análise de variância não revelou efeito significativo ($P > 0,05$) dos mixes de cobertura em relação à variável resposta temperatura do dossel (Tabela 3).

Mixes de cobertura	Temperatura do dossel
	-----($^{\circ}$ C)-----
T1	22,69 a
T2	22,57 a
T3	21,88 a
T4	22,74 a
T5	22,28 a
T6	23,21 a
T7	22,73 a

Tabela 3 – Temperatura do dossel em relação ao fator mixes de cobertura do experimento
Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

De acordo com o estudo de Silva e colaboradores (2003) objetivando avaliar diferenças entre a temperatura foliar como indicativo de déficit hídrico para algumas espécies de plantas, não foram encontradas significância estatística para diferentes plantas.

A ANOVA revelou efeito significativo ($P \leq 0,05$) dos DAR em relação à variável resposta temperatura do dossel, ou seja, existe um modelo matemático que explica a influência da variável X (DAR) em relação à variável Y (temperatura do dossel) (Figura 2).

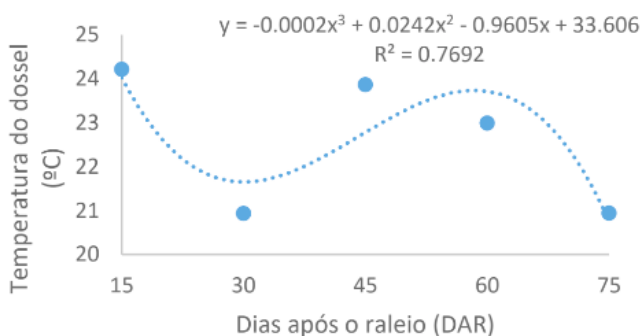


Figura 2 – Temperatura do dossel em relação ao fator DAR do experimento

Conforme a Figura 2, percebe-se que houve uma relação de causa e efeito entre a variável DAR e a variável temperatura do dossel, ou seja, os DAR influenciam em 76,92% na temperatura do dossel, apresentando um comportamento cúbico.

Aos 15, 45 e 60 dias observou-se na figura 1, os índices mais altos de temperatura do dossel, que está diretamente relacionado a baixa precipitação, o mesmo resultado foi observado por Hou (2019), que ao reduzir a disponibilidade de água no solo e a ascensão até as folhas, a transpiração estomática é inferior e a temperatura foliar aumenta. Desta maneira, visto a ocorrência da absorção de radiação solar incidente, quanto menos água transpirada, mais aquecidas estarão as folhas em relação ao ar. Contudo, é necessário visualizar que, neste estudo, as medidas de temperatura foliar foram feitas com sensores de contato que, de acordo com alguns autores (BLONDER; MICHALETZ, 2018), as respostas das folhas podem estar alteradas, aconselhando, a utilização de termômetro infravermelho para verificar a temperatura foliar do dossel vegetativo.

Entretanto aos 30 e 75 dias houve uma queda da temperatura do dossel proporcionalmente ligado aos índices pluviométricos, assim com Silva e colaboradores (2008) em sua pesquisa verificaram que o menor valor de temperatura foliar foi constatado devido a uma chuva de aproximadamente 7 mm, reduzindo a temperatura e aumentando a umidade relativa; ocorrendo com isto déficit de pressão.

4 | CONCLUSÃO

Em conclusão a pesquisa foi capaz de mostrar efeitos significativos no uso de ferramentas de gestão agrícola que envolvam o monitoramento com SR servindo de base para a AP, estimulando o cultivo de coberturas/verão para reduzir a degradação, melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas nas regiões do Extremo Oeste e Oeste Catarinense, melhorando o rendimento das culturas e diminuindo o impacto ambiental.

REFERÊNCIAS

AGRITEMPO. (s/d) **Sistema de monitoramento agrometeorológico**. <http://www.agritempo.gov.br>. 12 jul. 2019.

ANDRADE, S.C.P. et al. **Análise do comportamento do NDVI e NDWI sob diferentes intensidades pluviométricas no município de Sousa-pb**. Revista Estudos Geoambientais – online, v.01, n.01, p.1-11. 2014. <http://www.periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/geo/article/view/17986>. 15 jun. 19.

ANDREOTT, M. et al. **Produtividade do milho safrinha e modificações químicas de um latossolo em sistema plantio direto em função de espécies de cobertura após calagem superficial**. Acta Scientiarum Agronomy, v. 30, n. 1, p. 109-115, 2008. <http://www.scielo.br/pdf/%0D/pd/v24n2/30447.pdf>. 18 jul. 19.

BLONDER, B.; MICHALETZ, S.T. **A model for leaf temperature decoupling from air temperature**. Agricultural and Forest Meteorology, v.262, n.7, p.354-360. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.07.012>

CIRANI, C. B. S., MORAES, M. A. F. D. **Inovação na Indústria Sucroalcooleira Paulista: Os Determinantes da Adoção das Tecnologias de Agricultura de Precisão**. <http://www.scielo.br/pdf/resr/v48n4/a03v48n4.pdf>. 01 jan. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013.

FERREIRA, D. F. **Sisvar software: versão 5.6**. Lavras: DEX/UFLA, 2010.

GARCIA, M. R. **Caracterização espectro-temporal de cultivares de trigo por meio do índice de vegetação por diferença normalizada-NDVI de sensores terrestres**. Cascavel: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2015. 26p. Dissertação Mestrado. <http://tede.unioeste.br/bitstream/tede/2708/1/murilo.pdf>. 26 mai. 2019.

HOU, M. et al. **Evaluation of canopy temperature depression, transpiration, and canopy greenness in relation to yield of soybean at reproductive stage based on remote sensing imagery**. Agricultural Water Management, v.222, n.3, p.182-1921. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.06.005>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Normas de apresentação tabular**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Centro de documentação e disseminação de informações. 3ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv23907.pdf>. 01 jan. 2018.

JÚNIOR, R.F.V. et al. **Diagnosis of degraded pastures using an improved NDVI-based remote sensing approach: An application to the Environmental Protection Area of Uberaba River Basin (Minas Gerais, Brazil)**. Remote Sensing Applications: Society and Environment, v.4, n.2, p.20-33. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2019.02.001>

LI, C. et al. **Using NDVI percentiles to monitor real-time crop growth**. Computers and Electronics in Agriculture, v.162, n.4, p.357-363. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.04.001>

MONTEIRO, M. A. **Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano.** Geosul. Florianópolis, v. 16, n. 31, p. 69-78. Jan/jun. 2001. file:///C:/Users/Anderson/Desktop/Downloads/14052-43391-1-PB%20(1).pdf. 12 jul. 2019.

MOTA, F. S.; BEIRSDORF, M. I. C.; GARCEZ, J. R. B. **Zoneamento agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Porto Alegre: 104 Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária do Sul, 1971. http://meteorologia.florianopolis.ifsc.edu.br/formularioPI/arquivos_de_usuario/20091G.pdf. 20 jul. 2019.

NASCIMENTO, A.F.; MATTOS, J.L.S. **Produtividade de biomassa e supressão de plantas espontâneas por adubos verdes.** Agroecologia, v.2, n.3, p.33-38. 2007. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/12151/11691>. 18 jul. 19.

NING, T.; LIU, W.; LIN, W.; SONG, X. **NDVI Variation and Its Responses to Climate Change on the Northern Loess Plateau of China from 1998 to 2012.** Hindawi Publishing Corporation, v.1, n.6, p.1-10. 2015. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/725427>.

PIEDALLU, C. et al. **Soil and climate differently impact NDVI patterns according to the season and the stand type.** Science of The Total Environment, v.651, n.2, p.2874-2885. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.052>

SILVA, A.C. et al. **Produtividade e potencial hídrico foliar do cafeeiro Catuaí, em função da época de irrigação.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.12, n.1, p.21–25, 2008. <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v12n1/v12n01a03>. 20 ago. 2019.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos).** 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, E.C. et al. **Comportamento estomático e potencial da água da folha em três espécies lenhosas cultivadas sob estresse hídrico.** Acta Botanica Brasilica, v.17, n.2, p.231-246. 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062003000200006>.

SORATTO, R.P., et al. **Produção, decomposição e ciclagem de nutrientes em resíduos de crotalária e milho, cultivados solteiros e consorciados.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 47, n. 4, p. 1462– 1470. 2012. <http://www.scielo.br/pdf/pab/v47n10/08.pdf>. 18 jul. 19.

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; FABIAN, A.J. **Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.43, p.421-428, 2008. <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/70>. 17 jul. 19.

WINGATE, V.R.; PHINN, S.R.; KUHN, N. **Mapping precipitation-corrected NDVI trends across Namibia.** Science of The Total Environment, v.684, n.3, p.96-112. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.158>

ZHANG, C.; KOVACS, J. M. **The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: a review.** Precision Agriculture, v. 13, n. 6, p. 693-712, jul. 2012. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11119-012-9274-5>. 01 fev. 2018.

SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE VARIEDADES TRADICIONAIS DE FEIJÃO-CAUPI DO ACRE

Data de aceite: 01/12/2020

Data de submissão: 04/10/2020

Joões Alves da Silva Pereira

Universidade Federal do Acre, PPG em
Produção Vegetal
Rio Branco - Acre
<http://lattes.cnpq.br/1444569781941416>

Carolaine Nascimento dos Santos

Universidade Federal do Acre, Graduação em
Engenharia Agrônômica
Rio Branco - Acre
<http://lattes.cnpq.br/3822735365991070>

Vanderley Borges dos Santos

Universidade Federal do Acre, Centro de
Ciências Biológicas e da Natureza
Rio Branco - Acre
<http://lattes.cnpq.br/5571601389021853>

Mateus Martins da Silva

Universidade Federal do Acre, Graduação em
Engenharia Agrônômica
Rio Branco - Acre
<http://lattes.cnpq.br/9266898272473298>

Francisca Silvana Silva do Nascimento

Universidade Federal do Acre, PPG em
Inovação e Tecnologia para a Amazônia
Rio Branco - Acre
<http://lattes.cnpq.br/7300845676214261>

Eldevan Alves da Silva

Universidade Federal do Acre, Graduação em
Engenharia Agrônômica
Rio Branco - Acre
<http://lattes.cnpq.br/3479849984640553>

RESUMO: O Acre tem alto potencial produtivo para o cultivo de espécies agrícolas e industriais. Apesar das limitações de solo e ambientais, as pesquisas de melhoramento passam a ter uma importância significativa para a recomendação de variedades e cultivares para os produtores da região, definindo as melhores práticas de manejo para a condução das lavouras. O objetivo deste trabalho foi iniciar o melhoramento e manejo de espécies agrícolas e industriais para cultivo no Acre, através da seleção de variedades crioulas de feijão-caupi, mediante avaliações. O experimento foi realizado em Delineamento em blocos casualizados (DBC), com 12 tratamentos e duas repetições. As unidades experimentais consistiam em parcelas, formadas por duas linhas de 5 metros cada, e 1 metro entre as linhas. Foram avaliados os seguintes caracteres: comprimento da vagem (VG), largura da vagem (LG), espessura da vagem (EG) e número de lóculos por vagem (NLV). Os resultados foram significativos a 5% de probabilidade, entre as variedades, para todas as variáveis do quesito vagens, exceto para número de lóculos por vagem (NLV). As progênies pertencentes às variedades Branco e Barrigudinho apresentaram os maiores resultados para todas as variáveis estudadas, em oposição às da variedade Manteiguinha; a variedade Caupi-preto apresentou médias intermediárias para todos os caracteres avaliados.

PALAVRAS - CHAVE: Melhoramento genético. *Vigna unguiculata*. Variabilidade genética.

SELECTION OF PROGENIES OF TRADITIONAL VARIETIES OF COWPEA FROM ACRE

ABSTRACT: Acre has high productive potential for the cultivation of agricultural and industrial species. Despite soil and environmental limitations, breeding surveys are of significant importance for recommending varieties and cultivars to producers in the region, defining the best management practices for conducting crops. The objective of this work was to start the improvement and management of agricultural and industrial species for cultivation in Acre, through the selection of Creole varieties of cowpea, through evaluations. The experiment was carried out in a randomized block design (DBC), with 12 treatments and two replications. The experimental units consisted of plots, formed by two lines of 5 meters each, and 1 meter between the lines. The following characters were evaluated: pod length (VG), pod width (LG), pod thickness (EG) and number of locules per pod (NLV). The results were significant at 5% probability, between varieties, for all variables in the pods category, except for the number of locules per pod (NLV). The progenies belonging to the varieties Branco and Barrigudinho presented the highest results for all variables studied, as opposed to those of the variety Manteiguinha; the Caupi-preto variety presented intermediate averages for all evaluated characters.

KEYWORDS: Genetical enhancement. *Vigna unguiculata*. Genetic variability.

1 | INTRODUÇÃO

O feijão-caupi é uma espécie leguminosa, rasteira, anual e dicotiledônea, que pertence ao reino Plantae, divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Fabacea, subfamília Faboidae, tribo Phaseolae, subtribo Phaseolina, gênero *Vigna*, espécie *Vigna unguiculata* L. Walp. e subespécie *unguiculata* (FREIRE FILHO et al., 2011). No Brasil, a cultura tem grande importância nas regiões Norte e Nordeste, que têm tradição em seu cultivo, comércio e consumo (PÚBLIO JÚNIOR et al., 2017). Apresenta crescente avanço na região Centro-Oeste, onde o cultivo tem sido conduzido de forma mecanizada, e é crescente a demanda por cultivares de porte ereto (ROCHA et al., 2009).

A cultura, explorada tradicionalmente por pequenos produtores em cultivo de sequeiro e com baixa tecnificação, tem sido alvo de pesquisas mais intensas nas últimas décadas, ao mesmo tempo que vem apresentando melhorias técnicas e econômicas nos mais diferenciados sistemas de produção que, juntamente com outros fatores, vêm contribuindo para o aumento progressivo da participação de empresários de médio e grande porte na produção e comercialização de feijão-caupi.

Estes fatos têm gerado uma demanda por cultivares com características que atendam às necessidades dos sistemas de produção tecnificados, dentre elas, além do alto potencial de rendimento, da resistência a pragas e doenças e da qualidade de grãos, são necessárias características de porte e arquitetura adequados ao maior adensamento e à mecanização da cultura, inclusive da colheita (BEZERRA et al., 2008).

No Acre, o feijão-caupi surge como uma importante cultura, sendo cultivado em

uma grande variedade de regiões do Estado, considerado este um importante centro de diversidade genética para diversas espécies de feijão, tanto caupi como comum, sendo estes a principal fonte proteica para as comunidades regionais.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi iniciar o melhoramento e manejo de variedades tradicionais de feijão-caupi para cultivo no Acre, selecionando as progênies com maior potencial produtivo para as condições edafoclimáticas regionais e com características agronômicas desejáveis.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Federal do Acre, localizada no município de Rio Branco, sob as coordenadas geográficas 67° 42' 18" W e 10° 01' 30" S e elevação de aproximadamente 165 metros. O clima do local é do tipo equatorial, quente e chuvoso; Am, pela classificação de Koppen e Geiger, com temperatura média de 26,2 °C e pluviosidade de 1935 mm anuais (CLIMATE-DATA.ORG, 2018).

As sementes foram coletadas entre 2012 e 2013, nos municípios acreanos de Sena Madureira, Rio Branco, Cruzeiro do Sul, Feijó, Brasiléia, Porto Walter e Mâncio Lima. Os tratamentos consistiam em três progênies pertencentes à quatro variedades crioulas de feijão-caupi: Branco, Preto, Manteiguinha e Barrigudinho, com duas repetições. Foram avaliados os seguintes caracteres: comprimento da vagem (VG), largura da vagem (LG), espessura da vagem (EG) e número de lóculos por vagem (NLV).

O experimento foi realizado em Delineamento em blocos casualizados (DBC). As unidades experimentais consistiam em parcelas, formadas por duas linhas de 5 metros cada, e 1 metro entre as linhas. De cada parcela experimental foram selecionadas, para avaliação, 5 plantas, e de cada uma destas, 5 vagens, para medições de vagens e grãos.

A área, medindo 240 m², foi preparada de forma manual, com sulcamento de 1 m entre linhas, e 0,04 m de profundidade, realizado com o auxílio de enxadas. O plantio foi realizado no dia 22 de março de 2018, ocorrendo posterior replantio, 15 dias depois.

Recomendou-se para imediata aplicação no plantio: 8,9 g/m de Superfosfato Triplo e 5 g/m de KCl. Baseando-se na análise de solo, aplicou-se 1,54 t.ha⁻¹ de calcário dolomítico, necessário para corrigir a acidez do solo, através da elevação do pH; e fornecer cálcio, macronutriente essencial para o crescimento das plantas (SOUZA et al., 2011).

Os tratos culturais consistiram em capina manual, e aplicação de palhada nas entrelinhas, assim como através do uso de defensivos, para o controle de pragas, principalmente a vaquinha (*Diabrotica speciosa*), coleóptero muito comum na região; adotando-se este modelo de manejo até o fim do ciclo da cultura. A colheita foi efetuada 90 dias após o plantio.

Para análise estatística foi utilizado o software Genes (CRUZ, 2008), para análise de variância e teste de comparação de médias Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados do teste F para as variedades Manteiguinha, Barrigudinho, Branco e Caupi-Preto. Os resultados foram significativos a 5% de probabilidade, entre as variedades, para todas as variáveis do quesito vagens, exceto para número de lóculos por vagem (NLV). Resultado semelhante foi encontrado por Oliveira et al. (2015), em trabalho descritivo de cultivares locais de feijão-caupi da Resex Alto Juruá e da microrregião de Cruzeiro do Sul, no Acre; dos caracteres quantitativos avaliados, apenas número de dias até 50% das plantas em florescimento e número de lóculos por vagem não apresentaram diferença estatística entre as cultivares, demonstrando ser esta variável amplamente influenciada por fatores ambientais.

Para comprimento de vagens (CV), largura de vagens (LV) e espessura de vagens (EV), o teste indica que existe alta variabilidade entre os caracteres estudados. Isso demonstra que as diferentes variedades de feijão-caupi apresentam comportamentos diversos quando submetidas a condições ambientais e de plantio semelhantes.

FV	GL	QM			
		CV (cm)	LV (mm)	EV (mm)	NLV
Tratamento	11	23,7265**	2,8065**	1,1010**	0,3731ns
Repetição	1	11,0837	0,0900	0,0254	0,0580
Erro	11	0,8137	0,1815	0,0645	0,1935
TOTAL	23				
CV (%)		4,95	4,98	4,1	2,57
Média geral:		18,2091	8,5563	6,2000	17,0975

Tabela 1 - Quadrados médios obtidos na análise de variância a 5% de probabilidade para comprimento de vagens (CV), largura de vagens (LV), espessura de vagens (EV), e número de lóculos por vagens (NLV), em progênies das variedades Barrigudinho, Manteiguinha, Caupi-preto e Branco.

Na avaliação intravarietal, o teste F revelou que não houve diferenças significativas, demonstrando que dentro de cada variedade e progênie respectiva, há baixa variabilidade, somente a havendo entre as variedades ou tratamentos. Isso é justificado devido ao fato de as progênies de feijão-caupi apresentarem desempenhos semelhantes dentro das próprias repetições, porém quando comparadas com outras, os desempenhos são diferentes.

O teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, permitiu observar que as maiores médias para comprimento de vagem (CV), em centímetros, foram das progênies pertencentes à variedade Branco, com 21,9 cm para a progênie 1 e 21,22 cm para a 3, sendo o valor da progênie 2 intermediário, 21,67 cm (Tabela 2). As progênies pertencentes à variedade

Manteiguinha por sua vez, apresentaram os menores valores de comprimento de vagem, 13,26 cm para a progênie 1, e 12,64 cm para a 3, sendo o valor da progênie 2 intermediário, 12,71 cm (Tabela 2).

Variedades	CV (cm)	LV (mm)	EV (mm)	NLV
Manteiguinha P1	12.64a	6.60a	5.09a	16.88a
Manteiguinha P2	12.71a	6.58a	5.14a	16.30a
Manteiguinha P3	13.26a	6.85a	5.33a	16.72a
Branco P1	21.90c	9.01b	7.09c	17.22a
Branco P2	21.67c	9.17b	7.12c	16.86a
Branco P3	21.22c	9.00b	7.22c	16.56a
Preto P1	18.73b	8.63b	6.12b	17.58a
Preto P2	18.97b	8.92b	6.17b	17.40a
Preto P3	18.93b	8.96b	6.09b	17.50a
Barrigudinho P1	17.93b	9.64b	6.66c	17.68a
Barrigudinho P2	20.07c	9.47b	6.07c	17.2a
Barrigudinho P3	20.47c	9.87b	6.34c	17.28a

Tabela 2 - Valores médios das progênies para comprimento de vagens (CV), largura de vagens (LV), espessura de vagens (EV), número de lóculos por vagem (NLV), das progênies das variedades Barrigudinho, Manteiguinha, Caupi-preto e Branco.

Para largura de vagens (LV), em milímetros, foram os genótipos das variedades Barrigudinho e Branco que obtiveram maiores médias, com amplitude de 9,87 - 9,47 mm e 9,17 - 9,00 mm respectivamente. Os genótipos da variedade Manteiguinha por sua vez, apresentaram os menores resultados para a variável largura de vagens (LV), com amplitude de 6,85 - 6,58 mm (Tabela 2).

Para a variável espessura de vagens (EV), novamente os genótipos da variedade Branco, apresentaram as maiores médias, com 7,09; 7,12 e 7,22 mm. As progênies da variedade Manteiguinha apresentaram os menores valores relativos à essa variável; 5,09; 5,14 e 5,33 mm para as progênies avaliadas; diferindo estatisticamente dos demais (Tabela 2).

Para a variável número de lóculos por vagem (NLV), não houve diferença para os genótipos das variedades avaliadas, mostrando ser essa característica um parâmetro independente de fatores genéticos e ambientais.

4 I CONCLUSÕES

As variedades Branco e Barrigudinho foram superiores às demais para todas as variáveis, exceto espessura de vagem (EV), para a variedade Barrigudinho. A variedade Caupi-Preto obteve médias intermediárias para a maior parte das variáveis do quesito comprimento de vagens. Os genótipos da variedade Manteiguinha por sua vez, obtiveram os menores resultados para todas as variáveis analisadas, exceto número de lóculos por vagem (NLV), onde nenhum dos tratamentos diferiu estatisticamente.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, A. A. de C.; TAVORA, F. J. A. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, João Pessoa, v. 8, n. 1, p. 85-93, 2008.

CLIMATE-DATA.ORG. **Dados Climáticos para Cidades Mundiais**. Clima: Rio Branco. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/location/4000/>. Acesso em 12 jul. 2018.

CRUZ, C. D. **Programa genes: diversidade genética**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2008. 278p.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. do S. da R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão-caupi: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2011. 81p.

OLIVEIRA, E. de.; MATTAR, E. P. L.; ARAÚJO, M. L. de.; JESUS, J. C. S. de.; NAGY, A. C. G.; SANTOS, V. B. dos. Descrição de cultivares locais de feijão-caupi coletados na microrregião de Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 45, n. 3, p. 243-254, 2015.

PÚBLIO JUNIOR, E.; MORAIS, O. M.; ROCHA, M. de M.; PÚBLIO, A. P. P. B.; BANDEIRA, A. da S. Características agronômicas de genótipos de feijão-caupi cultivados no sudoeste da Bahia. **Científica**, Jaboticabal, v. 45, n. 3, p. 223-230, 2017.

ROCHA, M. de M.; CARVALHO, K. J. M. de.; FREIRE FILHO, F. R. de.; LOPES, A. C. de A.; GOMES, R. L. F.; SOUSA, I. da S. Controle genético do comprimento do pedúnculo em feijão-caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 3, p. 270-275, mar. 2009.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Wiley-Blackwell, v. 30, n. 3, p.507-512, 1974.

SOUZA, H. A. de; NATALE, W.; ROZANE, D. E.; HERNANDES, A.; ROMUALDO, L. M. Calagem e adubação boratada na produção de feijoeiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 249-257, abr-jun, 2011.

NÃO PREFERÊNCIA PARA OVIPOSIÇÃO DE MOSCAS BRANCAS COM CHANCE DE ESCOLHA EM CULTURA DE FEIJÃO COLORIDO

Data de aceite: 01/12/2020

Ana Beatriz Cerqueira Camargo

Universidade Estadual do Norte do Paraná.
Bandeirantes-PR.

Jose Celso Martins

Universidade Estadual do Norte do Paraná.
Bandeirantes-PR.

RESUMO: O feijoeiro comum, *Phaseolus vulgaris* L., é considerado uma das principais culturas no país, tendo importância, principalmente para as populações com menor poder aquisitivo, em que nele encontram uma fonte de proteínas. Em seu cultivo, os produtores se deparam com grandes dificuldades, como o ataque de pragas, onde a principal delas é a mosca branca (*Bemisia tabaci*). O objetivo desse trabalho foi avaliar a não preferência para oviposição de moscas brancas com chance de escolha em feijão preto, branco e marrom. O experimento foi conduzido na Universidade Estadual do Norte do Paraná / CLM, através da semeadura de três cultivares de feijoeiro (IPR TUIUIÚ, IPR GARÇA e IPR SABIÁ), na segunda época de semeadura. O delineamento experimental empregado foi blocos inteiramente casualizados, com dez repetições. Os resultados obtidos permitiram concluir que o cultivar IPR TUIUIÚ, grupo preto, foi o menos atraente para a oviposição de moscas brancas.

PALAVRAS - CHAVE: Manejo de pragas, inseto praga, resistência de plantas

ABSTRACT: The common bean, *Phaseolus vulgaris* L., is considered one of the main crops in the country, having importance, mainly for populations with less purchasing power, in which they find a source of proteins. In their cultivation, producers face great difficulties, such as the attack of pests, where the main one is the whitefly (*Bemisia tabaci*). The objective of this work was to evaluate the non-preference for oviposition of white flies with a choice of black, white, and brown beans. The experiment was conducted at State University of Northern Paraná / CLM, by sowing three bean cultivars (IPR TUIUIÚ, IPR GARÇA and IPR SABIÁ), in the second sowing season. The experimental design used was completely randomized blocks, with ten replications. The results obtained allowed to conclude that the cultivar IPR TUIUIÚ, black, was the least attractive for the oviposition of white flies.

KEYWORDS: pest management, insect pest, plant resistance

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) do mundo, tendo, importância econômica e social, pois para muitos é a maior fonte de proteínas. Entre as dificuldades para a sua produção, tem-se o ataque de pragas, sendo a principal delas a mosca-branca.

A mosca branca (*Bemisia tabaci*) é um inseto fitófago sugador de seiva, de ampla distribuição geográfica no mundo. A importância da praga está relacionada com os danos que

causa. O dano direto é devido à sucção de seiva da folha e o indireto que é a transmissão de vírus. Além do desenvolvimento de fumagina sobre as folhas, acarretadas pela excreção de líquido açucarado “honeydew”, prejudicando a produção.

A dificuldade no controle dessa praga com produtos fitossanitários está na resistência aos inseticidas desenvolvida por elas, além de ser um inseto polígrafo. Segundo Silva et al. (2008), o feijoeiro, durante toda sua fase de desenvolvimento e mesmo após a colheita, está sujeito ao ataque de inúmeras pragas. Dependendo da espécie da praga, da cultivar utilizada, da época de semeadura e da região de cultivo, as perdas podem chegar a 100%. Com isso, o uso de agroquímicos não é o suficiente, no entanto uma ferramenta importante que pode trazer resultados e ser usado no Manejo Integrado da praga é o plantio de cultivares resistentes.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a possível ocorrência de resistência do tipo não-preferência para oviposição, com chance de escolha em cultivares de feijoeiro de diferentes grupos.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) é uma planta pertencente à família *Fabaceae*. Caracterizado em ser uma planta rústica, ter ciclo curto de produção (55 a 90 dias, de acordo com a variedade) e ser resistente a estresses hídricos. Existem 14 tipos de feijão cultivado, sendo que no Brasil os mais conhecidos são o carioca, preto, fradinho e os feijões tipos cores (branco, vermelho, roxo e outros). Sendo esse, uma importante fonte de energia, com baixo teor de gordura, comum na dieta de famílias de baixa renda e com produção predominante familiar.

O feijão com o seu ciclo curto tem a possibilidade de se fazer o plantio em três épocas diferentes na safra. A primeira ou a das águas é colhida de novembro a abril; a segunda ou safra da seca tem a colheita entre abril e julho e a terceira ou safra de inverno com colheita de julho a outubro. Os produtores de feijão se deparam com algumas dificuldades na produção, como o tipo de cultivo adotado, a distribuição de chuvas da região, custo de produção, ataque de pragas e doenças, entre outros. Entre as pragas que atacam o feijoeiro, a mosca branca é um dos insetos mais prejudiciais a essa cultura.

A mosca branca (*Bemisia tabaci*) pertence à ordem Hemiptera, subordem Sternorrhyncha, família Aleyrodidae (GALLO et al. 2002). Essa recebe esse nome erroneamente, pois o adulto lembra uma mosca, entretanto ela pode ser considerada uma minúscula cigarrinha. Em meados de 50 foi proposta a existência de diferentes biótipos de *B. tabaci*, onde mantém semelhanças morfológicas, porém apresentam diferenças genéticas e biológicas, com hospedeiros distintos e com diferença na capacidade de transmissão de vírus (BROWN et al., 1995). Vale ressaltar, os biótipos B e Q, que são os mais nocivos. Sendo que o biótipo B é caracterizado por ter ampla gama de hospedeiros e alta fecundidade

(BROWN, 2000). Já o biótipo Q, é lembrado pela sua capacidade de transmissão de vírus e de alcançar altas densidades populacionais (CHU et al., 2006). A mosca branca pode fazer a oviposição isoladamente, em grupos irregulares, ocasionalmente em semicírculo (EICHELKRAUT; CARDONA, 1989; HODDLE, 2000) e até mesmo em círculos (LIMA, 2001).

Os ovos geralmente demoram 5 a 15 dias para eclodirem dependendo das condições de clima e da planta hospedeira (VILLAS BÔAS et al., 2002; SEVERO, 1999). Em relação à coloração, essa pode variar se ovo foi recém ovipositado, ou se está próximo a eclosão. Em que, inicialmente são brancos esverdeados e à medida que amadurecem tornam-se amarelos e próximos da eclosão, assumem cor de café claro (EICHELKRAUT; CARDONA, 1989). A eclosão se inicia através da abertura de uma fenda a partir do ápice do ovo indo até sua base. (TORRES, 2010).

As ninfas, de formato elíptico, ventralmente planas e dorsalmente convexas em seu primeiro instar, apresentam coloração branca esverdeada (EICHELKRAUT; CARDONA, 1989) ou amarela a amarela pálida e são translúcidas (VILLAS BÔAS et al., 1997; SEVERO, 1999). Nesse instar, ela se arrasta lentamente a curta distância, por algumas horas ou dias (EICHELKRAUT; CARDONA, 1989), até encontrar o melhor lugar para introduzir o estilete e fixar-se dando início à sucção de seiva do floema. (EICHELKRAUT; CARDONA, 1989; BYRNE; BELLOWS, 1991; OLIVEIRA, 2001; VILLAS BÔAS et al., 1997; SEVERO, 1999; GALLO et al., 2002). O quarto e último instar apresenta algum grau de holometabolia, uma vez que possui três formas distintas. Na última, a ninfa exibe coloração amarela e olhos vermelhos bem visíveis e a forma do corpo do adulto pode ser percebida através do tegumento da ninfa. Nessa fase também é denominada como “pupa” e não se alimenta (EICHELKRAUT; CARDONA, 1989; BYRNE; BELLOWS, 1991).

O adulto da mosca branca tem asas membranosas que são recobertas por uma substância pulverulenta branca, enquanto o corpo é recoberto por uma cera de cor amarelada (GILL, 1990). Este mede de 1 a 2 mm, sendo a fêmea maior que o macho (VILLAS BÔAS et al., 1997). Após alguns minutos da emergência, os adultos começam a se alimentar e a oviposição pode ter início 2 a 4 horas depois (EICHELKRAUT; CARDONA, 1989).

A reprodução é sexuada ou por partenogênese haplóide, facultativa e arrenótoca (GILL, 1990, VILLAS BÔAS et al., 1997). Quando a reprodução é sexuada a prole é composta por machos e fêmeas, enquanto, se partenogenética conta apenas com machos (VILLAS BÔAS et al., 1997). O ciclo completo tem cerca de 15 dias, sendo a longevidade das fêmeas de aproximadamente 18 dias. A capacidade de postura da fêmea é em média de 300 ovos (GALLO et al., 2002, NAKANO, 2011). Os autores Musa e Ren (2005) compararam o desenvolvimento e a reprodução em soja e em dois tipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* e *Vigna unguiculata*). Em que obtiveram resultados como o desenvolvimento em soja foi mais rápido, completando o ciclo em 18,2 dias; já em *P. vulgaris* e *V. unguiculata* o ciclo durou,

respectivamente, 27,8 e 22,7 dias. As taxas de viabilidade de ninfas de *B. tabaci* biótipo B em soja, *P. vulgaris* e *V. unguiculata* foram 77,14; 64,08 e 70,04%, respectivamente.

Outros fatores que podem interferir no ciclo da praga, sendo estes abióticos são a temperatura e a umidade, onde as temperaturas mais elevadas e baixa umidade favorecem seu desenvolvimento e dispersão (LEITE et al., 2002). Com isso, as populações tendem a ser maiores e os ciclo menores, causando frequentes surtos nos meses de estiagem (BUTLER JR et al., 1983). Conforme Rodrigues et al. (1997) a diminuição do número de mosca branca é proporcional à queda da temperatura; por causa disso recomendam-se efetuar a semeadura do feijão nas águas, no período de outubro a novembro e, no outono-inverno, da segunda quinzena de abril até agosto, quando a população de mosca branca é mais baixa; na safra da seca, a época de semeadura preferível vai do início de janeiro a março.

A mosca branca é conhecida pelos seus dois tipos de danos, direto e indireto. O direto através da sucção de seiva da planta, por meio do estilete, onde simultaneamente injetam na planta toxinas, ou seja, substâncias que causam fitotoxemias, levando a alterações fisiológicas na planta. Contudo, os principais danos responsáveis por perdas na lavoura são os indiretos. O mais grave deste é a transmissão de vírus, sendo grande a quantidade e variabilidade de fitovírus transmitidos por essa praga, em torno de 111 vírus, pertencentes a diversas famílias, os principais grupos e que causam maiores prejuízos econômicos são os dos gêneros Begomovírus e Crinivírus. A relação de *B. tabaci* com os geminivírus é do tipo circulativo, isto é, ao se alimentar de uma planta doente, as partículas virais adquiridas pelo inseto circulam por seu corpo, e quando o inseto virulífero se alimenta de uma planta sadia, inocula junto com a saliva as partículas virais. (VILLAS BÔAS et al., 1997). Em segundo, temos o desenvolvimento de fumagina sobre as folhas, favorecida pela excreção de líquido açucarado pela *Bemisia tabaci* sobre o órgão vegetal, o que leva a perda de área fotossintética, consequentemente a redução de produção.

O grande problema da mosca branca é a dificuldade para o seu controle, em que o uso de agroquímicos não é o suficiente, devido o desenvolvimento de resistências. Uma ferramenta importante que pode ser usado no Manejo Integrado da praga é o uso de cultivares resistentes. Em genótipos selvagens de feijoeiro, Arc 3s e Arc 5s foram identificados níveis de resistência à mosca branca. Tais materiais de acordo com Oriani et. al 2000 apresentaram resistência do tipo não-preferência para oviposição e não preferência para alimentação e/ou antibiose. Resistência do tipo não preferência também é denominado antixenose. Neste caso, a planta é menos utilizada pelo inseto para alimentação, oviposição e abrigo do que outra planta exposta às mesmas condições (LARA, 1991). A preferência da mosca-branca por determinados genótipos está relacionada à volatilização de substâncias químicas das folhas e a fatores físicos relativos às cores das folhas, que podem afetar a seleção hospedeira, tanto para a alimentação quanto para a oviposição do inseto (LARA, 1991; VENDRAMIM; GUZZO, 2009). Como também as características físicas das

superfícies foliares, são elas: pilosidade, presença de tricomas, cerosidade, espessura, dureza e textura da epiderme (LARA, 1991).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em área experimental da UENP/*Campus* Luiz Meneghel, no município paranaense de Bandeirantes com latitude 23° 06'36'', longitude 50°27'28'' W e altitude de 420m (GOOGLE MAP, 2019), durante apenas o período da segunda safra de 2019/2020, pois com a escassez de chuvas não foi possível fazer a semeadura na primeira época. O solo foi manejado para receber as sementes, onde primeiramente a área foi roçada, eliminando assim as plantas daninhas presentes. O solo foi gradeado e por fim o nivelamento com a grade niveladora. Feito isso, foram riscadas as linhas com espaçamento de 0,5 m entre elas. A área total de 1800m², foi dividida em três blocos, de acordo com as cores de feijão.

A semeadura aconteceu no dia 04 de março/2020, de forma manual. As sementes foram fornecidas pelo IAPAR de Londrina, que disponibilizou os cultivares, de diferentes cores e tipos. Em que, um era do grupo preto, cultivar IPR TUIUIÚ; um do grupo branco, cultivar IPR GARÇA e um do grupo marrom, cultivar IPR SABIÁ. Usou-se 13 sementes por metro linear, lembrando que não foi necessário fazer-se o desbaste, pois com a falta de chuvas muitas sementes deixaram de germinar. A distribuição das cultivares na área se deu pelas suas cores, sendo três blocos de dez metros com vinte linhas. Dessa forma, o primeiro bloco foi semeado com IPR GARÇA; o segundo IPR TUIUIÚ; e o terceiro IPR SABIÁ. Vale ressaltar que, foram deixadas, como bordadura, duas linhas de cada bloco para separar um do outro. O delineamento experimental empregado foi em blocos inteiramente casualizados, com dez repetições de folhas por avaliação, para cada uma das cores de feijoeiro. Para comparação das médias foi empregado o teste de Tukey, em nível de 1% de probabilidade, de acordo com Cantieri et al. (2001). A primeira avaliação ocorreu duas semanas após a emergência das plantas, essas foram feitas uma vez por semana, tendo no total quatro avaliações, onde a última foi realizada 35 DAE. Para isso, foram retiradas folhas de 20 plantas ao acaso, da parte mediana e apical. A região mediana da planta é considerada a de maior preferência (ROSSETO et.al., 1977). Depois de coletadas, eram colocadas em sacos plásticos identificados com a respectiva cor e guardadas em refrigerador. No dia seguinte, as folhas eram encaminhadas para o laboratório de pragas do *Campus* para contagem, através de um microscópio estereoscópico, com o aumento de 10 vezes, do número de ovos e ninfas imóveis presentes na face abaxial das folhas. A mosca branca faz oviposição na face inferior da folha, ficando presos por um pedicelo curto (EICHELKRAUT; CARDONA, 1989; HODDLE, 2000; GALLO et al., 2002). Isso porque nessa parte da folha, ela apresenta pilosidade moderada, ficando protegidos de ventos e dessecação (EICHELKRAUT; CARDONA, 1989; SIMMONS, 1994). Além do fato

de a cutícula ser menos espessa e mais próxima ao floema, facilitando a alimentação (VENDRAMIM et al., 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos cultivares testados pode-se observar que o feijão branco, IPR GARÇA, apresentou maior número de ninfas em todas as avaliações (Quadro 1). O feijão marrom, IPR SABIÁ, na segunda e terceira avaliação (1,3; 1,5 ninfas/avaliação, respectivamente) não diferiu muito dos números encontrados no feijão branco (2,3; 2,0 ninfas/avaliação, respectivamente) e do feijão preto, IPR TUIUIÚ (Quadro 1).

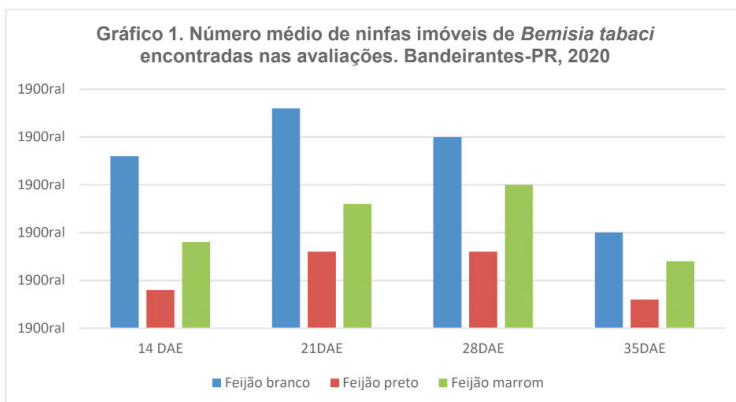
Os resultados obtidos da última avaliação realizada 35 DAE, indicaram que não houve diferenças significativas entre os números de ninfas encontrados nas cultivares.

Tratamentos	14 DAE ^{1 2}	21 DAE ^{1 2}	28 DAE ^{1 2}	35 DAE ^{1 2}
Feijão branco	1,8 a	2,3 a	2,0 a	1,0 a
Feijão preto	0,4b	0,8b	0,8b	0,3 a
Feijão marrom	0,9b	1,3 ab	1,5ab	0,7 a
CV (%)	76,6	69,2	63,1	108,8

Quadro 1. Número médio de ninfas imóveis de *Bemisia tabaci* encontradas nas avaliações em experimento com feijões coloridos. Bandeirantes-PR, 2020.

1. Dados sem transformação 2. Médias seguidas de mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível 1% de probabilidade

Esses resultados podem ter correlação com o dia de avaliação após emergência da planta, pois os dias 21 DAE e 28 DAE apresentaram os maiores números de ninfas comparados aos outros. E isso pode ser confirmado pelo [Gráfico 1](#), porque nele vemos que os dias citados, tiveram o maior número médio de ninfas em todos os cultivares.



De acordo com Walker *et al.* (1994) as fêmeas adultas preferem ovipositar em plantas com 30 e 40 dias de idade. Dessa forma, as moscas brancas gostam de folhas mais novas para oviposição e para alimentação. Isso pode explicar o porquê dos maiores números encontrados nos dias 21 DAE e 28 DAE. Conforme Van Lenteren *et. al.* (1990) esta preferência pela região mais nova da planta pode ser explicada pelo motivo de concentrar nesta a maior quantidade de nutrientes disponíveis aos insetos. Além do que, as folhas mais novas possuem cutículas mais finas, macias e maior quantidade de água, o que facilita a oviposição e alimentação da praga, de acordo com Eichelkraut e Cardona (1989); Lara (1991), propiciando uma maior hidratação dos ovos (GILL, 1990).

CONCLUSÃO

O cultivar IPR TUIUIÚ, do grupo comercial preto foi o que apresentou não preferência para oviposição de moscas brancas, ao contrário do IPR GARÇA, feijão de cor branco que foi o mais preferido.

REFERÊNCIAS

CANTERI, M.G.; ALTHAUS, R.A.; VIRGENS FILHO, J.S.; GIGLIOTI, E.A.; GODOY, C.V. Sasm-Agro: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. Revista Brasileira de Agrocomputação, V.1; N.2; p. 18-24, 2001.

BROWN, J. K.; COAST, S. A.; BEDFORD, I. D.; MARKHAM, P. G.; BIRD, J.; FRÖHLICH, D. R. Characterization and distribution esterase electromorphs in the white fly, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae). **Biochemical Genetics**, New York, v. 33, p. 511-534, 1995b.

BUTLER Jr., G.D.; HENNEBERRY, T.J.; CLAYTON, T.E. *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae): development, oviposition and longevity in relation to temperature. **Ann. Entomol. Soc. Am.** V. 76, p. 310-313, 1983.

- CHU, C.C.; T.J. HENNEBERRY, T.J.; COHEN, A.C. *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae): Host preference and factors affecting oviposition and feeding site preference. **Environ. Entomol.** V. 24, p. 354-360, 1995.
- EICHELKRAUT, K.; CARDONA, C. Biología, cria massal y aspectos ecológicos de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae), com plaga del frijol comum. **Turrialba** V.39, p.55-62, 1989.
- GALLO, D; NAKANO, O .; SILVEIRA NETO, S.; C ARVALHO , R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; M ARCHINI, L. C.; LOPES, J. R.; OM OTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.
- GILL, R.J. The morphology of whiteflies. In: Gerling, D. (Ed.). **Whitefly**: their bionomics, pest status management. Newcastle, Intercept: Andover, 348 p. 1990.
- GOOGLE. GOOGLE MAPS. Disponível em < <https://www.google.com.br/maps/@-23.1109493,-50.3604896,255m/data=!3m1!1e3>>Acessado em: 23/mar/2019.
- HAJI, F. P. N.; FERREIRA, R. C. F.; MOREIRA, A. N. Avanços no Manejo da Mosca-Branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera, Aleyrodidae), cap.2. p.21-30 Pernambuco: Embrapa semi-árido, 2004. 186 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/155456/1/AvancosnoManejodaMoscaBrancaPAG2130.pdf>> Acessado em: 03/maio/2020
- JESUS, F. G. et al. Fatores que afetam a oviposição de *Bemisia tabaci* (genn.) biótipo B (HEMIPTERA: ALEYRODIDAE) em feijoeiro. **Biosci. J.** Uberlândia, V. 27, N. 2, p. 190-195, Mar/Apr. 2011.
- Lara, F.M. 1991. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo: Ícone, 336p.
- LIMA, A.C.S.; LARA, F.M. Mosca-branca (*B. tabaci*): morfologia, bioecologia e controle. Jaboticabal: FUNEP, 2001
- LOURENÇÃO, A. L. Situação atual da mosca branca no Brasil, medidas de controle. **Biológico**, São Paulo, V.64, N.2, p.153-155, jul./dez., 2002.
- ORIANI, M. A. de G.; VENDRAMIM, J. D.; BRUNHEROTTO, R. Atratividade e não-preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em genótipos de feijoeiro. **Neotrop. Entomol.** V.34, N.1, Londrina, Jan/Febr. 2005.
- PEREIRA, M. F. A.; BOIÇA JUNIOR, A. L.; BARBOSA, J. C. Distribuição espacial de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Neotrop. Entomol.** V.33, N.4, Londrina, Jul/Aug. 2004.
- TORRES, L. C. Resistência de genótipos de feijoeiro a *Bemisia tabaci* biótipo B. **Bragantia**, V.71, N.3, Campinas, 2012.
- SILVA, A.G et al. Mosca Branca, *Bemisia tabaci* (Genn)(Hemiptera: Aleyrodidae) em feijoeiro: Características gerais, bioecologia e métodos de controle. **Entomo Brasiliis**, V.10, p.01-08, 2017.

VAN LENTEREN, J.A.; NOLDUS, L.P.J.J. Whitefly – Plant relationships: behavioural and ecological aspects. In D. Gerling (ed.), **Whiteflies: Their bionomics, pest status and management**. Newcastle, Andover: Intercept, 348p. 1990

VILLAS BÔAS, G.L.; FRANÇA, F.H.; MACEDO, N. Potencial biótico da mosca-branca *Bemisia argentifolii* a diferentes plantas hospedeiras. **Horticultura Brasileira**, V. 20, p. 71-79, 2002.

WALKER G.P.; PERRING. T.M. Feeding and oviposition behavior of whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) interpreted from AC electronic feeding monitor waveforms. **Ann. Entomol. Soc. Amer.** V. 87, p. 363-374, 1994.

CAPÍTULO 9

EFEITOS DE DIFERENTES POPULAÇÕES DE PLANTAS DE FEIJÃO NAS CARACTERÍSTICAS DAS ESPIGAS DE MILHO CULTIVADO EM CONSORCIAÇÃO

Data de aceite: 01/12/2020

Data de submissão: 02/09/2020

Thaís Fernanda Silva

Universidade Federal de São João del-Rei
(UFSJ)

Sete Lagoas – MG

<http://lattes.cnpq.br/5110342403467754>

Douglas Graciel dos Santos

Universidade Federal de São João del-Rei
(UFSJ)

Sete Lagoas – MG

<http://lattes.cnpq.br/9773379788476478>

Kaliu Batista Gonçalves Santos

Universidade Federal de São João del-Rei
(UFSJ)

Sete Lagoas – MG

Iran Dias Borges

Universidade Federal de São João del-Rei
(UFSJ)

Sete Lagoas – MG

<http://lattes.cnpq.br/7953989016460867>

Ricardo Ribeiro da Silva Almeida

Universidade Federal de São João del-Rei
(UFSJ)

Sete Lagoas – MG

Samuel Henrique Pereira Costa

Universidade Federal de São João del-Rei
(UFSJ)

Sete Lagoas – MG

<http://lattes.cnpq.br/7851916472793928>

José Francisco Braga Neto

Universidade Federal de São João del-Rei
(UFSJ)

Sete Lagoas – MG

<http://lattes.cnpq.br/1858698639035188>

RESUMO: O cultivo de milho em consórcio com feijão é uma alternativa para o produtor das regiões tropicais, por certas vantagens que coadjuvaram na sua adaptação ecológica. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico de plantas de milho, consorciado com feijoeiros em diferentes populações na safrinha. O experimento foi realizado em campo experimental da Universidade Federal de São João Del Rei, em Sete Lagoas (MG). O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, sendo 4 populações de feijão (60.000, 120.000, 180.000 e 240.000 plantas ha⁻¹) em consorcio com milho, com quatro repetições. Na colheita foram avaliados os seguintes parâmetros agrônômicos: i) diâmetro de espiga e de sabugo medidos no terço inferior, ii) número fileiras e o número de grãos na fileira, iii) número total de grãos na espiga, iv) comprimento e iv) profundidade de grãos na espiga. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com auxílio do software SISVAR. Foi aplicado o modelo de regressão com o auxílio do mesmo software, sendo os modelos para ajuste das equações escolhidos com base no coeficiente de determinação e na sua significância. Populações de plantas de feijão entre 60.000 e 240.000 plantas ha⁻¹ cultivados em consorciação com milho influenciam no diâmetro, no n° de fileiras de grãos, no n° de grãos na fileira,

na profundidade de grãos e no número de grãos nas espigas de milho.

PALAVRAS - CHAVE: *Zea mays*; *Phaseolus vulgaris* L.; Plantio Simultâneo; Densidade Populacional.

EFFECTS OF DIFFERENT POPULATIONS OF BEAN PLANTS ON CHARACTERISTICS OF CORN EARS GROWED IN CONSORTIUM

ABSTRACT: The cultivation of maize in consortium with beans is an alternative for the producer of tropical regions, due to certain advantages that helped in its ecological adaptation. The objective of this work was to evaluate the agronomic performance of corn plants, intercropped with beans in different populations in the off-season. The experiment was carried out in an experimental field at the Federal University of São João Del Rei, in Sete Lagoas (MG). The design used was in randomized blocks, with 4 bean populations (60,000, 120,000, 180,000 and 240,000 plants ha⁻¹) intercropped with corn, with four replications. At harvest, the following agronomic parameters were evaluated: i) ear and cob diameter measured in the lower third, ii) number of rows and number of grains in the row, iii) total number of grains in the ear, iv) length and iv) depth grain on the cob. The results obtained were submitted to analysis of variance with the aid of the SISVAR software. The regression model was applied with the aid of the same software, and the models for adjusting the equations were chosen based on the coefficient of determination and its significance. Bean plant populations between 60,000 and 240,000 ha⁻¹ cultivated in intercropping with corn influence the diameter, the number of grain rows, the number of grains in the row, the depth of grain and the number of grains in the ears of corn.

KEYWORDS: *Zea mays*; *Phaseolus vulgaris* L.; Simultaneous planting; Population density.

1 | INTRODUÇÃO

O consórcio de culturas, é o plantio simultâneo na mesma área e na mesma época de duas ou mais espécies cultivadas, é uma prática comum entre os agricultores das regiões tropicais do mundo e tem subsistido ao longo do tempo, não somente por razões tradicionais, mas também, por certas vantagens que coadjuvaram na sua adaptação ecológica (Portes, 1984). O consórcio de milho com feijão é o mais usado dentre as diferentes tipos de consórcio, merecendo atenção especial dos pesquisadores, para buscar estratégias para melhoria da eficiência desse sistema de cultivo (Zimmermann et al., 1988).

No período de safrinha o cultivo do milho tem ganhado importância nos últimos anos, pelo ponto de vista do produtor o risco é compensado pelas melhores condições de comercialização após a alta oferta da safra normal. Por outro lado, esse risco era mitigado pela limitação de desembolsos, decorrente da baixa utilização de insumos adquiridos fora da propriedade (Pinto et al., 2019). Essa modalidade de cultivo apresenta risco de perda de produtividade, em razão, principalmente, da ocorrência de deficiência hídrica. Uma das maneiras de reduzir os riscos na agricultura de sequeiro é a associação de culturas. Segundo Rao & Morgado (1984) no nordeste brasileiro, concluíram que os consórcios

milho e feijão e milho e caupi superaram os monocultivos em 32 e 41%.

Por outro lado, o milho e o feijão competem fortemente na utilização de água, nutrientes e luz. Estudos em Minas Gerais também mostraram que, no consórcio, a população de plantas de milho não deve ultrapassar o limite de 40.000 plantas ha⁻¹ t. Populações maiores prejudicam os feijoeiros, proporcionando menores produções. Porém, quanto menor a população de milho, maior pode ser a produção da cultura do feijão, mas com prejuízo para o rendimento da gramínea (Chagas et al., 1983).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico de plantas de milho, consorciado com feijoeiros em diferentes populações na safrinha.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safrinha 2019 em Sete Lagoas - MG (Lat 19° 47' Sul, Long 44° 25' Oeste e altitude de 732 m), em um Latossolo Vermelho Distrófico (Embrapa, 2006), sob bioma de Cerrado. Valores de precipitação, Umidade Relativa e Temperatura Média durante o experimento estão na Figura 1.

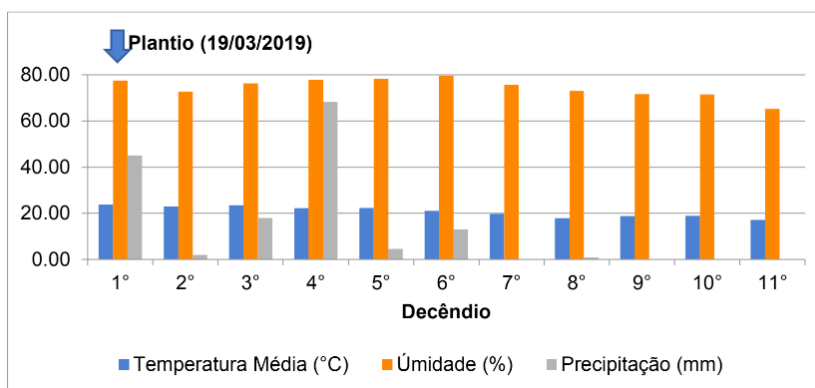


Figura 1. Precipitação em decêndio registrada durante a condução dos experimentos (14/03/2019 a 08/07/2019). UFSJ, Sete Lagoas-MG, 2019.

O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, sendo 4 populações de feijão (60.000, 120.000, 180.000 e 240.000 plantas ha⁻¹) em consorcio com milho, com quatro repetições. O feijão foi plantado no mesmo dia que o milho intercalado entre as linhas do mesmo.

Foi utilizado o híbrido Biogene BG7640VYH (tipo simples e ciclo precoce) e feijão foi utilizada a cultivar BRSMG Madrepérola. Antes da semeadura do experimento estava presente na mesma área a cultura de feijão. No sulco do milho e feijão foram aplicados 250 kg ha⁻¹ de NPK 08-28-16. A colheita do milho ocorreu no dia 08/07/2019. As parcelas foram

constituídas por 3 linhas de 5,0 m de comprimento, com linhas de feijão e linhas de milho espaçadas de 0,5 m, ou seja, linhas da mesma espécie espaçadas de 1,0 m. A população de milho foi de 40.000 plantas ha⁻¹.

Na colheita foram avaliados os seguintes parâmetros agronômicos: i) diâmetro de espiga e de sabugo medidos no terço inferior, ii) número fileiras e o número de grãos na fileira, iii) número total de grãos na espiga, iv) comprimento e iv) profundidade de grãos na espiga.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2011). Foi aplicado o modelo de regressão com o auxílio do mesmo software, sendo os modelos para ajuste das equações escolhidos com base no coeficiente de determinação e na sua significância.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos de análise de variância para as variáveis avaliadas na tabela 1.

QM								
FV	GL	DESP	COMP	NF	GF	DSAB	NGR	PROFGR
Bloco	3	5,27	3,75	0,24	12,00	1,48	2547,91	1,88
P.Feijão	3	6,00*	3,67 ^{NS}	2,08*	26,59*	5,20 ^{NS}	8251,67*	4,99*
Erro	9	5,34	3,60	1,71	28,32	7,65	7347,13	5,51
Total	15							
Médias		40,23	9,80	13,24	18,77	25,97	252,55	14,27
CV %		5,74	19,38	9,87	28,36	3,55	33,94	16,45

Tabela 1. Resumo da análise de variância para Diâmetro e comprimento de espiga (DESP e COMP), n° de fileiras de grãos, N° de grãos na fileira e n° de grãos na espiga (NF, GF e NGR), diâmetro de sabugo (DSAB), e profundidade de grãos (PROFGR), em plantas de milho na safrinha em função da população de feijão em consorcio. UFSJ, Sete Lagoas-MG, 2019.

Teste F: respectivamente. CV: coeficiente de variação, GF: graus de liberdade, FV: fator de variação, P.Feijão: populações de feijão.

Nota-se que para o diâmetro de espiga número de fileiras, número de grãos na fileira e número de grãos em uma espiga (Figuras 2C a 2G) aumentaram linearmente à medida que se aumentou a densidade de plantio do feijão.

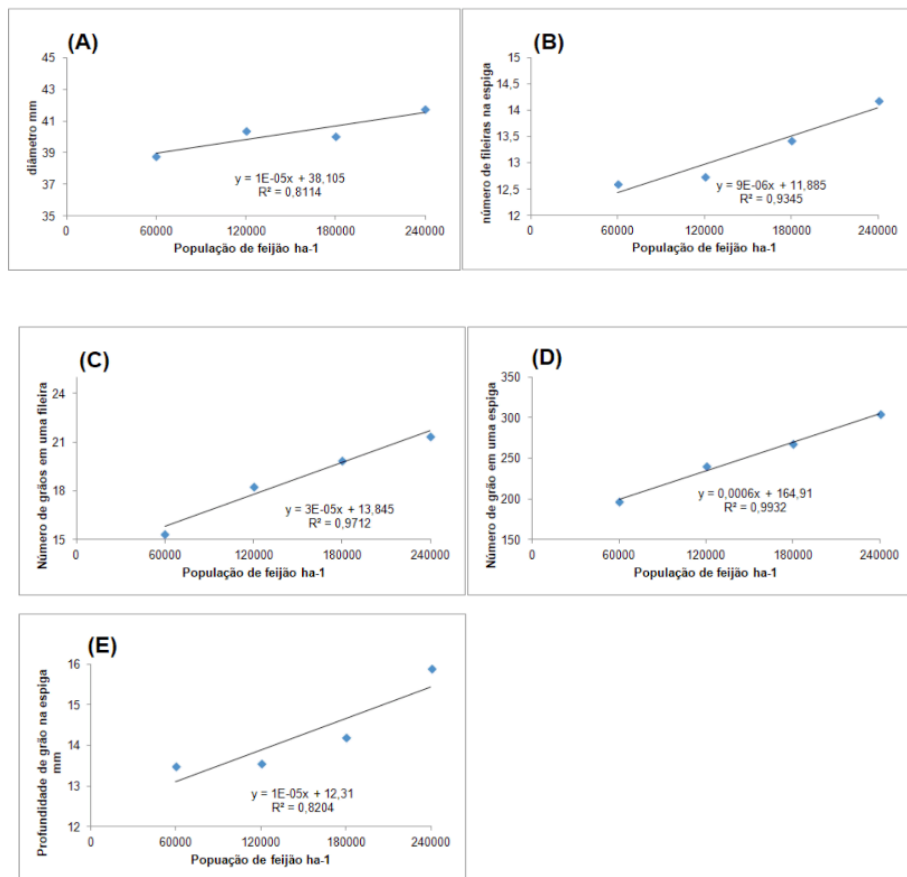


Figura 2. Diâmetro de espiga (A), nº de fileiras (B), nº de grãos na fileira (C), nº de grãos por espiga (D) e profundidade de grão na espiga (E) de milho safrinha em função de consórcio com diferentes populações de feijão. UFSJ, Sete Lagoas – MG, 2019.

Para as demais características agrônômicas: diâmetro de sabugo e comprimento de espiga, a análise de Regressão não gerou equações com parâmetros e R² confiáveis.

O consórcio pouco interferiu nas características agrônômicas do milho, concordando com trabalho realizado em 2001 e 2002 no município de Selvíria, MS, durante o período de safrinha, sendo a característica em questão comprimento de espiga (Maciel et al., 2004).

Dos Santos et al. (2010) não encontraram diferenças no diâmetro e comprimento de espigas entre o monocultivo e o consórcio usando 125 mil plantas de feijão ha⁻¹.

4 | CONCLUSÃO

Populações de plantas de feijão entre 60.000 e 240.000 plantas ha⁻¹ cultivados em consorciação com milho influenciam no diâmetro, no nº de fileiras de grãos, no nº de grãos na fileira, na profundidade de grãos e no número de grãos nas espigas de milho.

REFERÊNCIAS

- CHAGAS, J. M. et al. Efeitos do intervalo entre fileiras de milho sobre o consórcio com a cultura do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 18, n. 8, p. 879-885, 1983.
- DOS SANTOS, N. C. B. et al. Consórcio de feijoeiro e milho-verde na entressafra. II-Comportamento das cultivares de milho. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 6, 2010.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- MACIEL, A. D. et al.. Comportamento do milho consorciado com feijão em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 26, n. 3, p. 309-314, 2004.
- MORGADO, LB.; RAO, M.R. População de plantas e níveis de água no consórcio milho x caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brastia, v. 20, n.1, p. 45-55, 1985.
- PINTO, F., MEDEIROS, H., CRUZ, J., PEREIRA FILHO, I. A., & DUARTE, A.. Como fazer uma boa safrinha de milho. **Campo & Negócios**, v. 16, n. 190, p. 28-31, jan. 2019. Embrapa Milho e Sorgo- Artigo em periódico indexado (ALICE)(2019).
- PORTES, T. D. A.. Aspectos ecofisiológicos do consórcio milho x feijão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10 n. 118, p. 30-34, out. 1984. Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em periódico indexado (ALICE), 1984.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- ZIMMERMANN, M. D. O., ROCHA, M., & YAMADA, T.. Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade. **Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato**, 1988.

CAPÍTULO 10

ESTRATÉGIAS DE VALORIZAÇÃO DO MILHO CRIOULO NA AGRICULTURA FAMILIAR DE SERGIPE, BR: ANÁLISE DAS CONTAMINAÇÕES POR TRANSGENIA

Data de aceite: 01/12/2020

Data de Submissão: 06/11/2020

Eliane Dalmora

Instituto Federal de Sergipe
Aracaju - SE,
<https://orcid.org/0000-0003-1724-8195>;

Irinéia Rosa Nascimento

Instituto Federal de Sergipe
Aracaju – SE,
<https://orcid.org/0000-0003-3345-5610>;

Kauane Santos Batista

Profissional Autônoma
Aracaju – SE,
<http://lattes.cnpq.br/9634790359440025>;

Philippe Rolemberg Caetano

Profissional Autônomo,
Aracaju -SE,
<http://lattes.cnpq.br/4340346826915757>.

RESUMO: Os agricultores familiares que cultivam o milho visando as demandas do próprio estabelecimento e ao mercado local de milho crioulo estão tendo suas lavouras contaminadas por transporte de pólen. Isto ocorre porque estes agricultores estão rodeados por grandes produtores rurais, que realizam monoculturas. As formas de prevenção buscando conferir qualidade no sistema de produção agroecológica e confiabilidade do produto gerado, denotam a impossibilidade da coexistência entre lavouras de milho GM e não GMs. Visando monitorar a

confiabilidade do produto foram realizados dois intercâmbios visando gerar medidas preventivas e fazendo a verificação do êxito obtido com a realização dos testes não-OGM (Organismo Geneticamente Modificado) no Laboratório de Sementes Crioulas do IFS -Campus São Cristóvão. A realização dos testes não-OGM, envolveu 60 amostras provenientes das safras de 2018 e de 2019. Para as análises foram utilizadas tiras de fluxo lateral. Foi aplicado o método de Common Extraction™ e são testados a presença de traços genéticos de nove proteínas para o *Zea mays L* (ENVIROLOGIX, 2018). Na safra de 2018 das 60 amostras de milho crioulo testadas, 50% apresentaram contaminações de transgenia. Na safra de 2019, o índice de contaminação foi reduziu para 37%, denotando resultados positivos frente as medidas preventivas incentivadas pelo movimento social. Agricultores familiares rodeados por grandes extensões de monoculturas de milho (*Zea mays L.*), são os mais afetados pelas contaminações por OGMs. Há impossibilidades para adotar medidas de isolamento temporal devido a riscos de perdas de safras, pelo curto período de chuvas, manifestas na região do semiárido sergipano.

PALAVRAS - CHAVE: agrobiodiversidade; sementes crioulas; erosão genética.

STRATEGIES FOR THE VALORIZATION OF CREOLE CORN IN FAMILY FARMING IN SERGIPE, BR: ANALYSIS OF CONTAMINATION BY TRANSGENICS

ABSTRACT: Family farmers who grow maize for the demands of the establishment itself and the

local market for creole corn are having their crops contaminated by pollen transport. This is because these farmers are surrounded by large rural producers, who grow monocultures. The forms of prevention seeking to provide quality in the agroecological production system and the reliability of the product generated, denote the impossibility of coexistence between GM and non-GM corn crops. In order to monitor the reliability of the product, two exchanges were carried out to generate preventive measures and to verify the success obtained with the performance of non-GMO tests (Genetically Modified Organism) at the Creole Seed Laboratory of IFS -Campus São Cristóvão. The performance of non-GMO tests involved 60 samples from the 2018 and 2019 crops. Lateral flow strips were used for the analyzes. The Common Extraction™ method was applied and the presence of genetic traits of nine proteins is tested for *Zea mays* L (ENVIROLOGIX, 2018). In the 2018 harvest of the 60 samples of creole corn tested, 50% showed contamination from transgenics. In the 2019 harvest, the contamination rate was reduced to 37%, showing positive results in view of the preventive measures encouraged by the social movement. Family farmers surrounded by large expanses of maize monocultures (*Zea mays* L.), are the most affected by GMO contamination. There are impossibilities to adopt measures of temporal isolation due to risks of crop losses, due to the short rainy season, manifest in the region of Sergipe's semiárid.

KEYWORDS: agrobiodiversity; creole seeds; genetic erosion.

1 | INTRODUÇÃO

Em amplas áreas do estado de Sergipe, os grandes proprietários de terra têm realizado a monocultura de milho com a adoção das novas tecnologias da evolução biotecnológica. O território do Sertão Ocidental é a região predominante na monocultura extensiva de milho. Mais recentemente, a monocultura do milho também está em expansão no território Sul Sergipano, com a substituição dos laranjais.

No contexto da agricultura familiar a cultura do milho é amplamente praticada visando a alimentação das famílias e dos animais, em especial as aves criadas nos quintais. Os camponeses e os agricultores tradicionais sabem que as sementes podem conter informações importantes para situações de diversidades, tais como: as restrições de recursos financeiros, as vulnerabilidades, as incertezas climáticas e as carências nutricionais (DALMORA et al., 2017).

Entre 2015 a 2017 foi realizada a pesquisa *Levantamento e avaliação participativa de variedades crioulas e de adubos verdes em territórios rurais de Sergipe*”, apoiado pela chamada MCTI/MAPA/CNPq nº 40/2014. Nesta pesquisa, observou-se que os agricultores tradicionais sabem da importância das sementes crioulas para a afirmação da autonomia camponesa e enumeraram as seguintes vantagens em manter as sementes crioulas:

- a. Tendo a própria semente os agricultores não ficam na espera de doações governamentais de sementes;
- b. o agricultor não precisa dispor de recursos financeiros para adquirir sementes no mercado, pois no momento do plantio a semente já está disponível para ser

semeada;

c. as sementes próprias são conhecidas, se sabe da sua produtividade e suas fragilidades, do seu ciclo produtivo e a resistência às doenças e pragas próprias da cultura;

d. cada semente que as famílias conservam tem um característica e uma destinação, há variedades mais adequadas para alimentar os animais, as mais apropriadas para o preparo das receitas regionais e seu sabor peculiar;

e. as sementes próprias, cultivadas por muitas gerações, no mesmo local, se caracterizam por serem produtivas nas condições de solos pobres, com baixa demanda de investimentos em insumos químicos (DALMORA, et al., 2017).

Em pesquisa participativa realizada por Araújo et al. (2011) e Londres (2009), observou-se que os agricultores do semiárido nordestino mantêm as sementes crioulas por corresponderem as suas necessidades, em especial por serem adaptadas as condições edafoclimáticas da região. Na avaliação comparativa dos potenciais das variedades crioulas de milho em situação de stresse hídrico, as variedades crioulas demonstraram maiores produtividades.

Os agricultores tradicionais e as comunidades dominam suas sementes crioulas, as sementes locais, são variedades biodiversas compostas de genótipos adaptados a especificidade do habitat, sendo resultado da seleção natural, associada a pressão de seleção conferida pelos agricultores (STELLA; KAGEYAMA; NODARI, 2006).

Busca-se alimentos nutritivos, saudáveis, adequados aos animais, resistentes a pragas e doenças. No caso do contexto da agricultura familiar variedades produtivas em condições de baixa fertilidade, vão sendo moldadas de geração a geração (GARCIA et al., 2018). As sementes crioulas provêm de rerações de agricultores realizando a seleção massal e adequação das plantas e animais as necessidades e as condições do meio (NODARI & GUERRA, 2015). Esta prática de conservação *in situ* e *on farm*, realizada pelos agricultores familiares e populações tradicionais, é responsável pela riqueza de variabilidade e agrobiodiversidade dos tempos atuais.

Porém, toda esta diversidade genética está sendo ameaçada e importantes matérias estão desaparecendo, devido aos desmatamentos, fragmentação dos ecossistemas naturais e introdução de variedades exóticas melhoradas e com a expansão monoculturas em grandes extensões de terras (NODARI & GUERRA, 2015).

A distribuição de sementes no semiárido brasileiro tem negligenciado o papel decisivo das variedades crioulas para o desenvolvimento de agroecossistemas produtivos e resilientes, numa região marcada pela instabilidade climática e altamente sensível aos efeitos das mudanças climáticas. Isso porque a extinção de uma variedade adaptada há décadas ao clima regional, que se encontra inserida na cultura e na economia local, compromete e abala profundamente os agroecossistemas e a dinâmica de autosustentação

das famílias de agricultores.

O sertão sergipano apresenta como especificidade em relação à outras regiões do semiárido nordestino a economia centrada no gado de corte e de leite e na agricultura de milho (*Zea mays L.*) e feijão. A cultura do milho predominou visando a alimentação do rebanho, e se estruturou como uma monocultura baseada no uso intensivo de insumos químicos e agrotóxicos (AMORIN, 2016). Em Sergipe foram introduzidas junto aos agricultores familiares variedades de milho de ciclo curto, padronizadas, híbridas e geneticamente modificadas (AMORIM, 2016).

A cultura do milho crioulo, antes abundante nos quintais e roçados da agricultura familiar, passou a ser parte do agronegócio, sendo cultivada em extensas monoculturas.

Estas mudanças além de afetarem as tradições, comprometeram a variabilidade e a diversidade das sementes crioulas que eram mantidas pelos agricultores familiares. Atualmente a alimentação típica é afetada por novos ingredientes perdendo a sutileza proporcionada pelos alimentos regionais e sua diversidade de sabores. Também as sementes crioulas, com suas especificidades saíram do cotidiano alimentar e ficaram restritas ao período das festas juninas.

No caso específico do milho a polinização cruzada, que é a sua característica, leva a contaminação por transgenia nas sementes locais (sementes crioulas, mantidas e reproduzidas por gerações de grupos de parentesco e vizinhança). Cientes dessa ameaça os agricultores familiares, guardiões de sementes crioulas, foram adotando medidas para salvaguardar os alimentos tradicionais. Porém, neste interim grande parte das suas sementes crioulas foram inadvertidamente contaminadas por polinização acidental, proveniente dos cultivos transgênicos da vizinhança.

Primeiramente há que se entender a diferença entre elementos transgênicos e Organismo Geneticamente Modificado (OGM), geralmente considerados como sinônimos. O OGM é um organismo cujo material genético – ADN/ARN tenha sido modificado por qualquer técnica de engenharia genética (BRASIL, 2005). Conforme Nodari & Guerra (2001 p.83), transgênico é definido como “um organismo que foi submetido à técnica específica de inserção de material genético, trecho de RNA/DNA de outro organismo, que pode até ser de espécie diferente”. Como instrumento de qualidade das sementes crioulas utilizadas pelos agricultores visamos dar seguridade verificando possíveis contaminações do milho crioulo por OGMs, aplicando os testes de transgenia nas amostras dos produtores de milho crioulo.

2 | METODOLOGIA

Os testes foram realizados no Laboratório de Sementes do Instituto Federal de Sergipe (IFS), no período de setembro de 2018 a fevereiro de 2020. Foram analisadas 120 amostras de milho, provenientes de produtores do milho crioulo para cuscuz, associados a

ACCESE e mobilizados pelo Movimento Camponês Popular (MCP).

O cuidado na formação da amostragem do milho foi fundamental para o sucesso da análise. O milho enviado pelo agricultor foi resultante do número máximo de plantas, representando a totalidade da área cultivada. Os agricultores foram orientados pelo MCP a separarem sementes provenientes de espigas diferentes e com representação de toda a área cultivada. Caso a amostra for retirada dos sacos segue-se a orientação das Regras de Análise de Sementes (RAS, 2009). O tamanho da amostra variou de novecentas gramas a dois quilogramas, para áreas não superiores a 3 hectares. No laboratório foram realizados os seguintes passos para a aplicação do teste: catalogação da amostra com o preenchimento da ficha do detentor da semente; medição e umidade da semente; contagem de 400 sementes e armazenamento da amostra não utilizada; pesagem das sementes selecionadas; trituração e peneiragem da amostra na granulometria; pesagem da amostra peneirada; diluição na água, conforme o peso da amostra; dinamização por 5 minutos; decantação do material; pipetagem para separação das partes sólidas do material a ser testado; colocação das fitas de fluxo lateral em recipiente com 20 ml do material pipetado; leitura do resultado em cinco minutos; lavagem e secagem de todo o material e limpeza das bancadas.

O Imunoensaio de fluxo lateral (IFL) é um teste qualitativo, não dispendioso e rápido, cujos resultados são obtidos entre 5 e 15 minutos, sem demandar equipamentos sofisticados. A sensibilidade deste método na detecção de OGMs é de aproximadamente 0,1% e é amplamente utilizado na detecção e quantificação de alimentos GMs (CONCEIÇÃO; MOREIRA; BINSFELD, 2004).

Os testes obtidos do Laboratório Envilógix em 2018 estava formatado em nove diferentes tiras de fluxo lateral montadas em formato de combo, selado em bolsas de alumínio; incluindo no Kit copos de amostra descartáveis e pipetas descartáveis (ENVIROLOGIX, 2018). O material para teste da safra 2019 foi obtido do laboratório Romer, se diferenciando por conter fitas que detectam, simultaneamente, várias proteínas para grãos de milho. Os seguintes eventos foram identificados: o Roundup Ready, YieldGard Corn Borer, SmartStax (marcas registradas Monsanto Technology, LLC); YieldGard Rootworm, Herculex I, Herculex RW (marca registrada AgroSciences LLC), Agrisure RW, LibertyLink (marca registrada da Bayer) e Viptera (marcas registradas Syngenta Group Companies). (ENVIROLOGIX, 2018). O analito identifica traços do Evento 603 - CP4 EPSPS (5-enolpiruvilsiquimato-3-fosfato sintetase da cepa 4 de *Agrobacterium tumefaciens*), que confere tolerância ao herbicida glifosato. Também foram identificados possível ocorrência para os traços genéticos das proteínas Cry1A, Cry3Bb, Cry1F sendo endotoxinas de *Bacillus thuringiensis*, que conferem resistência contra insetos e da proteína PAT contendo fosfinotricina-N-acetiltransferase de *Streptomyces viridochromogenes*, que confere tolerância ao herbicida glufosinato. (CONCEIÇÃO; MOREIRA; BINSFELD, 2004). Neste leque de opções o Kit abrange o contexto mais amplo de avanços no uso das tecnologias

3 | DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para a conservação das sementes crioulas far-se-á necessário agilidade e persistência dos agricultores em se contrapor ao avanço dos cultivos transgênicos. Tornou-se relevante identificar as sementes crioulas ameaçadas, visando orientar os guardiões para eliminar as sementes contaminadas e gerar um debate ampliando as medidas preventivas e salvaguardando as sementes crioulas de modificações genéticas.

A diferenciação do produto no mercado, oferecendo um alimento típico do Nordeste, a massa de cuscuz, livre de transgenia foi a forma encontrada pelo MCP para dar visibilidade ao trabalho do guardião e seus alimentos biodiversos.

Na safra de 2018 das 60 amostras de milho crioulo testadas, 50% apresentaram contaminações de transgenia. Na safra de 2019, o índice de contaminação reduziu para 37%, denotando resultados positivos frente as medidas preventivas incentivadas pelo movimento social (Gráfico 1). As medidas foram: realização de testes de transgenia nas sementes crioulas e orientação para os agricultores não reproduzirem as sementes contaminadas; realizar o distanciamento espacial ou temporal; adotar medidas de segurança, evitando mistura acidental de grãos no transporte e no armazenamento; manter o programa governamental de compra de sementes crioulas para substituir as sementes contaminadas por transgenia.

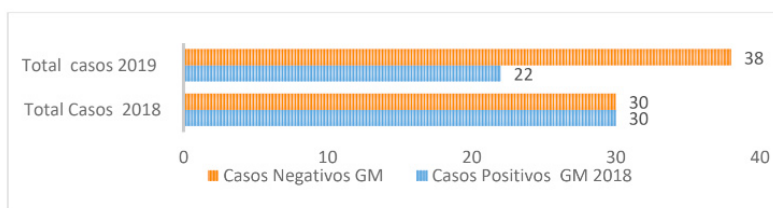


Gráfico1: Comparativo de casos de milho GM e não GM, nas safras de 2018 e 2019

Fonte: dados da pesquisa.

Os produtores de milho crioulo contemplados pela ação do MCP pertencem aos municípios de: Cristinápolis, Lagarto, Poço Verde, Tomar de Geru e Itabaianinha (Gráfico 2). Poço Verde, Itabaianinha e Cristinápolis foram os municípios que mais enfrentaram dificuldades devido ao avanço da monocultura de milho transgênico. Contudo, o município de Poço Verde apresentou maior adesão de novos agricultores na produção de milho crioulo. Já em Tomar de Geru e Lagarto houve significativo controle no ritmo de contaminação das sementes crioulas. Em menor número também participam agricultores dos municípios de Salgado, Umbaúba, Tobias Barreto

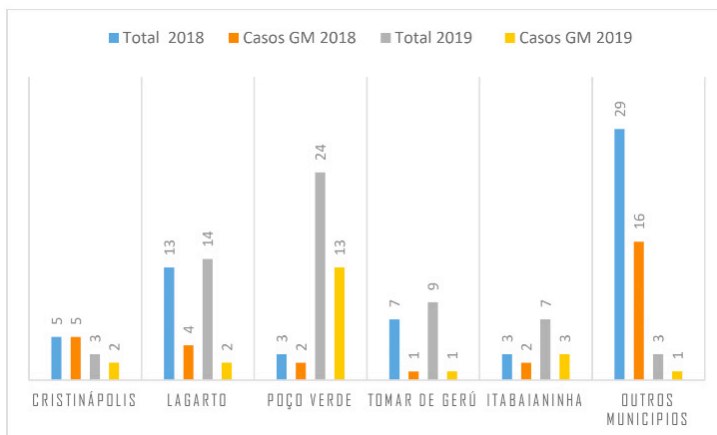


Gráfico 2: Evolução dos casos de contaminação por GM, nos municípios amostrados, em 2018 e 2019.

Fonte: dados da pesquisa.

Das amostras de 2018 contaminadas, apenas em uma, proveniente de Poço Verde, foi observada a presença de 7 proteínas, incluindo eventos *Pat*, *Cry34*, *Cry3A*, pouco recorrentes em outras amostras. Esta é uma região de monocultura do milho, considerada a de maior área cultivada com adoção das inovações em tecnologias emergentes. O evento recorrente na maior parte das amostras é com as proteínas Bt (*Bacillus truringiensis*) e RR (*Roundup Ready*) (Gráfico 3). Estes visam combater os problemas mais evidenciados na monocultura de milho convencional: o combate da lagarta do cartucho e o controle das plantas espontâneas com herbicidas específicos para determinadas gramíneas.

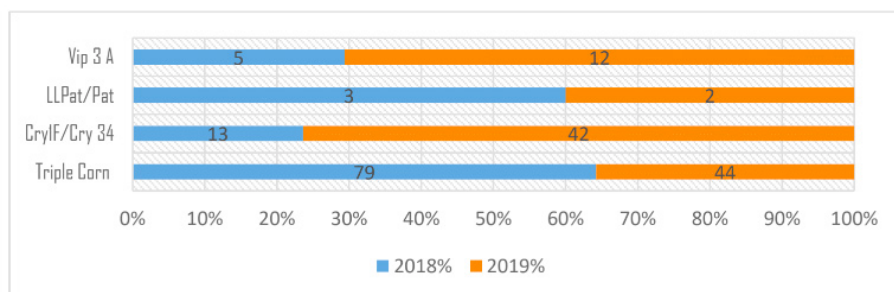


Gráfico 3 – Ocorrência de proteínas GM nas safras 2018 e 2019.

Fonte: dados da pesquisa.

Em 2018 os produtores reproduziam nove variedades de sementes crioulas, nominadas de capucho fino, capucho roxo, cateto, sol da manhã, catetinho, taquaral, paulistão, paulistinha e bacter. Na safra de 2019 houve redução na diversificação, predominando o uso da variedade sol da manhã e não ocorrendo neste grupo o cultivo de outras variedades com a mesma intensidade. Observa-se em 2019 a não ocorrência das sementes crioulas nominadas paulistinha, capucho fino, biodinâmico e bacter. Isto porque, em 2018, as sementes contaminadas foram substituídas pela variedade sol da manhã, em programa de doações governamentais. Em 2019 ainda foram encontradas contaminações em 55% do total de amostras com sementes crioulas locais. Na variedade sol da manhã foram encontradas contaminações em 27% das amostras, geralmente provenientes do município de Poço Verde (Gráfico 4). Isto significa que a proximidade das lavouras e a grandes extensão de monoculturas com variedades transgênicas compromete as estratégias dos agricultores.

A variedade Sol da Manhã foi desenvolvida pela Embrapa é originada de 36 populações da América Central e da América do Sul com predomínio de germoplasma Cateto, Eto e Duros do Caribe (MACHADO et al., 2006). Visando avaliar o seu potencial foi realizado um ensaio participativo de seleção massal que concluiu sobre o bom desempenho das sementes Sol da Manhã a situações de solo com baixa fertilidade, em particular o nitrogênio (MACHADO et al., 2003).

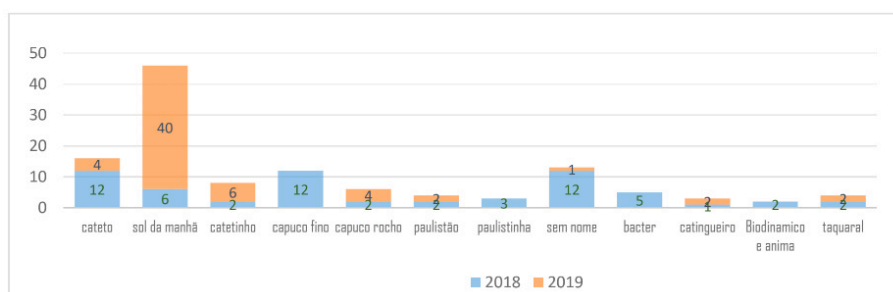


Gráfico 4- Quantitativo na variedade de sementes crioulas nas safras 2018 e 2019.

Fonte: dados da pesquisa.

A contaminação das variedades crioulas revela uma ameaça a perda definitiva das variedades de milho, tradicionalmente conservadas pelas famílias. Neste cenário a perda da diversidade de milhos crioulos adaptados aos ecossistemas locais é desalentadora e irreparável. Como as práticas de isolamento são inviáveis pela proximidade dos lotes, geralmente os agricultores adotam o isolamento temporal. O fato das variedades possuírem diferentes épocas de florescimento pode diminuir a polinização cruzada entre as lavouras. Para conseguir o isolamento temporal é necessário um intervalo de 21 dias entre duas

variedades com ciclos de crescimento (épocas de florescimento) semelhantes (COSTA, 2013).

No entanto, o período de plantio na região é definido pela ocorrência das primeiras chuvas do ano, definido entre os meses de março a junho de cada ano. Nos anos em que as chuvas tardam os agricultores apresentam dificuldades para realizar o distanciamento temporal, ficam expostos à um curto período de chuvas, comprometendo as safras. Este fato ocorreu em 2019, muitos agricultores receberam as sementes doadas do governo e o início das chuvas tardou, não obtendo sucesso nas colheitas e novamente perdendo as sementes crioulas.

Para todos os agricultores que são guardiões é uma decepção observar que as sementes mantidas na família por gerações estejam contaminadas, apesar de adotarem estratégias de defesa para evitar a polinização entre as lavouras de milho de variedades diferentes. Em resposta ao avanço das contaminações o ideal seria o cumprimento legal e adoção criteriosa das medidas preventivas para que haja a coexistência entre culturas GM e culturas não-GM, como estabelece a Resolução Normativa N° 4, definindo no Art. 2°

Para permitir a coexistência, a distância entre uma lavoura comercial de milho geneticamente modificado e outra de milho não geneticamente modificado, localizada em área vizinha, deve ser igual ou superior a 100 (cem) metros ou, alternativamente, 20 (vinte) metros, desde que acrescida de bordadura com, no mínimo, 10 (dez) fileiras de plantas de milho convencional de porte e ciclo vegetativo similar ao milho geneticamente modificado (BRASIL/MCTIC, 2007).

Contudo praticamente não se observa aplicação da normativa e a coexistência geralmente é ineficaz na cultura do milho, assim as estratégias de conservação dos praticantes da agroecologia, das comunidades tradicionais e dos agricultores familiares, guardiões de sementes crioulas são pouco exitosas (COSTA, 2013).

Os experimentos de campo realizados por uma equipe de pesquisadores, a pedido da Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná (SEABRI/Pr, 2010), revelaram que as distâncias estabelecidas são insuficientes para conter as contaminações. Ocorreu contaminação genética por pólen transgênico, via fecundação cruzada, com milhos transgênicos da lavoura vizinha em 27 das 40 amostras. As lavouras de milho não GM, monitoradas nos municípios analisados, foram geneticamente contaminadas por transgenes apesar do respeito técnico às medidas de isolamento definidas na RN n° 04.

Em Santa Catarina, no município de Anchieta, há uma ampla movimentação em defesa das sementes crioulas, com bancos de sementes diversificados, agricultores engajados no resgate das diversidades locais. Porém, esse grupo organizado não consegue reter as contaminações das sementes frente a proximidade dos estabelecimentos pequenos e o avanço da monocultura do milho transgênico (COSTA, 2013).

Em estudo analisado no Uruguai por Galeano (2010, p. 85) se observou fragilidades legais quanto a distância para a coexistência e suas aplicações: dos cinco casos que

apresentaram risco potencial de polinização cruzada, três tiveram a presença do transgene na progênie da plantação não GM. Nos três casos o evento encontrado coincidiu com o da plantação de milho GM vizinha, possível origem da contaminação. Em um dos casos analisados, a lavoura de milho não GM estava há uma distância que superava os 330 metros da lavoura de milho GM. No Uruguai está regulamentado a distância acima de 250 metros como segura para evitar a polinização cruzada. Portanto a legislação não corresponde a dinâmica dos agroecossistemas e a disseminação dos transgenes. Em ventos baixos e moderados observou-se que a dispersão de pólen de milho pode atingir de 60 metros a até 6 quilômetros de distância (Emberlin et al., 1999, apud COSTA, 2013). Há influências da velocidade e direção dos ventos, densidade e umidade do ar, elevação topográfica e insetos polinizadores. Também há que se considerar que os grãos de pólen de milho permanecem viáveis por cerca de 24 horas ou mais, dependendo da temperatura do ambiente (COSTA, 2013).

Mais especificamente é urgente uma reflexão sobre a importância do gerar sementes férteis de domínio dos agricultores e povos tradicionais, em contraposição à tecnologia *Terminator que leva a esterilização genética* de sementes. Este modelo afasta os camponeses de sua capacidade de reprodução autônoma e limita o desenvolvimento de uma agricultura viável, socialmente inclusiva e permanente.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estreita base genética dos materiais melhorados ou modificados é claramente percebida pelos agricultores detentores das sementes crioulas, que sabem da superioridade das sementes crioulas. Constantemente, a diversidade de sementes crioulas, propriedade do coletivo de camponeses e agricultores tradicionais de Sergipe está ameaçada pelas substituições nas variedades locais e tradicionais por variedades GMs. A motivação para a mudança é a promessa de altos rendimentos, apesar de que os custos imbuídos não correspondem a disponibilidade de capital de investimento por parte dos agricultores familiares. Mesmo sem capacidade de investimento, camponeses e agricultores desavisados, vão perdendo as práticas tradicionais de conservação e reprodução das sementes próprias, ficando dependentes das variedades oferecidas no mercado, sujeitas a tratamentos químicos e transgenia. Esta perda das práticas tradicionais tem impactado diretamente no processo de transição agroecológica dos produtores de alimentos orgânicos da região. As sementes disponíveis no mercado não conferem resistências às doenças e situações de estiagens ou secas prolongadas, tornando o cultivo de hortaliças dependente do uso de agrotóxicos.

Frente a esta tendência o objetivo é gerar pesquisas que promovam práticas de produção livre dos agrotóxicos, adubos químicos e transgenias. Com isso, justifica-se a necessidade de constituir, junto a estas populações, referenciais próprios do local, através

do resgate das redes sociais de sementes e o intercâmbio com outros agricultores do local. Neste sentido, a defesa das sementes crioulas representa uma simbologia na resistência da agricultura camponesa e, ao mesmo tempo, nos remete a um novo paradigma baseado nos princípios da Agroecologia. Além disto, o suporte científico/acadêmico de pesquisadores favorece a produção de dados “validados” pela lógica cartesiana que, a partir da hibridação, com as formulações teóricas, formam um corpus que valoriza as sementes crioulas e conseqüentemente a agricultura camponesa.

Observamos que para os produtores de milho de cuscuz livre de transgenia a implementação da política de compras governamentais de sementes crioulas e a distribuição gratuita tem sido um importante suporte para salvaguardar as sementes crioulas, garantindo a certificação dos alimentos agroecológicos. Porém a ameaça é a não consolidação e continuidade destas políticas públicas, por estarem sujeitas a interesses partidários clientelistas. Também há impasses devido as instabilidades climáticas que se agravam com a improvável coexistência entre GMs e não GMs em situações de pequenas propriedades agravado com a expansão das monoculturas, tal como a do milho transgênico, no entorno das comunidades tradicionais.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Lucas Oliveira do. Plantando semente crioula, colhendo agroecologia: agrobiodiversidade e campesinato no Alto Sertão Sergipano. **Dissertação (mestrado)** - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Recife, 2016. 140 f.

ARAÚJO, Socorro Luciana; NUNES, Fábila Raquel; LIMA, Wagner S.; SILVA, Verônica; SILVA, Emanuel; SANTOS, Amaury. Avaliação participativa de variedades crioulas de milho com os agricultores familiares do Cariri Paraibano. **Cadernos de Agroecologia**, [S.l.], v. 6, n. 2, dec. 2011. ISSN 2236-7934. Disponível em: <http://revistas.aba.agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/11656>. Acesso em: 25/05/2020.

BRASIL. Resolução Normativa CTNBio nº 4, de 16.08.2007. Brasília: MCTIC Disponível em: https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/legislacao/outros_atos/resolucoes/migracao/Resolucao_ Acesso em 18/05/2010.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Secretaria de Defesa Agropecuária - Mapa/ACS, 2009.

BRASIL. **LEI 11.105/2005 (LEI ORDINÁRIA)**. Brasília, 2005. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11105.htm. Acesso em 22.05.2020.

CONCEIÇÃO, Fabricio Rochedo; MOREIRA, Ângela Nunes; BINSFELD, Pedro Canisio. Detecção e quantificação de organismos geneticamente modificados em alimentos e ingredientes alimentares. In: **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.1, p.315-324, jan-fev. 2004.

COSTA, Flaviane Malaquias. Diversidade genética e distribuição geográfica: uma abordagem para a conservação on farm e ex situ e o uso sustentável dos recursos genéticos de milho do Oeste de Santa Catarina. **Dissertação**. Pós Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2013.

DALMORA, E, et al. Levantamento e avaliação participativa de variedades crioulas e de adubos verdes em territórios rurais de Sergipe. **Relatório Chamada MCT/MAPA/CNPq Nº 40/2014 – 473114/2013**. São Cristóvão: Instituto Federal de Sergipe. 2017.

ENVIROLOGIX. Kit QuickComb para milho. In: Catalog Number AS 036TC. . www.envirologix.com. 2018.

GALEANO Pablo Contaminação de cultivos de milho não transgênico por cruzamento com cultivos transgênicos no Uruguai Redes-AT, Uruguai. In: FERMENT, Gilles; FERNADES, Gabriel; AVANCI, Juliana. **Seminário sobre proteção da agrobiodiversidade e direito dos agricultores**. Brasília: MDA, 2010.

GARCIA, Pedro de A. L et al. Desempenho agrônômico de variedades de milho comerciais e crioulos: cultivo outono-inverno sob manejo agroecológico. In: **Revista Mirante**. Anápolis (GO), v. 11, n. 7, jun. 2018.

GILLES, Ferment. Impactos ecológicos das plantas transgênicas. Gilles Ferment; Gabriel Fernandes; Juliana Avanci (Org.) **Seminário sobre proteção da agrobiodiversidade e direito dos agricultores**. Brasília : MDA, 2010.

MACHADO, A. Toledo et al. **Respostas a variedades de milho a níveis e fontes de nitrogênio**. Planaltina, RJ: EMBRAPA Cerrados, 2003.

MACHADO, A.T. et al. **Mejoramiento participativo en mays**: su contribución en el empoderamiento comunitario en el municipio de Muqui, Brasil. *Agronomia Mesoamericana*, 17(3): 393-405. 2006.

NASCIMENTO, Saumíneo da Silva. A Geopolítica da Agricultura Sergipana. **Revista Economia**. 29 out, 2013. Disponível em: <https://infonet.com.br/noticias/economia/a-geopolitica-da-agricultura-sergipana>. Acesso em:12/01/2019.

NODARI, Rubens O.; GUERRA, Miguel P. A agroecologia: estratégias de pesquisa. In: **Revista Estudos Avançados**. 29 (83), 2015.

NODARI, Rubens O.; GUERRA, Miguel P. Impactos ecológicos das plantas transgênicas. In: **Revista de Ciência & Tecnologia**. V.18,n.01, p.81 -116, jan/ab, 2001.

RIESEMBER, A.; SILVA, M. Crônica de uma contaminação anunciada. In: FERMENT, Gilles; FERNADES, Gabriel; AVANCI, Juliana. **Seminário sobre proteção da agrobiodiversidade e direito dos agricultores**: Brasília: MDA, 2010.

SEAB/PR. SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Monitoramento do fluxo gênico entre lavouras de milho transgênico e não transgênico na região Oeste do Paraná: metodologia, resultados e conclusões. SEAB: 2010. (Nota Técnica).

STELLA, André; KAGEYAMA, Paulo; NODARI, Rubens. Políticas públicas para a Agrobiodiversidade. In: STELLA, André; KAGEYAMA, Paulo (Coord.). **Agrobiodiversidade e diversidade cultural**. Brasília: MMA/SBF, 2006.

CAPÍTULO 11

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE SEMENTES DE MILHO

Data de aceite: 01/12/2020

Data de submissão: 06/10/2020

Luiz Fernando Gibbert

Universidade do Estado de Mato Grosso -
UNEMAT
Alta Floresta - MT
<http://lattes.cnpq.br/4598678111355586>

Bruna Francielly Gama

Universidade do Estado de Mato Grosso -
UNEMAT
Alta Floresta- MT
<http://lattes.cnpq.br/8414164561429207>

Ana Paula Rodrigues da Silva

Universidade do Estado de Mato Grosso -
UNEMAT
Alta Floresta- MT
<http://lattes.cnpq.br/4119319543891835>

Adriana Matheus da Costa Sorato

Universidade do Estado de Mato Grosso -
UNEMAT
Alta Floresta- MT
<http://lattes.cnpq.br/8500353468007151>

Marco Antonio Camillo de Carvalho

Universidade do Estado de Mato Grosso –
UNEMAT
Alta Floresta- MT
<http://lattes.cnpq.br/2219061872247474>

Fernando Elias Roveda

Universidade do Estado de Mato Grosso -
UNEMAT
Alta Floresta- MT
<http://lattes.cnpq.br/1559940413233306>

Cesar Henrique Ruiz da Silva

Universidade do Estado de Mato Grosso -
UNEMAT
Alta Floresta - MT
<http://lattes.cnpq.br/1436807580464707>

Lavinia Ferreira Batista

Universidade do Estado de Mato Grosso -
UNEMAT
Alta Floresta- MT
<http://lattes.cnpq.br/0835199338958058>

Felipe de Souza Freitas

Universidade do Estado de Mato Grosso -
UNEMAT
Alta Floresta- MT
<http://lattes.cnpq.br/3003791744926692>

Patrícia Cristiane Gibbert

Instituto Federal do Mato Grosso – IFMT
Campo Verde - MT
<http://lattes.cnpq.br/2647628779667355>

RESUMO: A temperatura apresenta grande importância na formação do estande de plântulas, sendo fator determinante na obtenção de alta taxa e uniformidade no processo germinativo. O milho é uma cultura implantada em diferentes regiões com diversas de temperaturas, porém não há muitas informações científicas referente a esse tema, com base nisso o presente trabalho buscou avaliar o desempenho germinativo de sementes de milho, em diferentes temperaturas, e assim indicar qual a temperatura em que as sementes apresentaram melhor desempenho. O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes da Faculdade de

Ciências Biológicas e Agrárias, da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado (DIC), com 4 repetições e os tratamentos foram compostos pelas temperaturas de 15°, 20°, 25°, 30° e 35°. O teste de germinação foi realizado utilizando 50 sementes para cada repetição, onde elas foram dispostas sobre folhas de papel germitest, umedecidas com água destilada. Os rolos foram confeccionados e colocados em recipiente plástico para evitar perda de umidade, e posteriormente, colocados na Demanda Bioquímica de Oxigênio (BOD). Os parâmetros avaliados foram o comprimento de raiz e parte aérea, massa seca da raiz e parte aérea e a germinação. Dentre as avaliações efetuadas foi visto melhor taxa germinativa e desempenho nas temperaturas de 25 e 30 °C.

PALAVRAS - CHAVE: Milho, Plântulas, Germinação, Taxa Germinativa, Temperatura.

INFLUENCE OF TEMPERATURE ON THE DEVELOPMENT OF CORN SEEDS

ABSTRACT: Temperature is of great importance in the formation of the seedling stand, being a determining factor in obtaining a high rate and uniformity in the germination process. Corn is a crop implanted in different regions with different temperatures, however there is not much scientific information on this topic, based on this the present work sought to evaluate the germinative performance of corn seeds, at different temperatures, and thus indicate which is the temperature at which the seeds performed better. The experiment was carried out at the Seed Analysis Laboratory of the Faculty of Biological and Agrarian Sciences, University of the State of Mato Grosso (UNEMAT). The experimental design used was completely randomized (DIC), with 4 replications and the treatments were composed by temperatures of 15 °, 20 °, 25 °, 30 ° and 35 °. The germination test was performed using 50 seeds for each repetition, where they were placed on sheets of germitest paper, moistened with distilled water. The rolls were made and placed in a plastic container to prevent loss of moisture, and later placed on the Biochemical Oxygen Demand (BOD). The evaluated parameters were the length of the root and the aerial part, dry mass of the root and aerial part and the germination. Among the evaluations performed, the best germination rate and performance at temperatures of 25 and 30 ° C were seen.

KEYWORDS: Maize, Seedlings, Germination, Germination Rate, Temperature.

1 | INTRODUÇÃO

A temperatura é considerada um dos fatores mais importantes para se obter alta taxa e uniformidade no processo de germinação de sementes, pois ela está ligada diretamente com a absorção de água que é necessário para o desenvolvimento inicial das plântulas. Segundo Marcos Filho (2005) os efeitos da temperatura na germinação das sementes podem ser observados pela queda de germinação das sementes, além da velocidade do rompimento do tegumento pela radícula, e pela plântula. Temperaturas muito elevadas durante a etapa de germinação das sementes no solo podem provocar estresse na semente, o que ocasiona danos irreversíveis no desenvolvimento da plântula, podendo colocar em risco a cultura de interesse, além da perda de produtividade (HALL,

2001). Guan et al., (2009) observaram que temperaturas muito baixas provocam danos na membrana celular e afetam as funções fisiológicas das plantas; além de atrasar ou impedir o processo de germinação. O milho é cultivado em diferentes regiões, lugares com altas e baixas temperaturas. Dessa forma objetivou-se avaliar o desempenho germinativo de sementes de milho, em diferentes temperaturas, e assim indicar qual a temperatura em que as sementes vão melhor se desenvolver.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes da Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus de Alta Floresta/MT. No teste de germinação foram utilizadas sementes de três híbridos de milho, sendo, LG 6036, JM 3M51, DKB 290 PRO3. Para o teste de germinação utilizou-se quatro repetições de 50 sementes semeadas em folhas de papel germitest, umedecidas com água destilada, na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram confeccionados e colocados em recipiente plástico para evitar perda de umidade, e posteriormente, colocados na Demanda Bioquímica de Oxigênio (BOD), conforme (BRASIL, 2009). Os critérios adotados, para análise, foram as descritas pelas normas do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2009). Os tratamentos utilizados são diferentes temperaturas, sendo a 15°, 20°, 25°, 30° e 35°. O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial duplo, o primeiro sendo as cultivares e o segundo as temperaturas. Os dados foram analisados através do programa R, RSTUDIO (2017).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A germinação é um fenômeno biológico que pode ser considerado botanicamente como a retomada do crescimento do eixo embrionário, com o rompimento do tegumento pela radícula. Entretanto, para os tecnólogos de sementes, a germinação é reconhecida quando acontece o rompimento do tegumento, da emissão da radícula e do crescimento da plântula, desde que as plântulas apresentem tamanho suficiente para que se possam avaliar a normalidade de suas partes, (LABOURIAU, 1983). Para germinação não houve interação significativa ($CV = 2,25\%$), além disso, não há diferença entre as cultivares testadas e a maior taxa de germinação ocorre em temperaturas entre 25 e 30° C, o mesmo foi encontrado por Farooq et al. (2008), no qual observaram que a temperatura ideal para germinação de sementes de milho varia entre 25 e 28°C. Para comprimento de raiz a interação entre os fatores é significativa ($CV = 8,94\%$), em que dentro das temperaturas as cultivares não apresentam diferença entre si. Dentro do cultivar DKB 209 PRO3 ($R^2=94,19\%$) LG 6036 ($R^2=98,04\%$) as temperaturas entre 25 e 30°C apresentam maior comprimento da raiz enquanto que para a cultivar JM 3M51 ($R^2=91,86\%$) a temperatura ideal é de 25°C, (Figura 01).

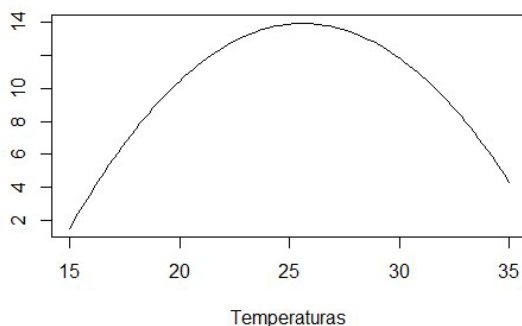


Figura 01 - Comprimento da raiz em plântulas submetidas a diferentes temperaturas.

Para comprimento da parte aérea, a interação entre os fatores é significativa ($CV = 7,37\%$), em que dentro das temperaturas as cultivares não apresentam diferença entre si, exceto para a temperatura 35°C , em que a parte aérea de DKB 209 PRO 3 é maior que as demais. Dentro do cultivar DKB 209 PRO3 ($R^2=85,66\%$) e LG 6036 ($R^2=88,92\%$) as temperaturas entre 25° e 30°C apresentam maior comprimento da parte aérea enquanto que para a cultivar JM 3M51 ($R^2=84,66\%$) a temperatura ideal é de 30°C , (Figura 2).

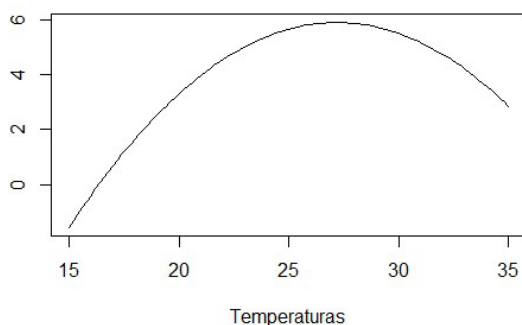


Figura 2 - Comprimento da parte aérea em plântulas submetidas a diferentes temperaturas.

Para massa seca da raiz, a interação entre os fatores é significativa ($CV=19,63\%$), em que dentro das temperaturas as cultivares apresentam diferença entre si, exceto para a temperatura 15°C . Em 20°C , a cultivar LG 6036 apresenta menor massa seca da raiz, o que também ocorre na temperatura de 25°C . Já para 30°C , JM 3M51 tem maior massa seca, e em 35°C essa cultivar apresenta menor massa seca. Dentro do cultivar DKB 209 PRO 3 ($R^2=77,94\%$), a maior massa seca raiz é observada entre as temperaturas 30° e

35°C, já para LG 6036 ($R^2=93,23\%$) a temperatura de 35°C apresentam maior massa seca da raiz enquanto que para a cultivar JM 3M51 ($R^2=87,81\%$) a temperatura ideal fica entre 20° C e 25°C, (Figura 3).

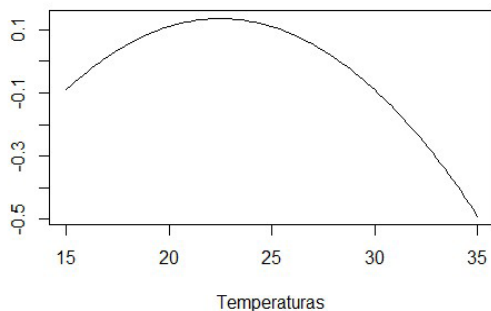


Figura 3 - Massa seca da raiz em plântulas submetidas a diferentes temperaturas

Para massa seca da parte aérea, a interação entre os fatores é significativa ($CV=12,25\%$), em que dentro das temperaturas as cultivares apresentam diferença entre si, exceto para as temperaturas 15°C e 20°C. Em 25°C, a cultivar LG 6036 apresenta menor massa seca da parte aérea, na temperatura de 25°C, DKB 209 PRO3 apresenta menor massa seca e em 35° essa cultivar apresenta maior massa seca da parte aérea. Dentro do cultivar DKB 209 PRO 3 ($R^2=79,33\%$), a maior massa seca da parte aérea é observada entre as temperaturas 20° e 25°C, já para LG 6036 ($R^2=86,41\%$) a temperatura de 25°C apresentam maior massa seca enquanto que para a cultivar JM 3M51 ($R^2=87,81\%$) a temperatura ideal fica entre 30° C e 35°C, (Figura 4).

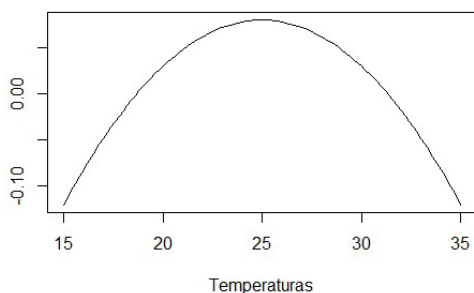


Figura 4 - Massa seca da parte aérea de plântulas submetidas a diferentes temperaturas.

4 | CONCLUSÃO

Conclui-se que a maior taxa de germinação ocorre em temperaturas entre 25 e 30° C.

REFERÊNCIAS

Brasil. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília:SNDA/DNDV/CLAV; pag. 395, 2009.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: um sistema computacional de análise estatística**. Universidade Federal de Lavras, 2011. *Ciência Agrícola*, Rio Largo, v. 13, n. 1, p. 19- 25, 2015.

GUAN, Y.; HU, J.; WANG, X.; SHAO, C. **Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress**. *Seed Science Center, Crosschecked*, v. 10, n. 6, p. 427-433, apr. 2009.

HALL, A. E. **Heat Stress and its impact**. New York: **Crop Response to Environment**, CRC Press, 2001.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: **Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos**, 1983.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

RSTUDIO (2017) **R: A linguagem qnd environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Viena, Áustria. Disponível em: www.R-project.org. Acesso em: 19 jun. 2020.

CAPÍTULO 12

INFLUÊNCIA DO SISTEMA E ÉPOCA DE MANEJO DO NABO FORRAGEIRO NO DESENVOLVIMENTO INICIAL E RENDIMENTO DO MILHO

Data de aceite: 01/12/2020

Data de submissão: 25/09/2020

Gabriela Benini

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá
Ibirubá – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/9559224536803315>

Antônio Augusto Pinto Rossatto

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá
Ibirubá – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/7651086091209635>

Leonardo Seibel Sander

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá
Ibirubá – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/7946851322405163>

João Paulo Hubner

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá
Ibirubá – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/1302582373157335>

Heloísa Schmitz

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá
Ibirubá – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/1371552410921564>

William Nathaniel Battú do Amaral

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá
Ibirubá – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/9404196900932970>

Daniela Batista dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá
Ibirubá – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/8733756332847987>

Juliano Dalcin Martins

Universidade Federal de Santa Maria – Campus Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/5624403392916420>

RESUMO: Tendo em vista a importância socioeconômica e buscando aumentar a produtividade do milho, tem-se como ferramenta a utilização de plantas de cobertura de solo, como o nabo forrageiro, uma planta alternativa para ciclagem de nutrientes. O objetivo do trabalho foi avaliar a influência dos sistemas e épocas de manejo do nabo forrageiro no estabelecimento inicial e no rendimento da cultura do milho. A área experimental localiza-se na área agrícola do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – *Campus Ibirubá*. O experimento foi conduzido sob sistema plantio direto (SPD), no ano agrícola 2019/2020, utilizando o delineamento de blocos casualizados em faixa, com 8 tratamentos e 3 repetições. Os

tratamentos utilizados foram testemunha (mantido em pousio desde 09 de julho de 2019), RF-30DAS (manejo mecânico das plantas de nabo simulando equipamento rolo faca 30 dias antes da semeadura de milho), H-30DAS (manejo químico das plantas de nabo 30 dias antes da semeadura de milho), RF-15DAS (manejo mecânico das plantas de nabo simulando equipamento rolo faca 15 dias antes da semeadura de milho), H-15DAS (manejo químico das plantas de nabo 15 dias antes da semeadura de milho), S-00DAS (manejo mecânico das plantas de nabo com semeadora direta no dia da semeadura de milho), T-00DAS (manejo mecânico das plantas de nabo com equipamento triturador no dia da semeadura de milho) e RF-00DAS (manejo mecânico das plantas de nabo simulando equipamento rolo faca, no dia da semeadura de milho). Dentre os parâmetros avaliados estão altura, matéria seca, teor de clorofila e rendimento do milho 28 dias após a emergência (DAE). Portanto, o manejo mecânico das plantas de nabo com RF-30DAS antes da semeadura afetou negativamente o desenvolvimento inicial da cultura do milho e independente do manejo adotado, o nabo forrageiro incrementa o rendimento do milho.

PALAVRAS-CHAVE: Nabo forrageiro, altura, matéria seca, teor de clorofila, rendimento.

INFLUENCE OF THE SYSTEM AND MANAGEMENT TIME OF FORAGE TURNIP ON INITIAL DEVELOPMENT AND CORN INCOME

ABSTRACT: It is knowing the corn crop socioeconomic importance and aiming to increase its productivity, the use of ground cover plants, such as forage turnip, is a nutrient cycling alternative. This work objectives to evaluate the influence of the turnip management systems and times on the corn initial establishment and yield. The experimental area is located in the agricultural area of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá. The experiment was carried out under no-tillage system (NTS), in the agricultural year 2019/2020, using a randomized block design with 8 treatments and 3 repetitions. The treatments used were: test treatment (kept fallow since July 9, 2019), RF-30DAS (turnip plants mechanical management with simulating knife roller equipment 30 days before corn sowing), H-30DAS (turnip plants chemical management of 30 days before corn sowing), RF-15DAS (turnip plants mechanical management with simulating knife roller equipment 15 days before corn sowing), H-15DAS (turnip plants chemical management of 15 days before corn sowing), S-00DAS (turnip plants mechanical management of with direct seeder on the day of corn sowing), T-00DAS (turnip plants mechanical management with shredder equipment on the day of corn sowing) and RF-00DAS (turnip plants mechanical management with simulating knife roller equipment, on the day of corn sowing). Among the evaluated parameters are height, dry matter, chlorophyll content and corn yield 28 days after emergence (DAE). Therefore, the turnip plants mechanical management with RF-30DAS before sowing negatively affected the initial development of the corn crop and regardless the management adopted, forage turnip increases corn yield.

KEYWORDS: Forage turnip, height, dry matter, chlorophyll content, yield.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil encontra-se consolidado, em nível mundial, como 3º maior produtor e 2º

maior exportador de milho (*Zea mays*). O consumo interno de milho é elevado no País, por este ser um dos principais produtores mundiais de proteína animal (CONAB, 2019). Tendo em vista a importância socioeconômica da cultura do milho, a busca por manejos que aumentem sua produtividade é uma constante.

Sabendo-se que o nitrogênio (N) é o macronutriente mais demandado pela cultura do milho (SANGOI & ALMEIDA, 1994), a utilização de plantas visando a adubação verde, como o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), é uma maneira de atender a essa necessidade. Isso porque, o nabo, que pertence à família Brassicaceae, possui vigoroso sistema radicular pivotante que explora as camadas mais profundas do solo (HEINZMANN, 1985) e apresenta resíduo vegetal com baixa relação C/N, o que o configura com um resíduo com elevada taxa de mineralização e, portanto, uma importante cultura para ciclagem de nutrientes e para ser usada em rotação de culturas no sistema plantio direto.

No entanto, a dinâmica de mineralização dos resíduos e a consequente ciclagem de nutrientes é influenciada pelo manejo que antecede o cultivo de milho. As práticas mais comuns de manejo do nabo incluem a dessecação com herbicidas, rolagem mecânica, trituração ou semeadura direta. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho é avaliar sistemas e épocas de manejo do nabo forrageiro quanto ao estabelecimento inicial e no rendimento de grãos da cultura do milho.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental localiza-se na área agrícola do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – *Campus Ibirubá*, a uma latitude de 28°39'2.72"S e longitude de 53° 6'26.70"O. Segundo Köppen & Geiger a classificação do clima é Cfa (subtropical úmido), com solo da região classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico, pertencente à unidade de mapeamento Cruz Alta (Embrapa, 2018). O experimento foi conduzido sob sistema plantio direto (SPD), no ano agrícola 2019/2020, utilizando o delineamento de blocos casualizados em faixa, com 8 tratamentos e 3 repetições. Cada parcela experimental possuía as dimensões de 10 metros de comprimento x 3,5 metros de largura.

A semeadura do nabo forrageiro foi realizada no dia 07 de junho de 2019, com cerca de 22 kg de sementes.ha⁻¹, sob restos culturais de aveia. Cerca de 80 a 120 dias após a semeadura do nabo forrageiro, foram realizados os manejos referentes a cada tratamento (sistemas e épocas), levando em consideração a data de semeadura do milho, ocorrida em 16 de setembro de 2019. Os manejos, que totalizam 8 tratamentos, foram: 1) T = Testemunha (ausência de plantas de nabo, ou seja, mantido em pousio desde 09 de junho de 2019, após dessecação); 2) RF-30DAS = Manejo mecânico das plantas de nabo simulando equipamento rolo faca 30 dias antes da semeadura de milho; 3) H-30DAS = Manejo químico das plantas de nabo 30 dias antes da semeadura de milho; 4) RF-15DAS

= Manejo mecânico das plantas de nabo simulando equipamento rolo faca 15 dias antes da semeadura de milho; 5) H-15DAS = Manejo químico das plantas de nabo 15 dias antes da semeadura de milho; 6) S-00DAS = Manejo mecânico das plantas de nabo com semeadora direta no dia da semeadura de milho; 7) T-00DAS = Manejo mecânico das plantas de nabo com equipamento triturador no dia da semeadura de milho; e 8) RF-00DAS = Manejo mecânico das plantas de nabo simulando equipamento rolo faca, no dia da semeadura de milho. Para o manejo químico das plantas de nabo utilizou-se mistura dos herbicidas 2,4-D ($2 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$) mais Glifosato ($3\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Para a semeadura milho foi utilizado híbrido Agrocere AG 9025, com espaçamento de 45 cm entre linhas, regulada para distribuir 3,6 plantas/metro linear, e $440 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ adubo de formulação NPK 05-20-20. Aos 28 dias após a emergência (DAE) das plântulas de milho, foram amostradas três plantas por parcela para determinação da altura de plantas (realizada com o auxílio de uma régua, medindo-se da base do colo até a parte apical) e da quantificação da matéria, para a qual as amostras foram acondicionadas em sacos de papel, secas em estufa de circulação forçada à temperatura de $60 \text{ }^\circ\text{C}$ até obter peso constante e então tiveram a massa quantificada para extrapolação da produção de matéria seca em $\text{kg}\cdot\text{hectare}^{-1}$. Também, aos 28 DAE, o teor de clorofila da folha foi determinado por meio de leituras de um clorofilômetro, obtidas no terço médio da última folha completamente expandida, em todas as plantas da área útil da parcela. Quando em maturação fisiológica, a produtividade da cultura do milho foi determinada por meio da colheita manual das espigas presentes nas 3 linhas centrais das parcelas, cada uma com 4 metros de comprimento. As espigas de milho foram trilhadas, suas massas quantificadas e os dados foram corrigidos para 13% de umidade dos grãos para o cálculo do rendimento em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O crescimento inicial do milho depende de uma adequada disponibilidade de N, que pode ser fornecida junto à semeadura ou pela decomposição dos resíduos de nabo forrageiro, o N orgânico é mineralizado e pode ser absorvido. Conforme pode ser observado na tabela 1, maiores alturas de plantas de milho foram encontradas em H-30DAS e S-00DAS, que sem diferirem dos demais foram superiores à RF-30DAS (manejo mecânico das plantas de nabo simulando equipamento rolo faca 30 dias antes da semeadura de milho). Na matéria seca o tratamento T-00DAS (manejo mecânico das plantas de nabo com equipamento triturador no dia da semeadura de milho) foi superior apenas à RF-30DAS. Sendo assim, a quantidade de N fornecida no momento da semeadura em conjunto com o N do nabo forrageiro foi suficiente para suprir a demanda de N inicial.

Anteriormente à adubação de N em cobertura, realizou-se a determinação do teor de clorofila, visto que a mesma está associada a quantidade de N fornecida pelo nabo forrageiro e a adubação de base. Maiores teores foram observados em S-00DAS e RF-00DAS e a

menor quantidade em RF-30DAS. Sendo assim, em se tratando do desenvolvimento inicial da cultura do milho, o tratamento com RF-30DAS apresentou os piores índices entre as variáveis analisadas, possivelmente devido ao manejo que incluía maior contato entre o resíduo e o solo, acelerando a mineralização, isso num longo período (30 dias) antecedente à sementeira do milho. Heinz (2011), em um estudo determinou que o N do nabo forrageiro tem sua liberação de cerca de 30% do N total já aos 15 dias após o manejo, passando a atingir 60% do N total aos 30 dias após o manejo.

Quanto ao rendimento de grãos, salienta-se que o ano agrícola foi marcado por forte déficit hídrico, o que impossibilitou que os tratamentos avaliados expressassem seus efeitos. De acordo com a tabela 1 pode-se observar que não houve diferenças entre os manejos do nabo pré-semeadura do milho e que a testemunha apresentou menor rendimento, devido ao pousio e à baixa disponibilidade de N fornecida às plantas de milho.

Tratamento	Altura (cm)	Matéria seca (kg.ha ⁻¹)	Teor de clorofila (g)	Rendimento (Kg.ha ⁻¹)
T	63,09 ab	149,90 ab	41,80 ab	2.811,94 b
RF-30DAS	55,72 b	105,00 b	33,55 c	3.575,29 ab
H-30DAS	69,80 a	170,32 ab	43,19 ab	5.185,69 a
RF-15DAS	60,33 ab	175,50 ab	40,17 b	4.917,34 ab
H-15DAS	60,04 ab	169,24 ab	40,16 b	5.184,13 a
S-00DAS	66,55 a	164,63 ab	44,18 a	4.063,13 ab
T-00DAS	65,50 ab	187,37 a	42,53 ab	5.169,91 ab
RF-00DAS	62,11 ab	157,69 ab	44,38 a	4.472,44 ab
Média	62,89	159,96	41,24	4.422,48

Tabela 1. Altura (cm), matéria seca (kg.ha⁻¹) e teor de clorofila (g) aos 28 dias após a emergência das plântulas e rendimento de grãos da cultura de milho (Kg.ha⁻¹).

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente a 5 % de probabilidade de erro, pelo teste de Tukey.

4 | CONCLUSÃO

O manejo mecânico das plantas de nabo simulando equipamento rolo faca 30 dias antes da sementeira afetou negativamente o desenvolvimento inicial da cultura do milho.

A presença do nabo forrageiro antecedendo a sementeira do milho, independente do manejo adotado, incrementa o rendimento de grãos. A testemunha (pousio) apresentou o pior rendimento de grãos de milho.

REFERÊNCIAS

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: < https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria/item/download/28825_2ed3fc3b5b25a350206d276620cf1c85>. 2019.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2018. 5ª ed.

HEINZ, R. et al. **Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de crambe e nabo forrageiro**. Ciência Rural, v.41, n.9, set, 2011. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/cr/v41n9/a11611cr5315.pdf>>.

HEINZMANN, F. X. Resíduos culturais de inverno e assimilação de nitrogênio por culturas de verão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 20, n. 9, p. 1021- 1030, 1985.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L. de. **Doses e épocas de aplicação de nitrogênio para a cultura do milho num solo com alto teor de matéria orgânica**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 29, n. 1, p. 13 - 24, 1994.

CAPÍTULO 13

PRODUTIVIDADE DE MILHO SAFRINHA CONSORCIADO COM *UROCHLOA RUZIZIENSIS* EM DIFERENTES MODALIDADES DE SEMEADURA

Data de aceite: 01/12/2020

Data de submissão: 06/10/2020

Luiz Fernando Gibbert

Universidade do Estado de Mato Grosso -
UNEMAT
Alta Floresta - MT
<http://lattes.cnpq.br/4598678111355586>

Bruna Francielly Gama

Universidade do Estado de Mato Grosso -
UNEMAT
Alta Floresta - MT
<http://lattes.cnpq.br/8414164561429207>

Itamar de Souza Sauer

Universidade do Estado de Mato Grosso -
UNEMAT
Alta Floresta - MT
<http://lattes.cnpq.br/8863381389605824>

Sheila Caioni

Universidade do Estado de Mato Grosso -
UNEMAT
Alta Floresta - MT
<http://lattes.cnpq.br/7848293638356309>

Cesar Henrique Ruiz da Silva

Universidade do Estado de Mato Grosso -
UNEMAT
Alta Floresta - MT
<http://lattes.cnpq.br/1436807580464707>

Donizete Vinicius Vaz da Silva

Universidade do Estado de Mato Grosso -
UNEMAT
Tangara da Serra - MT
<http://lattes.cnpq.br/2787414848027925>

Tiago de Lisboa Parente

Universidade do Estado de Mato Grosso -
UNEMAT
Alta Floresta - MT
<http://lattes.cnpq.br/1682024222440807>

Ellen Clarissa Pereira da Cunha

Universidade do Estado de Mato Grosso -
UNEMAT
Alta Floresta - MT
<http://lattes.cnpq.br/5307930493421820>

Samiele Camargo de Oliveira Domingues

Universidade do Estado de Mato Grosso -
UNEMAT
Alta Floresta - MT
<http://lattes.cnpq.br/4609000109862472>

Patrícia Cristiane Gibbert

Instituto Federal do Mato Grosso - IFMT
Campo Verde - MT
<http://lattes.cnpq.br/2647628779667355>

RESUMO: O cultivo consorciado de milho com pastagens tem surgido como uma alternativa para melhorar as características do solo, por conta da ciclagem de nutrientes, redução na infestação de plantas daninhas e proteção da superfície com o aumento da fitomassa produzida, reduzindo assim a perda de umidade do solo. Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito do consócio milho-Urochloa ruziziensis em diferentes espaçamentos. O experimento foi realizado no município de Novo Mundo - MT, com milho cultivado em segunda safra (safrinha) no ano agrícola de 2019. O delineamento experimental usado foi o de blocos casualizados

com cinco tratamentos e cinco repetições, totalizando 25 parcelas. As dimensões de cada parcela foram de 7,5 x 70m. Os tratamentos foram: T1 (milho semeado em espaçamento 0,5 m e capim na entrelinha); T2 (milho em espaçamento de 1,0 m e capim na entrelinha); T3 (duas linhas de milho e uma de capim); T4 (milho semeado em espaçamento de 0,5 m sem capim) e T5 (semeadura do capim a lanço e milho em espaçamento 0,5 m). Por ocasião da colheita do milho foram avaliados, o comprimento da espiga, diâmetro da espiga, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, massa de 100 grãos e produtividade. Os resultados foram submetidos a análise de variância (Anova) pelo teste F e as médias ao teste de Tukey a 5% de significância. A produtividade de grãos do milho é maior com a semeadura em espaçamento de 0,5 m. O cultivo consorciado com o capim ruziziensis na entrelinha não reduz a produtividade do milho em espaçamento de 0,5 m.

PALAVRAS - CHAVE: Arranjo espacial, Cultivo consorciado, Produtividade de grãos, *Zea mays*.

SAFRINHA CORN PRODUCTIVITY COMBINED WITH UROCHLOA RUZIZIENSIS IN DIFFERENT SEEDING MODALITIES

ABSTRACT: The intercropping cultivation of corn with pastures has emerged as an alternative to improve soil characteristics, due to the nutrient cycling, reduction in weed infestation and protection of the surface with the increase of the produced phytomass, thus reducing the moisture loss of the ground. Thus, the objective was to evaluate the effect of the maize-Urochloa ruziziensis consortium in different spacing. The experiment was carried out in the municipality of Novo Mundo - MT, with corn grown in second crop (safrinha) in the 2019 agricultural year. The experimental design used was the randomized blocks with five treatments and five repetitions, totaling 25 plots. The dimensions of each plot were 7.5 x 70m. The treatments were: T1 (corn sown at 0.5 m spacing and grass between the lines); T2 (1.0 m spacing corn and grass between the lines); T3 (two lines of corn and one of grass); T4 (corn sown at 0.5 m spacing without grass) and T5 (grass sowing at haul and corn spacing 0.5 m). At the time of the corn harvest, the ear length, ear diameter, number of rows per ear, number of grains per row, mass of 100 grains and productivity were evaluated. The results were subjected to analysis of variance (ANOVA) by the F test and the means to the Tukey test at 5% significance. The grain yield of corn is higher with sowing at 0.5 m spacing. Cultivation intercropped with ruziziensis grass between the lines does not reduce corn productivity by 0.5 m spacing.

KEYWORDS: Spatial arrangement, Consortium cultivation, Grain productivity, *Zea mays*.

1 | INTRODUÇÃO

A cultura do milho normalmente é semeada no campo de forma solteira, estando sujeita à variação de preços no mercado e instabilidades climáticas. Além disso, seu sistema radicular retira nutrientes do solo para nutrir a cultura, e com o passar dos anos isso pode ocasionar alterações na parte química e microbiológica do mesmo (MACHADO & ASSIS, 2010), caso estes nutrientes não sejam repostos periodicamente com adubação. O cultivo consorciado de culturas anuais com pastagens tem surgido como uma alternativa

para melhorar essas características do solo, por conta da ciclagem de nutrientes, redução na infestação de plantas daninhas e proteção da superfície com o aumento da fitomassa produzida, reduzindo assim a perda de umidade do solo. E ao mesmo tempo, proporciona mais rendimento ao produtor por conta da possibilidade de cultivar outra espécie vegetal ao mesmo tempo na área. De acordo com Cordeiro et al. (2015), com a adoção dos sistemas integrados é possível ampliar o aproveitamento dos fatores de produção e a oferta ambiental das áreas agrícolas entre 90 e 100% do tempo. Demandando uma agricultura mais rentável e sustentável. Diante o exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do consórcio milho-capim *ruziziensis* em diferentes espaçamentos, afim de determinar qual o melhor espaçamento de semeadura em consórcio que não afeta a produtividade do milho.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Novo Mundo – MT, no ano agrícola de 2019, em área cultivada com soja no verão, em um sistema de sucessão de culturas. O solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, com textura argilosa, e o clima da região é AW (tropical chuvoso) segundo a classificação climática de Köppen (ALVARES et al., 2014). O delineamento experimental usado foi o de blocos casualizados com cinco tratamentos e cinco repetições, totalizando 25 parcelas. As dimensões de cada parcela foram de 7,5 x 70m. Os tratamentos foram: T1 (milho semeado em espaçamento 0,5 m e capim na entrelinha); T2 (milho em espaçamento de 1,0 m e capim na entrelinha); T3 (duas linhas de milho e uma de capim); T4 (milho semeado em espaçamento de 0,5 m sem capim) e T5 (semeadura do capim a lanço e milho em espaçamento 0,5 m). O experimento foi implantado objetivando-se um estande de 55.000 plantas ha⁻¹ de milho e utilizando-se 4,3 kg ha⁻¹ de sementes de *Urochloa ruziziensis* (VC = 60%). A adubação foi realizada em cobertura com duas aplicações de 150 kg ha⁻¹ do adubo formulado NPK 20-00-20. Por ocasião da colheita do milho foram avaliados, o comprimento da espiga, diâmetro da espiga, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, massa de 100 grãos e produtividade. Os resultados foram submetidos a análise de variância (Anova) pelo teste F e as médias ao teste de Tukey a 5% de significância.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a (Tabela 1), para o comprimento da espiga, diâmetro da espiga e número de grãos por fileira, somente o milho espaçado a 1,0 m com capim *ruziziensis* na entre linha diferiu dos demais tratamentos, sendo inferior a todos eles. Para comprimento e diâmetro de espiga, a diferença no espaçamento de 1,0 m, ocorreu devido ao dobro de plantas por metro linear, devido a competição entre plantas na mesma linha. Vale ressaltar que estes são os principais componentes a influenciar na produtividade de grãos. Os resultados corroboram os de Secretti et al. (2013), que não verificaram diferenças para

o comprimento e diâmetro de espiga, de forma que a semeadura simultânea do capim e milho não afetou essas variáveis.

Tratamentos	Comprimento da espiga	Diâmetro da espiga	Nº fileiras na espiga	Nº grãos na fileira
	cm	cm	-	-
Milho 50 solteiro	12,7 a	4,8 a	15,6	31 a
Milho 50 + capim entre linha	12,8 a	4,8 a	15,7	31 a
Milho 50 + capim a lanço	12,9 a	4,8 a	15,2	30 a
Milho 100 + capim entre linha	11,1 b	4,4 b	14,9	26 b
Milho duplo + capim entre linha	13,2 a	4,8 a	14,8	32 a
Teste F	6,05**	9,27**	3,19 ^{ns}	9,82**
DMS	1,4	0,2	1,8	3,0
CV (%)	5,84	2,46	2,69	5,20

Tabela 1. Resultado da análise estatística para comprimento da espiga, diâmetro da espiga, nº de fileiras na espiga, nº de grãos na espiga, do híbrido Morgan 30A37 em função dos tratamentos testados. Novo Mundo – MT, 2019.

ns e ** são, respectivamente, não significativo e significativo a 1% pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey.

A massa de cem grãos (Tabela 2) não apresentou diferença significativa nos tratamentos quando espaçados a 0,5 m, tanto no milho solteiro quanto no consorciado, porém com 1,0 m de espaçamento houve redução da massa de grãos. Mendes et al. (2015) ao avaliar o consórcio entre milho e capim em Goiás, também não observaram diferença significativas para a massa de 100 grãos no milho solteiro e milho de 50 cm com capim a lanço. Para produtividade de grãos, o milho solteiro e o consorciado em espaçamento de 0,5 m foram estatisticamente iguais, produzindo 7.727 kg ha⁻¹ e 7.529 kg ha⁻¹, respectivamente. Sendo superiores aos demais tratamentos. E novamente, o tratamento com espaçamento de 1,0 m apresentou pior resultados, com a produtividade mais baixa (5.350 kg ha⁻¹). Conforme Brambilla et al. (2009), o consórcio proporciona a maior produtividade de massa seca, favorecendo melhor cobertura ao solo. No entanto, em espaçamentos maiores pode acarretar redução da produtividade de grãos, o que corrobora com a presente pesquisa, quando semeado o milho em espaçamento de 1,0 m e capim na entre linha.

Tratamentos	Massa de 100 grãos	Produtividade de grãos
	----- g -----	----- sacas ha ⁻¹ -----
Milho 50 solteiro	30,4 a	7.727 a
Milho 50 + capim entre linha	29,4 a	7.529 ab
Milho 50 + capim a lanço	29,8 a	7.016 bc
Milho 100 + capim entre linha	26,0 b	5.350 d
Milho duplo + capim entre linha	28,4 ab	6.437 c
Teste F	7,35**	37,97**
DMS	2,7	673
CV (%)	4,94	5,10

Tabela 2. Resultado da análise estatística para massa de 100 grãos e produtividade de grãos no milho híbrido Morgan 30A37 em função dos tratamentos testados. Novo Mundo – MT, 2019.

** - significativo a 1% pelo teste F. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey.

4 | CONCLUSÃO

A produtividade de grãos do milho é maior com a semeadura em espaçamento de 0,5 m. O cultivo consorciado com o capim ruziziensis na entrelinha não reduz a produtividade do milho em espaçamento de 0,5 m.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. **Koppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, Germany, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.

BRAMBILLA, J. A.; LANGE, A.; BUCHELT, A. C.; MASSAROTO, J. A. **Produtividade de milho safrinha no sistema de integração lavoura-pecuária, na região de Sorriso, Mato Grosso**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v. 8, n. 3, p. 263- 274, 2009.

CORDEIRO, L. A. M., VILELA, L., MARCHÃO, L. R., KLUTHCOUSKI, J., MARTHA JÚNIOR, G. B. **Integração lavoura-pecuária e integração lavoura-pecuária-floresta: estratégias para intensificação sustentável do uso do solo**. Cadernos de Ciência e Tecnologia, Brasília, v. 32, n. 1/2, p. 15-43, 2015.

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

MACHADO, L. A. Z.; ASSIS, P. G. G. **Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 45, p. 415-422, 2010.

MENDES, W. C.; XIMENES, P. A.; CUNHA, P. C. R.; JÚNIOR, J. A.; COSTA, R. B.; CUNHA, P. P.; MARANGONI, R. E. **Produtividade de fitomassa e desempenho agrônômico do milho em cultivo solteiro e consorciado com Urochloa ruziziensis**. Global Science And Technology, Rio Verde, v. 08, n. 01, p. 87-95, 2015.

SECRETI, M. L., FREITAS, M. E., PILETTI, L. M. M. S., SOUZA, L. C. F., NUNES, T. C. **Avaliação da produtividade de milho com brachiaria ruziziensis e milho solteiro.** In: XII Seminário Nacional de Milho Safrinha, Embrapa/UFGD, 2013.

CAPÍTULO 14

PREDIÇÃO DE GANHO GENÉTICO EM GENÓTIPOS DE SOJA POR MEIO DE ÍNDICES DE SELEÇÃO

Data de aceite: 01/12/2020

Data de submissão: 06/10/2020

Ivana Marino Bárbaro-Torneli

Apta Regional Alta Mogiana

Colina – São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/3597558598422640>

Ana Paula Lira Costa

UNESP-Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias

Jaboticabal – São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/2418960230793051>

Sandra Helena Unêda-Trevisoli

UNESP-Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias

Jaboticabal – São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/5024867533498026>

Dardânia Soares Cristeli

UNESP-Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias

Jaboticabal – São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/8024434423023746>

Alyce Carla Rodrigues Moitinho

UNESP-Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias

Jaboticabal – São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/9956290877150165>

Thayná Pereira Garcia

UNESP-Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias

Jaboticabal – São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/8168922092222940>

Alice Pereira da Silva

UNESP-Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias

Jaboticabal – São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/7795512659327426>

Lígia de Oliveira Amaral

UNESP-Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias

Jaboticabal – São Paulo

<http://lattes.cnpq.br/3746759585988413>

RESUMO: A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] se destaca por ser a principal oleaginosa cultivada a nível mundial. No cenário agrícola mundial, pela primeira vez na história, o Brasil superou os Estados Unidos e aparece como o maior produtor mundial deste grão, com uma produção recorde de 120,4 milhões de toneladas, correspondendo a um aumento de 4,7% em relação à safra 2018/19, com uma área cultivada de 36,8 milhões de hectares no ano agrícola 2019/2020 (CONAB, 2020). Sua grande expansão é decorrente de utilização de cultivares melhoradas, técnicas de manejo e novas tecnologias utilizadas, a fim de obter o máximo potencial produtivo das cultivares de soja. Os caracteres quantitativos são geralmente de maior relevância, os quais apresentam grande influência ambiental e muitas vezes uma inter-relação importante entre os mesmos. Assim, deve-se objetivar seleção de vários atributos agronômicos, visando ganhos máximos dos genótipos selecionados (COSTA et al., 2019). Neste contexto, uma estratégia utilizada pelos melhoristas é o emprego dos índices de seleção,

os quais possibilitam agregar múltiplas informações visando a seleção de um conjunto de variáveis que reúna vários atributos de interesse econômico simultaneamente (CRUZ; REGAZZI e CARNEIRO, 2012). O objetivo do presente trabalho consiste em estimar o ganho com a seleção por meio de diferentes índices de seleção, para identificar cultivares comerciais de soja adaptadas ao cultivo na região de Jaboticabal, visando recomendação dos genótipos superiores.

PALAVRAS - CHAVE: *Glycine max*, critérios de seleção, melhoramento genético.

PREDICTION OF GENETIC GAIN IN SOYBEAN GENOTYPES THROUGH SELECTION INDICES

ABSTRACT: The soybean crop [*Glycine max* (L.) Merrill] stands out for being the main oilseed cultivated worldwide. In the world agricultural scenario, for the first time in history, Brazil surpassed the United States and appears as the world's largest producer of this grain, with a record production of 120.4 million tons, corresponding to an increase of 4.7% in relation to the 2018/19 harvest, with a cultivated area of 36.8 million hectares in the 2019/2020 agricultural year (CONAB, 2020). Its great expansion is due to the use of improved cultivars, management techniques and new technologies used, in order to obtain the maximum productive potential of soybean cultivars. Quantitative characters are generally more relevant, which have great environmental influence and often have an important interrelationship between them. The selection of several agronomic attributes should be aimed at, aiming at maximum gains of the selected genotypes (COSTA et al., 2019). In this context, a strategy used by breeders is the use of selection indexes, which make it possible to aggregate multiple information in order to select a set of variables that brings together several attributes of economic interest simultaneously (CRUZ; REGAZZI and CARNEIRO, 2012). The objective of the present work is to estimate the gain with the selection through different selection indexes, to identify commercial soybean cultivars adapted to the cultivation in the Jaboticabal region, aiming at the recommendation of the superior genotypes.

KEYWORDS: *Glycine max*, selection criteria, genetic improvement.

1 | INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) se destaca por sua crescente demanda no mercado interno e internacional, de acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produtividade média atual da cultura no Brasil é de 3292 kg ha⁻¹ (CONAB, 2020). Sua grande expansão é decorrente de técnicas de manejo e novas tecnologias a fim de obter o máximo potencial produtivo de cultivares de soja.

Em programas de melhoramento genético de soja, caracteres quantitativos são geralmente de maior relevância, apresentando comportamento influenciado pelo ambiente e por estarem inter-relacionados. Desta forma, deve-se objetivar seleção de vários atributos visando ganhos máximos garantindo superioridade aos demais genótipos (COSTA et al., 2019).

Para o contínuo progresso no melhoramento genético é necessário avaliação

do desempenho dos genótipos potenciais em diferentes ambientes, verificando assim a constância dos cultivares quanto aos caracteres desejáveis e alta produtividade de grãos. Em ambientes onde o desempenho produtivo é diferente do esperado, é denominado interação genótipo x ambiente. Com avaliação dessa interação é possível quantificar e aperfeiçoar estratégias com o intuito de reduzir seus efeitos negativos ou explorar seus efeitos benéficos, facilitando práticas de manejo adequadas ao local (CÂMARA, 2011).

A seleção de genótipos superiores é um desafio para os melhoristas, visto que deve-se considerar mais de um caráter de interesse agrônomico considerando também os ganhos de seleção para os caracteres secundários. Em culturas anuais e de ciclo curto o uso de índices de seleção tem sido muito restrito, sendo mais usual em melhoramento de espécies animais e espécies vegetais de ciclo perene e semiperenes. No entanto, o uso de índices de seleção para culturas anuais têm aumentado, somado a comparação entre diferentes índices e o ganho obtido com cada um (CRUZ, 2013).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o ganho de seleção através da aplicação de índices de seleção para identificar cultivares comerciais de soja adaptadas ao cultivo na região de Jaboticabal, estando associadas à precocidade e bom desempenho produtivo.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no ano agrícola 2018/2019, em área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-UNESP Jaboticabal – SP. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições, totalizando 120 parcelas, constituídas por 4 linhas de 5 metros, espaçadas de 0,5 m, os tratos culturais foram realizados de acordo com a necessidade da cultura.

Durante a condução do experimento em campo e após a colheita das parcelas foram avaliados os seguintes caracteres: Altura de planta na maturidade (APM); Número de dias para a maturidade (NDM); Altura de inserção de primeira vagem (AIV); Acamamento (AC); Valor agrônomico (VA); Peso de cem sementes (P100); Estande final (STD) e Produtividade de grãos (PG) - corrigidos para 13% de umidade e convertidos em kg ha⁻¹.

Inicialmente os dados foram submetidos à análise de variância e Teste F de significância ($p < 0,05$). Para estimar o ganho genético dos caracteres de interesses agrônomicos avaliados, foi utilizado o índice baseado em soma de “ranks” de Mulamba & Mock (1978) a uma intensidade de seleção de 20%, além da seleção direta e indireta para cada caráter onde estimou-se os ganhos de seleção para cada característica. As análises de variância e as estimativas dos índices foram realizadas utilizando o programa genético-estatístico GENES (CRUZ, 2013).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância (Tabela 1), observou-se diferença significativa entre os genótipos para todos os caracteres avaliados a 5% de probabilidade, pelo teste F, exceto para o caráter Estande final (STD), onde não foram observadas diferenças significativas, indicando uniformidade na densidade de plantas nas parcelas. Os coeficientes de variação variaram de 1,54 (NDM) à 17,06 (AC), indicando que os valores obtidos estão dentro dos limites preconizados (PIMENTEL-GOMES, 2009), sugerindo boa precisão experimental na condução dos experimentos e na obtenção dos dados.

FV	GL	APM	AIV	NDM	Ac	VA	STD	P100	PROD
Blocos	2	4,26	41,28	8,80	0,47	2,41	0,07	31,11	3294646,41
Tratamentos	39	306,97**	11,64**	42,58**	0,37**	0,73**	0,18	11,47**	461005,89**
Genótipos	36	304,37**	12,42**	43,56**	0,36**	0,75**	0,18	11,31**	490815,31**
Testemunha	2	109,78	2,78	44,77**	0,36**	0,36	0,19	14,33**	73220,54
Gen. vs Test.	1	794,93**	1,17	2,88	0,72**	0,70	0,003	11,54**	163437,51
Residuo	78	53,84	5,16	3,44	0,05	0,24	0,17	1,91	179643,28
Genótipos		89,78	15,15	120,52	1,31	3,81	4,63	16,23	3465,80
Testemunhas		99,55	14,77	121,11	1,61	4,11	4,61	17,41	3325,68
CV(%)		8,10	15,02	1,54	17,06	12,84	8,88	8,47	12,26

Tabela 1. Quadrados médios e respectivas significâncias, médias e coeficientes de variação (CV%) para os caracteres altura de planta na maturidade (APM), altura de inserção da primeira vagem (AIV), número de dias para a maturidade (NDM), acamamento (Ac), valor agrônomo (VA), estande (STD), peso de cem sementes (P100) e produtividade de grãos (PROD).

De acordo com Navarro Júnior e Costa (2002) mesmo sendo a produtividade o caráter alvo para a seleção, é possível associá-lo aos demais caracteres através de índices de seleção, independentemente da existência ou não de correlação entre estes, para se obter o ganho genético dos cultivares para as condições apresentadas. O índice de Mulamba & Mock (1978) apresentou alta herdabilidade para os caracteres avaliados (variando de 58% a 92%) (Tabela 2) exceto para STD, que obteve herdabilidade de 6,74%.

Estimativas	Variáveis							
	APM	AIV	NDM	Ac	VA	STD	P100	PROD
\bar{X}_o	90,51	15,13	120,56	1,34	3,84	4,63	16,32	3455,30
h^2	82,31	58,42	92,08	85,72	67,79	6,74	83,08	63,40
$GS_{(%)}$	-8,43	-4,83	-1,39	-17,62	-0,15	0,08	1,4	6,82

Tabela 2. Estimativas das médias (\bar{X}_o), herdabilidades (h^2) e ganhos de seleção em porcentagem ($GS_{(%)}$), obtidos pelo índice de Mulamba & Mock (1978) considerando peso econômico 1 para todos os caracteres avaliados.

O ganho de seleção para produtividade foi de 6,82%, diferindo da seleção direta (Tabela 3) que para este caráter que apresentou um ganho de 10,26%. Estes resultados

são similares aos obtidos por Costa et al. (2004) na avaliação de populações F_2 de soja também avaliadas na região de Jaboticabal. Este resultado é esperado visto que o método de seleção direta e indireta obtém os ganhos baseando-se em um único caráter de interesse, ou seja, podem ocorrer respostas favoráveis ou não quando comparadas aos outros caracteres.

Estimativas			Ganho de seleção (%)								
Variáveis	X_o	h^2	APM	AIV	NDM	Ac	VA	STD	P100	PROD	Total
APM	90,51	82,31	-13,2	-7,24	-2,53	-14,95	-5,66	0,02	0,67	1,3	-40,29
AIV	15,13	58,42	-6,3	-9,49	-1,90	-14,95	-0,15	0,18	-7,39	1,82	-36,36
NDM	120,57	92,08	-9,22	-7,40	-3,20	-5,61	-9,34	0,08	1,59	-2,33	-37,76
Ac	1,34	85,72	-7,18	-4,83	-0,21	-21,63	1,69	0,05	-3,57	1,3	-33,08
VA	3,84	67,79	2,98	0,16	2,97	-6,94	10,51	0,02	-7,15	0,01	2,57
STD	4,63	6,74	1,35	-0,80	-0,24	9,08	-2,35	0,42	-6,52	-1,19	-1,44
P100	16,32	83,08	-2,78	-0,64	-1,61	-6,94	-4,19	-0,28	14,42	0,76	-0,50
PROD	34455,30	63,40	-1,57	-0,97	-0,24	-1,60	0,22	0,02	-0,09	10,26	16,30

Tabela 3. Estimativas das médias (\bar{X}_o), herdabilidades (h^2) e ganhos de seleção em porcentagem (GS%), obtidos pela seleção direta e indireta considerando cada caráter como principal.

Na Tabela 4 pode-se observar as cultivares selecionadas segundo cada método utilizado. As cultivares 15, 20, 33, 4, 24, 32, 29 e 8 foram as ranqueadas através do método de Mulamba & Mock (1978), semelhante ao método de seleção direta e indireta para cada caráter, pois as mesmas cultivares ranqueadas estão presentes na seleção direta sobre cada caráter, o que reforça o critério de seleção dos genótipos com melhor desempenho na região de Jaboticabal, SP.

Seleção direta	Cultivares selecionadas							
APM	19	25	9	15	4	20	8	33
AIV	19	25	6	32	7	15	20	18
NDM	33	9	19	25	10	32	38	4
Ac	2	8	11	15	19	20	21	22
VA	17	37	39	1	8	20	22	36
STD	15	22	23	32	4	10	13	18
P100	33	35	38	34	3	29	5	12
PROD	7	24	1	4	16	29	15	26
Ranqueamento	Cultivares selecionadas							
	15	20	33	4	24	32	29	8

Valores em negrito: linhagens selecionadas com intensidade de seleção de 20%.

Tabela 4. Cultivares selecionados pelos índices de seleção de Carvalho & Cruz (1997) e Mulamba & Mock (1978). Altura de planta na maturidade (APM); Altura de inserção de primeira vagem (AIV); Número de dias para a maturidade (NDM); Acamamento (AC); Valor agrônomo (VA); Estande final (STD); Peso de cem sementes (PSC); e Produtividade de grãos (PROD).

4 | CONCLUSÃO

A utilização dos índices de seleção na presente avaliação dos genótipos, consistiu-se em importante ferramenta na seleção dos cultivares mais promissores, baseada em um grande número de caracteres de importância agronômica.

Os resultados permitiram a seleção dos melhores genótipos para a região de cultivo avaliada, sendo possível a recomendação dos mesmos.

REFERÊNCIAS

CÂMARA, G. M. S. **Introdução ao agronegócio soja**. Piracicaba: Departamento de Produção Vegetal - USP/ESALQ, 10 nov. 2011. 4p.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira-Grãos**. v. 7-Safra 2019/20-N. 9-Nono levantamento, Junho 2020. Disponível em www.conab.gov.br. Acesso: 07 de julho 2020.

COSTA, L. C.; TAVANTI, R. F. R.; TAVANTI, T. R.; PEREIRA, C. S. Desenvolvimento de cultivares de soja após inoculação de estirpes de *Bacillus subtilis*. **Nativa**, Sinop, v. 7, n. 2, p. 126-132, 2019.

COSTA, M. M.; MAURO, A. O. DI.; TREVISOLI, S. H. U.; ARRIEL, N. H. C.; BARBARO, I. M.; MUNIZ, F. R. S. Ganho genético por diferentes critérios de seleção em populações segregantes de soja. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1095-1102, nov., 2004.

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2012.

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of Elo Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Journal of Genetics and Cytology**, Alexandria, v. 7, p. 40-51, 1978.

NAVARRO JÚNIOR, H. M.; COSTA, J. A. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 03, p. 269-274, 2002.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. ESALQ. 2009. 451p.

CAPÍTULO 15

COMPORTAMENTO DE NOVAS CULTIVARES DE CAFÉ ARÁBICA NA REGIÃO DO CERRADO MINEIRO

Data de aceite: 01/12/2020

Data de submissão: 06/11/2020

Antônio Sérgio de Souza

Universidade Federal de Viçosa *campus* Rio
Paranaíba – MG
Instituto de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/3337833677692306>

André Mundstock Xavier de Carvalho

Universidade Federal de Viçosa *campus* Rio
Paranaíba – MG
Instituto de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/6080061931447355>

Fabrcia Queiroz Mendes

Universidade Federal de Viçosa *campus* Rio
Paranaíba – MG
Instituto de Ciências Agrárias
<http://lattes.cnpq.br/2032746351070134>

RESUMO: O gênero *Coffea* tem 103 espécies conhecidas, mas apenas duas são exploradas comercialmente, a *Coffea arabica* (café arábica) e a *C. canephora* (café robusta e café conilon). No Brasil, apenas duas variedades de café arábica, o Mundo Novo e Catuaí, representam 90% das lavouras do país. É evidente, portanto, a necessidade de ampliar esta base genética, o que pode ser favorecido pela busca de informações consistentes sobre o comportamento e a estabilidade de novas variedades. Neste trabalho, comparou-se o comportamento da tradicional cultivar Catuaí IAC 144, ao desempenho de três novas variedades

de café: Acauã Novo, Arara e Catucaí 2SL. O experimento foi instalado em lavoura com sistema de irrigação com 4 tratamentos com 8 plantas por parcela e 5 repetições. Neste ambiente, a variedade Arara demonstrou melhor adaptabilidade, sendo a variedade que obteve o melhor desenvolvimento vegetativo, com resultado significativo, para o crescimento de planta e a formação da copa; e apresentou a maior produtividade do experimento com 53 sacas por hectare e demonstrou estabilidade produtiva, atingindo a maior produção média de 44,8 sacas por hectare.

PALAVRAS - CHAVE: ARARA, CATUCAI 2SL, MELHORAMENTO DE PLANTAS, NOVAS VARIEDADES.

BEHAVIOR OF NEW ARABIC COFFEE CULTIVARS IN THE REGIÃO DO CERRADO MINEIRO

ABSTRACT: The genus *Coffea* has 103 known species, but only two are commercially exploited, *Coffea arabica* (arabica coffee) and *C. canephora* (robusta coffee and conilon coffee). In Brazil, only two varieties of Arabica coffee, Mundo Novo and Catuaí, represent 90% of the country's crops. It is evident, therefore, the need to expand this genetic base, which can be favored by the search for consistent information on the behavior and stability of new varieties. In this work, the behavior of the traditional Catuaí IAC 144 cultivar was compared to the performance of three new coffee varieties: Acauã Novo, Arara and Catucaí 2SL. The experiment was installed in a field with an irrigation system with 4 treatments with 8 plants

per plot and 5 repetitions. In this environment, the Arara variety showed better adaptability, being the variety that obtained the best vegetative development, with a significant result, for plant growth and crown formation; and presented the highest productivity of the experiment with 53 bags per hectare and demonstrated productive stability, reaching the highest average production of 44.8 bags per hectare.

KEYWORDS: ARARA, CATUCAI 2SL, PLANT IMPROVEMENT, NEW VARIETIES.

INTRODUÇÃO

O cafeeiro ocupa 2,2 milhões de hectares no Brasil (CONAB, 2018) e é um arbusto das angiospermas do gênero *Coffea L.*, onde são conhecidas 103 espécies (FAZUOLI, 2011). Destas, apenas duas são exploradas comercialmente, a *Coffea arabica* (café arábica) com 61% da produção mundial e a *C. canephora* (café robusta e café conilon) com 39%, (MATIELLO et al., 2016).

Segundo Matiello 2016, o atual parque cafeeiro do Brasil foi formado na década de 1970 e 1980, com orientação técnica e crédito do Instituto Brasileiro do Café (IBC), sendo indicado o plantio de duas variedades de café arábica, o Mundo Novo e Catuaí, chegando a dois bilhões de cafeeiros plantados, representando 90% das lavouras de café do país e somente a partir dos anos 2000 novas variedades/cultivares vem sendo introduzidas gradativamente. Contudo, ainda faltam pesquisas de campo que possam abastecer o produtor com informações confiáveis, demonstrando o comportamento e a estabilidade destas novas variedades de café com e sem resistência a doenças.

Não se discute a importância da cultura do café para o Brasil, sendo responsável pela geração de milhares de empregos e distribuição de renda, envolvendo cerca de 290 mil produtores em 1.900 municípios (MAPA, 2017). Porém, os resultados obtidos pelos produtores poderiam ser outros, mais econômicos e sustentáveis, com a adoção de novas cultivares resistentes; haveria a redução no uso de defensivos, ganhando o bolso do produtor e o meio ambiente.

Neste trabalho, comparou-se o comportamento da tradicional cultivar Catuaí IAC 144 ao desempenho de três novas variedades de café: Acauã Novo, Arara e Catucaí 2SL.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi conduzido no Campo Experimental Francisco Pinheiro Campos, localizado na fazenda AUMA, município de Patos de Minas, 18°44'12.7"S e 46°39'44"W, altitude 891 m, declividade de 3 % e clima Cwa tipo mesotérmico com inverno seco, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico.

O experimento foi instalado em lavoura com sistema de irrigação por gotejamento, plantada em novembro de 2014, com as cultivares da espécie *Coffea arabica*: Acauã Novo, Arara, Catuaí IAC 144 (referência) e Catucaí 2SL. A condução e tratos culturais seguiram

as recomendações descritas no Manual de Recomendações ed.2015, (MATIELLO et al., 2016).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e cinco repetições. Cada unidade experimental possuía 4 m de comprimento, com espaçamento entre plantas de 0,5 m, totalizando 8 plantas por parcela. Para fins de avaliação, apenas as quatro plantas centrais das unidades experimentais foram consideradas úteis, desprezando-se as extremidades como bordaduras.

Foi realizada avaliação biométrica através da aferição do crescimento vegetativo do cafeeiro, pela medição de altura das plantas, diâmetro médio da copa, contagem do número de ramos plagiotrópicos primários e contagem do número de nós em cada ramo. Foi determinada a produtividade acumulada em duas safras consecutivas e o estágio de maturação dos frutos, nos anos de 2016 e 2017.

Para análise estatística, foi utilizado o software SPEED Stat (CARVALHO, 2017), sendo realizado o teste Jarque-Bera para avaliação da normalidade das amostras. Para homogeneidade de variâncias, utilizou-se os testes de Levene (Med) e Bartlett. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas ao tratamento controle pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Descrita por Matiello (2016) como de maturação tardia e desigual, a cultivar Catuaí, se comportou como precoce em relação as demais testadas. Analisando a Figura 1, da safra 2016, percebe-se que, nesta safra, o comportamento da variedade Catuaí 144 com 67,7% e Acauã Novo com 70% dos seus grãos passa e secos apresentaram precocidade de maturação, como demonstrado na Figura 1.

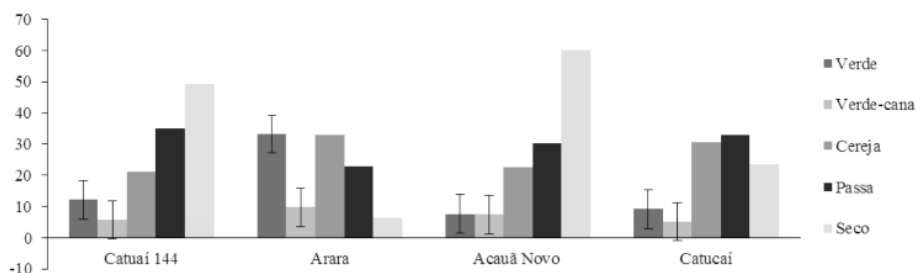


Figura 1 – Estádio de maturação dos frutos, colheita em 22 de julho de 2016, Campo Experimental Francisco Pinheiro Campos, Patos de Minas, MG.

Em contrapartida, a variedade Arara teve maturação tardia em relação as demais, apresentado 41,3% de grãos ainda verdes e verde-cana, enquanto a variedade Catucaí 2SL apresentou maturação média com 32% dos grãos ainda em estágio de cereja, conforme pode-se ver na Tabela 1. Com estes dados, pode-se definir a seguinte ordem de maturação, para este experimento, nesta safra: precoce Catucaí 144 e Acauã Novo, média Catucaí 2SL e tardia Arara.

	Verde %	Cereja %	Passa %	Prod. sc.ha ⁻¹
Catuaí 144	14,7	17,6	67,7	24,5
Arara	41,3	34,0	24,7	53
Acauã Novo	11,9	17,8	70,3	44
Catucaí	13,9	32,0	54,0	36,5

Tabela 1 – Estádio de maturação por variedade, colheita em 22 de julho de 2016, Campo Experimental Francisco Pinheiro Campos, Patos de Minas, MG.

O desenvolvimento vegetativo inicial das variedades Arara e Acauã Novo destacou-se em termos de formação da copa e altura das plantas, ficando evidenciado a origem em comum derivada da linhagem Sarchimor (ALMEIRA et al., 2015), Figura 2. Contudo, este melhor desenvolvimento foi convertido em aumento significativo de produção apenas pela variedade Arara, Tabela 2.

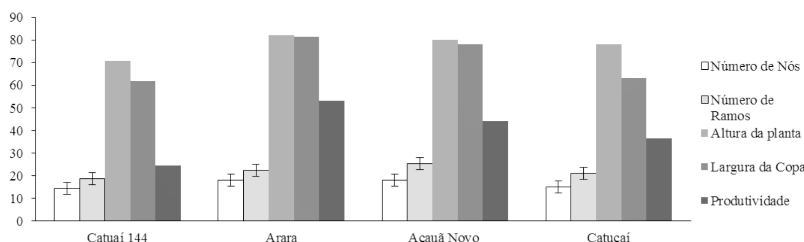


Figura 2 – Desenvolvimento vegetativo inicial, comparado a produção média de dois anos consecutivos, Campo Experimental Francisco Pinheiro Campos, Patos de Minas, MG.

	Número de Nós	Número de Ramos	Altura da Planta cm	Largura da Copa cm	Produtividade média 2 anos cons. sc.ha ⁻¹	mm
Catuaí 144	14,4	18,72	70,7	61,7	33,4	39,8
Arara	18,08 ns	22,28 ns	81,9 *	81,5 *	44,8 *	49,7 *
Acauã Novo	18,06 ns	25,26 ns	80,2 *	78,0 *	30,2 ns	46,3 *
Catucaí	15,18 ns	21,06 ns	78,1 ns	63,2 ns	32,0 ns	41,9 ns
mm	16,43	21,83	77,7	71,1	35,1	

Tabela 2 – Índice do estágio de maturação por variedade testada, colheita em 22 de julho de 2016, Campo Experimental Francisco Pinheiro Campos, Patos de Minas, MG.

Médias seguidas, na coluna, por um * diferem entre si pelo teste de Dunnett a 5 % de probabilidade de erro. mm: médias marginais com P-valor de interação em 0,001. ns: não significativo.

Ao comparar a produtividade nas duas safras, nota-se que todas sofreram com o efeito da bienalidade, com variação de produção; entretanto, nota-se que a variedade Catuaí 144 teve um comportamento inverso das demais, alternando o ano de safra alta, Figura 3, mesmo tendo todas as variedades a mesma idade, plantadas conjuntamente, recebendo o mesmo tratamento fitossanitário, mesma adubação e manejo.

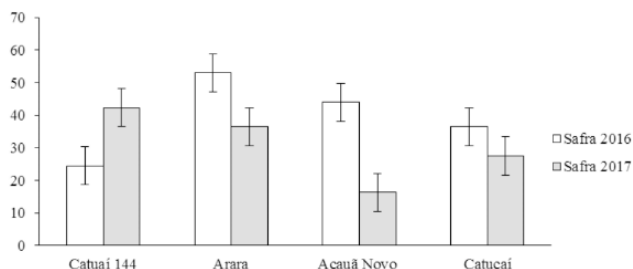


Figura 3 – Produção de dois anos consecutivos por variedade, Campo Experimental Francisco Pinheiro Campos, Patos de Minas, MG.

A quebra média de uma safra para outra foi de 63%, Tabela 3, sendo que variedade Acauã Novo teve a maior queda de produção 73%, contra 63% do Catuaí, 60% Arara e com a menor quebra de 57% a variedade Catucaí 2SL. Comparadas com a variedade testemunha, Catuaí 144, houve diferença significativa de produção; a maior para variedade Arara com produção relativa de 53 sacas por hectare na safra 2016, superando em 11,4 sacas por hectares a variedade Catuaí 144, produzindo o equivalente a 44,8 sacas por hectare em média e, a menor, a variedade Acauã Novo produzindo 16 sacas por hectare na safra 2017.

Variedade	Safra 2016	Safra 2017
Catuaí 144	24,50	42,25
Arara	53,00 *	36,50 ns
Acauã Novo	44,00 ns	16,33 *
Catucaí	36,50 ns	27,50 ns
mm	39,50	30,64

Tabela 3 – Produção de café em sacas por hectare de duas safras consecutivas, Campo Experimental Francisco Pinheiro Campos, Patos de Minas, MG.

sc.ha⁻¹ valores em sacas por hectare. Médias seguidas, na coluna, por um * diferem entre si pelo teste de Dunnett a 5 %. mm: médias marginais. ns: não significativo.

CONCLUSÕES

A variedade Arara demonstrou melhor adaptabilidade, sendo a variedade que obteve o melhor desenvolvimento vegetativo, com resultado significativo, para o crescimento de planta e a formação da copa. Além disso, apresentou a maior produtividade com 53 sacas por hectare e demonstrou estabilidade produtiva, atingindo a maior produção média de 44,8 sacas por hectare.

Considerando que variedade Arara apresentou maturação tardia e que, na colheita 41% dos grãos se encontravam no estágio verde e verde-cana, pode-se afirmar que a produção ficou subestimada, aumentando assim o potencial produtivo da variedade.

A variedade Acauã Novo, neste experimento com apenas duas safras, apresentou o maior degraú de queda na produção entre safras (73%).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. R. et al. **Recomendação de variedades baseada na interação variedade x ambiente**. Slides: Curso Fundação Procafé. MAPA/ Fundação Procafé e Embrapa Café, 2015.

CARVALHO, A. M. X.; Mendes, F. Q. **SPEED Stat: a minimalist and intuitive spreadsheet program for classical experimental statistics**. Anais da 62ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 333p., 2017.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acomp. safra brasileira de café**, v. 5– Safra 2018, n.1- Primeiro levantamento, Brasília, p. 1-73, jan. 2018.

FAZUOLI, L. C. **Melhoramento de Coffea Arabica**. Slides. 6º Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, Búzios, 2011.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Café no Brasil, 2017**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>>. Acesso: 28 abr. 2018.

MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de café no Brasil: manual de recomendações ed. 2015**. 1 ed., São Paulo: Futurama Editora, 585p., 2016.

SOUZA, J. R. **Eficiência dos fertilizantes está diretamente ligada ao manejo correto do solo, 2018**. Disponível em: <<http://coopadapsetmentes.com.br/site/eficiencia-dos-fertilizantes-esta-diretamente-ligada-ao-manejo-correto->>>. Acesso: 28 abr. 2018.

EFEITO DE FERTILIZANTES FOLIARES EM VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR

Data de aceite: 01/12/2020

Bruno Nicchio

Universidade Federal de Uberlândia (UFU),
Uberlândia, Minas Gerais.
<http://lattes.cnpq.br/5494486353286733>

Camila Lariane Amaro

Universidade Federal de Uberlândia (UFU),
Uberlândia, Minas Gerais.
<http://lattes.cnpq.br/6014728765181677>

Gustavo Alves Santos

KP Consultoria, Uberlândia, Minas Gerais.
<http://lattes.cnpq.br/7822045685446623>

Marlon Anderson Marcondes Vieira

Universidade Federal de Uberlândia (UFU),
Uberlândia, Minas Gerais.
<http://lattes.cnpq.br/5176434994095327>

Bruno Barbosa Guimarães

Universidade Federal de Uberlândia (UFU),
Uberlândia, Minas Gerais.
<http://lattes.cnpq.br/1540773333881256>

Hamilton Seron Pereira

Universidade Federal de Uberlândia (UFU),
Uberlândia, Minas Gerais.
<http://lattes.cnpq.br/4532276726985491>

Gaspar Henrique Korndörfer

Universidade Federal de Uberlândia (UFU),
Uberlândia, Minas Gerais.
<http://lattes.cnpq.br/3376485996795795>

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento, produção, qualidade tecnológica e teores foliares de variedades de cana-de-açúcar submetidas à aplicação de fertilizantes via foliar. Foram conduzidos quatro experimentos em áreas distintas, localizadas em áreas de unidades produtoras de cana-de-açúcar. Os experimentos foram instalados apresentando delineamento experimental de blocos casualizados, sendo cinco tratamentos (testemunha com água, controle visando fornecimento de N, B, Zn e Mn, Micro Foliar + N-Foliar nas doses de 1,0 kg ha⁻¹ + 3,0 L ha⁻¹, 2,0 kg ha⁻¹ + 6,0 L ha⁻¹ e 3,0 kg ha⁻¹ + 10,0 L ha⁻¹, respectivamente) e quatro repetições. As variáveis analisadas foram: altura de plantas, diâmetro de colmos, produtividade, açúcar por hectare, açúcar teórico recuperado (ATR), brix, pol da cana e teor foliar de N, B, Mn, Zn e Cu. A aplicação de fertilizante foliar na dose 2,0 kg ha⁻¹ de Micro + 6,0 L ha⁻¹ de N foi mais eficiente no aumento de diâmetro de colmos (34,6 mm) para variedade IAC 91-1099, mas somente com aplicação de 1,56 kg ha⁻¹ de Micro + 5,18 L ha⁻¹ de N houve produção máxima estimada de açúcar em 13,8 t ha⁻¹ para variedade RB 85-5536. A aplicação dos tratamentos apresenta resposta nos teores foliares de nitrogênio (N), cobre (Cu), zinco (Zn) e boro (B) para as variedades RB 86-7515 e IAC 91-1099.

PALAVRAS - CHAVE: adubação suplementar, produtividade, *Saccharum spp.*

EFFECT OF FOLIAR FERTILIZERS ON SUGARCANE VARIETIES

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the development, production, technological quality and elemental leaf contents of sugarcane varieties submitted to the application of foliar fertilizers. Four experiments were conducted in different areas, located in areas of sugarcane producing units. The experiments were installed with a randomized block design, with five treatments (control with water, control aiming at supplying N, B, Zn and Mn, Micro + N in doses of 1.0 kg ha⁻¹ + 3, 0 L ha⁻¹, 2.0 kg ha⁻¹ + 6.0 L ha⁻¹ and 3.0 kg ha⁻¹ + 10.0 L ha⁻¹, respectively) and four repetitions. The variables analyzed were: plant height, stem diameter, productivity, sugar per hectare, recovered theoretical sugar (ATR), brix, cane pol and leaf content of N, B, Mn, Zn and Cu. The application of foliar fertilizer at a dose of 2.0 kg ha⁻¹ of Micro Foliar + 6.0 L ha⁻¹ of N-Foliar was more efficient in increasing stem diameter (34.6 mm) for variety IAC 91-1099, but only with application of 1.56 kg ha⁻¹ of Micro + 5.18 L ha⁻¹ of N, there was an estimated maximum sugar production of 13.8 t ha⁻¹ for variety RB 85-5536. The application of the treatments shows response in the foliar contents of nitrogen (N), copper (Cu), zinc (Zn) and boron (B) for the varieties RB 86-7515 and IAC 91-1099.

KEYWORDS: supplemental fertilization, productivity, *Saccharum spp.*

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com uma produção total estimada em 642,1 milhões de toneladas em uma área total de aproximadamente 9 mil hectares na safra 2020/2021, o que justifica as crescentes pesquisas voltadas para obtenção de maiores incrementos na produtividade. Além disso, a cultura é considerada uma das grandes alternativas para o setor de biocombustíveis na produção de etanol e seus respectivos subprodutos (CONAB, 2020). Com isso, a adoção de práticas agronômicas adequadas na produção de cana-de-açúcar, como a adubação, se torna imprescindível para obter maiores produtividades (SINGH et al., 2015; ISMAIL et al., 2016).

A aplicação via foliar de nutrientes às plantas não é uma prática nova, sendo conhecida há mais de 100 anos (BORKERT, 1987) ainda que, só recentemente vem sendo estudada mais a fundo, comparado a outros métodos de adubação. A aplicação de nutrientes em solução ou suspensão via foliar é utilizada como adubação suplementar à adubação no solo e visa suprir uma necessidade nutricional imediata das plantas. Entretanto, são recomendadas doses menores, mesmo com efeito residual reduzido, pois elevadas concentrações podem causar fitotoxidez às culturas (VITTI e MAZZA, 2002).

Apesar de todos os conhecimentos, o uso de macro e micronutrientes em pulverização foliar apresentam restrições. Segundo Rosolém (1984) o uso de sais solúveis como NPK, somente deve ser feita em baixa concentração, mesmo em doses com efeito residual reduzido, pois elevadas concentrações podem causar fitotoxidez à cultura (VITTI e MAZZA, 2002).

A expansão da cana-de-açúcar em áreas de Cerrado, com solos pobres em nutrientes, reflete na produtividade dos canaviais, mostrando a necessidade de práticas para

correções destas deficiências. Por isso, o conhecimento e a avaliação nutricional adequada do canavial são muito importantes para se alcançar maiores resultados (ORLANDO FILHO, 1993) e a aplicação foliar de nutrientes pode trazer vantagens na cultura da cana, como o aumento na produtividade de colmos e quantidade de açúcar por hectare (KORNDÖRFER e ALCARDE, 1992; KORNDÖRFER, 1994).

Deste modo o uso de macro e micronutrientes via foliar podem favorecer o melhor desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento, produção, qualidade tecnológica e teores foliares de variedades de cana-de-açúcar submetida à aplicação de fertilizantes via foliar.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos quatro experimentos em áreas distintas, localizadas em áreas de unidades produtoras de cana-de-açúcar: Companhia Mineira de Álcool e Açúcar - CMAA (Uberaba-MG) - 2º corte variedade RB 86-7515; Bioenergética Aroeira (Tupaciguara-MG) - 3º corte variedade SP 81-3250; e Usina Delta (Delta-MG) - 2º corte variedade RB 85-5536; Usina Açucareira Guáira (Guáira-SP) - 2º corte variedade IAC 91-1099.

Os experimentos foram instalados apresentando delineamento experimental de blocos casualizados, sendo cinco tratamentos e quatro repetições compostos por diferentes fertilizantes, em diferentes doses (Tabela 1) mais um tratamento testemunha e controle com aplicação de sais para o fornecimento de N, B, Zn e Mn.

Os fertilizantes foliares utilizados apresentam as seguintes características: **Micro Foliar**: fertilizante misto (mistura de sais) para aplicação via foliar; contém 11,3 % de enxofre (S), 4 % de boro (B), 2 % de cobre (Cu), 10 % de manganês (Mn), 10 % de zinco (Zn) e 2 % de molibdênio (Mo); Densidade = 1,3 g/ml. **N-Foliar**: fertilizante foliar (mistura e/ou solução de sais) tecnicamente equilibrada que possui alta solubilidade e contém 32 % (416 g/L) de nitrogênio (N); Densidade = 1,3 g/m.

Tratamento	Produto	Dose
1 – Testemunha	Água	---
2 – Controle	Ácido bórico	200 g ha ⁻¹ B
	Sulfato de Manganês	300 g ha ⁻¹ Mn
	Sulfato de Zinco	300 g ha ⁻¹ Zn
	Uréia	5 kg ha ⁻¹
3	Micro Foliar + N-Foliar	1,0 kg ha ⁻¹ + 3,0 L ha ⁻¹
4	Micro Foliar + N-Foliar	2,0 kg ha ⁻¹ + 6,0 L ha ⁻¹
5	Micro Foliar + N-Foliar	3,0 kg ha ⁻¹ + 10,0 L ha ⁻¹

Tabela 1. Produto e doses aplicados na cana-de-açúcar em cada tratamento.

As parcelas experimentais, em ambos os experimentos, consistiram de quatro linhas de 10 m de comprimento e espaçadas entre si por 1,5 m (60 m²). Além disso, foi adotado um espaçamento de 3,0 m entre as parcelas de modo a evitar prováveis problemas com a deriva da aplicação dos produtos. A aplicação dos produtos via foliar foi realizada com o uso de uma barra de 3 m de comprimento com 3 bicos 110-02 tipo leque espaçados por 0,75 cm acoplada a um pulverizador costal pressurizado a CO₂. A pressão de aplicação adotada no equipamento foi a de 4 kgf cm⁻² e o volume de calda utilizado foi de 2,0 L parcela⁻¹, o equivalente a 333,3 L ha⁻¹. As aplicações foram realizadas no período da manhã tomando-se os devidos cuidados relacionados ao teor de umidade relativa do ar, temperatura e vento.

Aos 30 dias após aplicação (DAA) dos produtos retiraram-se amostras foliares em cada parcela (para Us. Guaira foram retirados 2 lotes de amostras devido a reaplicação dos produtos). Cada amostra foi composta pelo terço médio de 10 folhas (primeira folha da planta com o dewlap visível). Essas amostras foram lavadas em solução contendo água e detergente neutro, posteriormente foram enxaguadas em água corrente e depois em água destilada e retirou-se a nervura central de cada folha. As amostras foram acondicionadas em estufa de circulação de ar, a 65 °C, até atingirem o peso constante. Após seco, o material foi moído em moinho tipo Willey, para ser submetido à análise laboratorial de macro e micronutrientes.

Os fertilizantes foliares aplicados nas três localidades ocorreram: 180 dias após o 2º corte na Usina Vale do Tijuco (12/2014); 180 dias após o 3º corte na Bioenergética Aroeira (01/2015); 210 dias após o 2º corte na Usina Delta (02/2015); e, 180 e 210 dias após o 3º corte na Usina Açucareira Guaira. A colheita deu-se 180 dias após aplicação dos fertilizantes foliares para os experimentos localizados na Usina Vale do Tijuco e Bioenergética Aroeira. Na Usina Delta e Guaira a colheita do experimento ocorreu 150 dias após aplicação dos fertilizantes foliares.

Na época de colheita, a cana de cada parcela foi cortada crua e manualmente, despontada e em seguida pesada com o auxílio de um tripé acoplada a uma balança para determinação do peso de cada uma das parcelas. No momento da colheita foi realizada a medição da altura das plantas com trena, considerando o intervalo entre o nível do solo e a 1ª folha (cartucho). Já a medida de diâmetro de colmo foi tomada com a utilização de paquímetro no final do terço inferior, início do terço médio da planta.

Para análise tecnológica, realizou-se coleta de 10 colmos cortados em cada uma das parcelas. O material coletado foi submetido à análise tecnológica no laboratório das respectivas unidades produtoras de cana-de-açúcar, segundo metodologia descrita por Tanimoto (1964), a qual gerou resultados de Açúcar Teórico Recuperado (ATR) (kg TC⁻¹), Brix (%) e Pol da cana (%). Utilizando-se os resultados de produção de colmos por hectare (TCH) e os valores de Pol da cana (%) foram calculados os valores de produção de açúcar por hectare (TAH) de cada um dos tratamentos.

Com o auxílio do programa estatístico Sisvar versão 5.3 (FERREIRA, 2014) os resultados foram submetidos a análise de variância, e, em caso de significância do teste F, os tratamentos qualitativos foram comparados pelo teste de Tukey a 0,05 de significância. Para os tratamentos quantitativos os resultados foram submetidos a análise de regressão ($P > 0,05$).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de altura de planta (m), diâmetro de colmos (mm), produtividade (t ha⁻¹) e produção de açúcar (TAH em t ha⁻¹) podem ser observados na Tabela 2. Os dados mostram que não houve diferença significativa na altura de plantas, diâmetro de colmos, produtividade de colmos e total de açúcar por hectare entre os tratamentos para maioria dos experimentos, indicando pouca influência dos produtos sobre a estatura da cana. Mas para variedade IAC 91-1099 ficou observado maior diâmetro de colmos com o tratamento Micro (2,0 kg ha⁻¹) + N (6,0 L ha⁻¹) em comparação com tratamento controle, mas para produção de açúcar todos os tratamentos foliares diferiram da testemunha, indicando o efeito da adubação foliar na produção de açúcar para esta variedade.

Tratamento	Altura --- m ---	Diâmetro -- mm --	Produtividade ----- t ha ⁻¹ -----	TAH
RB 86-7515				
Micro (1,0 kg ha ⁻¹) + N (3,0 L ha ⁻¹)	2,42 a	30,6 a	110,7 a	15,5 a
Micro (2,0 kg ha ⁻¹) + N (6,0 L ha ⁻¹)	2,36 a	30,0 a	109,0 a	15,2 a
Micro (3,0 kg ha ⁻¹) + N (10,0 L ha ⁻¹)	2,50 a	31,7 a	112,6 a	15,7 a
Controle	2,47 a	30,5 a	106,7 a	14,6 a
Testemunha	2,43 a	31,0 a	113,6 a	15,8 a
C.V. (%)	5,62	3,35	12,60	12,36
SP 81-3250				
Micro (1,0 kg ha ⁻¹) + N (3,0 L ha ⁻¹)	2,44 a	25,5 a	71,6 a	10,8 a
Micro (2,0 kg ha ⁻¹) + N (6,0 L ha ⁻¹)	2,52 a	25,0 a	76,7 a	11,9 a
Micro (3,0 kg ha ⁻¹) + N (10,0 L ha ⁻¹)	2,30 a	25,2 a	67,4 a	10,2 a
Controle	2,39 a	26,5 a	73,7 a	11,3 a
Testemunha	2,50 a	25,6 a	66,7 a	10,2 a
C.V. (%)	7,14	3,95	14,28	14,78
RB 85-5536				
Micro (1,0 kg ha ⁻¹) + N (3,0 L ha ⁻¹)	2,35 a	26,5 a	91,8 a	16,8 a
Micro (2,0 kg ha ⁻¹) + N (6,0 L ha ⁻¹)	2,37 a	26,7 a	82,9 a	15,8 a
Micro (3,0 kg ha ⁻¹) + N (10,0 L ha ⁻¹)	2,25 a	26,2 a	85,6 a	14,1 a
Controle	2,15 a	25,2 a	73,7 a	12,9 a
Testemunha	2,32 a	26,5 a	73,9 a	13,2 a
C.V. (%)	7,59	8,28	16,65	18,96
IAC 91-1099				
Micro (1,0 kg ha ⁻¹) + N (3,0 L ha ⁻¹)	1,66 a	31,1 b	126,3 a	16,4 a
Micro (2,0 kg ha ⁻¹) + N (6,0 L ha ⁻¹)	1,75 a	34,6 a	129,8 a	17,4 a
Micro (3,0 kg ha ⁻¹) + N (10,0 L ha ⁻¹)	1,83 a	31,8 ab	132,8 a	17,6 a
Controle	1,81 a	30,3 b	142,9 a	19,1 a
Testemunha	1,83 a	32,4 ab	125,1 a	16,2 b
C.V. (%)	6,54	5,02	10,30	10,12

Tabela 2. Altura de plantas (m), diâmetro de colmos (mm), produtividade de colmos (t ha⁻¹) e total de açúcar por hectare (TAH) 180 dias após da aplicação de fertilizantes via foliar na cana soca (Variedades RB 86-7515, SP 81-3250, RB 85-5536 e IAC 91-1099).

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Para variedade RB 86-7515 nos tratamentos foram aplicados no final de dezembro de 2014 e nesta localidade após a fertilização houve um período de estiagem. Com isso, esta estiagem pode ter influenciado no efeito dos tratamentos e consequente aumento da variabilidade entre os tratamentos, como observado para testemunha e demais tratamentos. As variedades RB 86-7515, SP 81-3250 e RB 85-5536 apresentaram produtividades médias de 110,5, 71,2 e 81,6 t ha⁻¹, respectivamente.

Estes resultados diferem dos observados por Abd El-Hadi (2015) ao avaliar aplicação de macro (N, P e K) e micronutrientes (Zn, Fe e Mn) via foliar em cana-de-açúcar cultivada no Egito durante três cortes, o qual verificou aumentos na produção de colmos em até 20% e de açúcar até 30%. No Brasil, Mellis et al. (2016) ao avaliarem aplicação de micronutrientes (Zn, Mn, Cu, B e Mo) em experimentos com cana-de-açúcar no estado de São Paulo, verificaram aumentos significativos entre 9 e 18 toneladas de colmos por hectare.

Apesar de não ser observada diferença entre os tratamentos qualitativos, com relação às doses crescentes de Micro Foliar + N-Foliar, verificou-se redução de TAH (variedade RB 85-5536) com as doses 2,0 kg ha⁻¹ (Micro) + 6,0 L ha⁻¹ (N) e 3,0 kg ha⁻¹ (Micro) + 10,0 L ha⁻¹ (N), onde a produtividade máxima estimada foi de 13,8 t ha⁻¹ na dose de 1,56 kg ha⁻¹ de Micro + 5,18 L ha⁻¹ de N (Figura 1). Abd El-Hadi (2015) obteve aumentos em comparação com o tratamento testemunha na produção de açúcar na ordem de 30, 25 e 21% com aplicação dos seguintes tratamentos foliares: micronutriente (Zn, Fe e Mn) + macronutriente (N); micronutriente quelatado (Zn-quelatado); e, micronutriente (Zn, Fe e Mn).

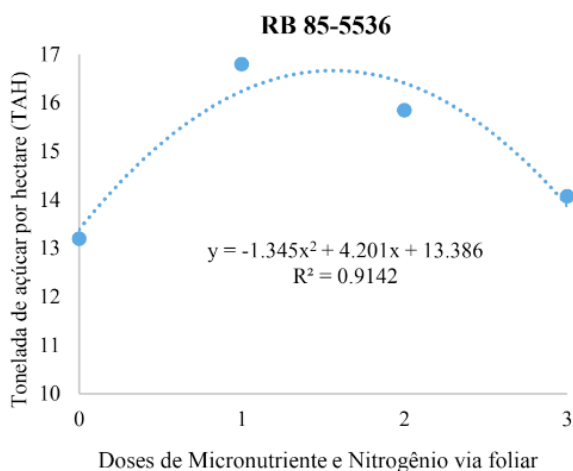


Figura 1. Toneladas de açúcar por hectare (TAH) em função da aplicação foliar dos tratamentos na soqueira de cana-de-açúcar (Variedade RB 85-5536).

Com relação às análises de qualidade tecnológica não houve diferenças significativas nos quesitos Brix, Pol da cana e produção de açúcar por tonelada de açúcar (ATR) em todos os experimentos (Tabela 3). São observadas variações entre as variedades como a redução da produção de açúcar com o tratamento Micro Foliar 3,0 kg ha⁻¹ + N-Foliar 10,0 L ha⁻¹, em relação ao tratamento Micro Foliar 2,0 kg ha⁻¹ + N-Foliar 6,0 L ha⁻¹.

Tratamento	Brix		Pol da Cana		ATR	
	%		%		kg açúcar TC ⁻¹	
RB 86-7515						
Micro (1,0 kg ha ⁻¹) + N (3,0 L ha ⁻¹)	19,0	a	14,0	a	140,0	a
Micro (2,0 kg ha ⁻¹) + N (6,0 L ha ⁻¹)	18,9	a	14,0	a	139,9	a
Micro (3,0 kg ha ⁻¹) + N (10,0 L ha ⁻¹)	18,8	a	13,9	a	139,2	a
Controle	18,8	a	13,7	a	137,2	a
Testemunha	18,6	a	13,9	a	138,6	a
C.V. (%)	2,96		3,38		3,17	
SP 81-3250						
Micro (1,0 kg ha ⁻¹) + N (3,0 L ha ⁻¹)	20,7	a	15,2	a	149,2	a
Micro (2,0 kg ha ⁻¹) + N (6,0 L ha ⁻¹)	20,4	a	15,5	a	151,5	a
Micro (3,0 kg ha ⁻¹) + N (10,0 L ha ⁻¹)	20,2	a	15,2	a	149,3	a
Controle	20,4	a	15,3	a	150,4	a
Testemunha	20,3	a	15,2	a	149,0	a
C.V. (%)	1,84		3,68		3,26	
RB 85-5536						
Micro (1,0 kg ha ⁻¹) + N (3,0 L ha ⁻¹)	20,9	a	15,9	a	157,7	a
Micro (2,0 kg ha ⁻¹) + N (6,0 L ha ⁻¹)	20,8	a	15,8	a	156,9	a
Micro (3,0 kg ha ⁻¹) + N (10,0 L ha ⁻¹)	20,8	a	15,7	a	155,9	a
Controle	20,7	a	15,2	a	151,9	a
Testemunha	20,6	a	15,3	a	152,7	a
C.V. (%)	3,71		5,94		5,52	
IAC 91-1099						
Micro (1,0 kg ha ⁻¹) + N (3,0 L ha ⁻¹)	17,1	a	13,0	a	130,5	a
Micro (2,0 kg ha ⁻¹) + N (6,0 L ha ⁻¹)	17,4	a	13,4	a	134,3	a
Micro (3,0 kg ha ⁻¹) + N (10,0 L ha ⁻¹)	17,4	a	13,2	a	132,8	a
Controle	17,4	a	13,3	a	133,6	a
Testemunha	17,0	a	12,9	a	129,8	a
C.V. (%)	2,94		3,98		3,58	

Tabela 3. Brix (%), pol da cana (%) e ATR (kg açúcar TC⁻¹) 180 dias após da aplicação de fertilizantes via foliar na cana soca (Variedades RB 86-7515, SP 81-3250, RB 85-5536 e IAC 91-1099).

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Esses resultados corroboram com os de Mellis et al. (2016) que não encontraram respostas para ATR em 11 experimentos que receberam aplicação de micronutrientes (Zn, Mn, Cu, B, e Mo). Ismail et al. (2016) em trabalho realizado no Paquistão, observaram que a aplicação foliar de macro e micronutrientes em duas épocas (90 e 120 dias após

brotamento) também não influenciou no teor de pureza e ATR de cana-de-açúcar. Por outro lado, Karthikeyan e Shanmugam (2017) obtiveram incremento significativo na qualidade de cana-de-açúcar (ATR, Brix e pureza) com aplicação foliar de macronutriente e algas marinhas.

Na Tabela 4 são apresentadas as faixas de suficiência de nitrogênio (N), boro (B), manganês (Mn), zinco (Zn) e cobre (Cu) para a cana-de-açúcar da folha TVD.

N g kg ⁻¹	Mn	Zn	Cu	B
----- mg kg ⁻¹ -----				
12,5 – 16,5	50 - 87	13 - 28	3,8 – 6,6	4 - 30

Tabela 4. Faixas de teores adequados (faixa de suficiência) de nitrogênio (N), boro (B), manganês (Mn), zinco (Zn) e cobre (Cu) para a soqueira de cana-de-açúcar.

Fonte: Adaptado de Santos et al. (2013).

Comparando os resultados obtidos (Tabela 4) com os resultados apresentados na Tabela 5, verifica-se que o nitrogênio apresentou-se em níveis adequado para todas as variedades.

Tratamento	N		B		Mn		Zn		Cu	
	g kg ⁻¹		-----		mg kg ⁻¹		-----		-----	
RB 86-7515										
Micro (1,0 kg ha ⁻¹) + N (3,0 L ha ⁻¹)	16,9	ab	12,3	a	102,1	a	20,6	ab	6,0	ab
Micro (2,0 kg ha ⁻¹) + N (6,0 L ha ⁻¹)	16,9	ab	10,3	a	121,9	a	29,3	ab	7,2	a
Micro (3,0 kg ha ⁻¹) + N (10,0 L ha ⁻¹)	17,7	a	10,5	a	125,6	a	28,8	ab	7,2	a
Controle	16,9	ab	9,2	a	128,7	a	32,8	a	5,1	ab
Testemunha	15,7	b	11,8	a	106,2	a	17,2	b	4,9	b
C.V. (%)	5,54		23,2		27,91		25,0		18,16	
SP 81-3250										
Micro (1,0 kg ha ⁻¹) + N (3,0 L ha ⁻¹)	18,9	a	9,7	a	54,8	a	18,8	a	5,1	a
Micro (2,0 kg ha ⁻¹) + N (6,0 L ha ⁻¹)	19,9	a	7,5	a	49,2	a	19,5	a	5,0	a
Micro (3,0 kg ha ⁻¹) + N (10,0 L ha ⁻¹)	19,7	a	7,8	a	52,5	a	20,3	a	5,2	a
Controle	17,4	a	9,7	a	50,1	a	18,2	a	5,0	a
Testemunha	18,7	a	8,7	a	56,0	a	17,9	a	5,7	a
C.V. (%)	9,49		37,01		17,85		12,06		18,89	
RB 85-5536										
Micro (1,0 kg ha ⁻¹) + N (3,0 L ha ⁻¹)	19,6	a	8,2	a	51,7	a	18,3	a	5,4	a
Micro (2,0 kg ha ⁻¹) + N (6,0 L ha ⁻¹)	19,3	a	7,6	a	53,1	a	17,8	a	5,0	a
Micro (3,0 kg ha ⁻¹) + N (10,0 L ha ⁻¹)	17,5	a	7,9	a	57,7	a	18,2	a	5,1	a
Controle	18,9	a	7,4	a	55,8	a	18,1	a	5,3	a
Testemunha	19,1	a	7,6	a	57,1	a	17,1	a	5,3	a
C.V. (%)	9,83		16,02		19,29		16,10		10,47	

Tabela 5. Teor foliar de nitrogênio (N), boro (B), manganês (Mn), zinco (Zn) e cobre (Cu) 30 dias após aplicação de fertilizantes via foliar na cana soca (Variedades RB 86-7515, SP 81-3250 e RB 85-5536).

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Nos teores dos micronutrientes, com exceção do cobre (Cu) e zinco (Zn) para variedade RB 86-7515, também não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 5). Na mesma variedade o controle apresentou maior teor de Zn (32,8 mg kg⁻¹). Para os teores de Cu, os tratamentos Micro Foliar (2,0 e 3,0 kg ha⁻¹) + N-Foliar (6,0 e 10,0 L ha⁻¹) se destacaram dos demais tratamentos. Para as demais variedades os teores de N, B, Mn, Zn e Cu não apresentaram diferenças significativas.

Os resultados das análises foliares 30 dias após aplicação (LOTE 1) e reaplicação (LOTE 2) dos tratamentos foliares para IAC 91-1099 podem ser observados nas Tabelas 6. No geral os resultados não demonstraram diferenças significativas.

Tratamento	N		B		Mn		Zn		Cu	
	g kg ⁻¹		mg kg ⁻¹		mg kg ⁻¹		mg kg ⁻¹		mg kg ⁻¹	
IAC 91-1099 (LOTE 1)										
Micro (1,0 kg ha ⁻¹) + N (3,0 L ha ⁻¹)	22,1	a	12,9	a	110,5	a	18,3	a	5,4	a
Micro (2,0 kg ha ⁻¹) + N (6,0 L ha ⁻¹)	22,4	a	13,6	a	116,7	a	19,3	a	5,5	a
Micro (3,0 kg ha ⁻¹) + N (10,0 L ha ⁻¹)	22,7	a	11,4	a	99,9	a	18,4	a	5,3	a
Controle	23,8	a	13,4	a	111,3	a	18,2	a	5,4	a
Testemunha	22,5	a	15,1	a	113,4	a	16,1	a	5,1	a
C.V. (%)	9,81		15,33		15,30		12,94		10,59	
IAC 91-1099 (LOTE 2)										
Micro (1,0 kg ha ⁻¹) + N (3,0 L ha ⁻¹)	23,4	a	8,6	a	74,3	a	20,6	a	6,7	a
Micro (2,0 kg ha ⁻¹) + N (6,0 L ha ⁻¹)	24,1	a	9,9	a	64,4	a	20,8	a	6,3	a
Micro (3,0 kg ha ⁻¹) + N (10,0 L ha ⁻¹)	23,0	a	7,6	a	66,3	a	22,1	a	6,6	a
Controle	24,2	a	7,7	a	68,7	a	21,8	a	6,2	a
Testemunha	23,5	a	6,3	a	76,4	a	19,5	a	6,4	a
C.V. (%)	4,51		34,2		17,34		6,64		8,2	

Tabela 6. Teor foliar de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), enxofre (S) e magnésio (Mg) 30 dias após aplicação de fertilizantes via foliar na cana soca (Variedade IAC 91-1099).

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Esses resultados corroboram aos observados por Lira (2018) ao avaliar adubação de plantio e foliar com micronutrientes em cana-de-açúcar (variedade RB 96-5902) observou que a concentração de macro e micronutrientes não foi afetada pela aplicação dos tratamentos, exceto o N, onde houve deste incremento com aplicação de micronutrientes (S, B, Cu, Mn, Mo e Zn). Mas em cana-soca, não houve efeito nos teores de micronutrientes foliares. Por outro lado, Mellis et al. (2016) encontraram respostas positivas para os teores foliares de Zn, Mn, Cu, B, e Mo em função da fertilização de micronutrientes em cana-de-açúcar. Porém, as respostas nos 11 experimentos realizados apresentaram variação de acordo com a localização, clima, tipo de solo e variedade.

As doses crescentes de Micro Foliar + N-Foliar aumentaram os teores foliares de nitrogênio e cobre para variedade RB 86-7515 atingindo estimativas máximas de 17,7 g kg⁻¹ de N e 7,2 mg kg⁻¹ de Cu com 3,0 kg ha⁻¹ Micro Foliar + 10 L ha⁻¹ N-Foliar, respectivamente (Figura 1). Além disso, houve aumento dos teores foliares de Zn com 28,8 mg kg⁻¹ (variedade

RB 86-7515) e com 22,1 mg kg⁻¹ de Zn (LOTE 2, variedade IAC 91-1099).

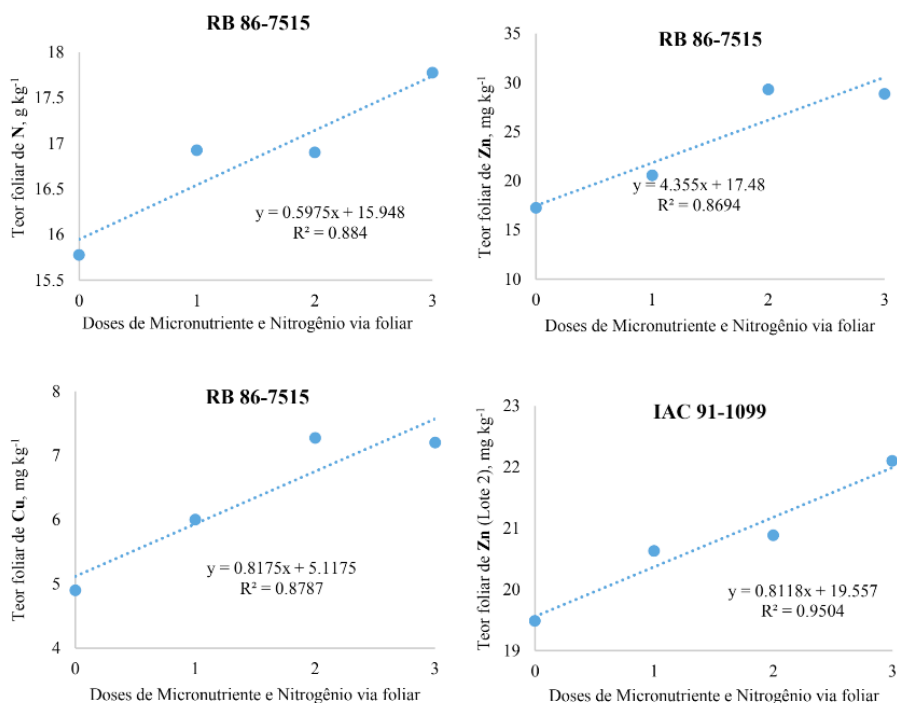


Figura 2. Teores foliares de nitrogênio (N), zinco (Zn) e cobre (Cu) em função da aplicação foliar dos tratamentos na soqueira de cana-de-açúcar (Variedade RB 86-7515 e Variedade IAC 91-1099).

Esses resultados se assemelham aos de Silva et al. (2017) que encontraram incrementos nos valores de N foliar de cana-de-açúcar (variedade RB 96-7515) quando aplicou-se via foliar aos 60 dias após o brotamento, microrganismos fixadores de N com Mg em sua composição. Gonçalves et al. (2017) observou aumento do teor foliar de Cu em função da aplicação de micronutrientes via foliar, porém, não houve incremento de produtividade.

A falta de resposta no presente trabalho pode ser explicada pelo fato de que na maioria dos ensaios as condições ótimas de macro e micronutrientes encontravam-se em níveis considerados suficientes para um bom desenvolvimento (TRIVELIN et al., 1988; ORLANDO FILHO et al., 2001). Contudo, mesmo que adubação foliar não tenha influenciado nas variáveis estudadas, há necessidade de se estudar mais detalhadamente em futuros trabalhos de pesquisa buscando-se a época adequada de aplicação visando obter respostas significativas, possibilitando aumento de produção da cultura (MELLIS et al., 2016).

4 | CONCLUSÕES

A aplicação de fertilizante foliar na dose 2,0 kg ha⁻¹ de Micro + 6,0 L ha⁻¹ de N foi mais eficiente no aumento de diâmetro de colmos (34,6 mm) para variedade IAC 91-1099, mas somente com aplicação de 1,56 kg ha⁻¹ de Micro + 5,18 L ha⁻¹ de N houve produção máxima estimada de açúcar em 13,8 t ha⁻¹ para variedade RB 85-5536. A aplicação dos tratamentos apresenta resposta nos teores foliares de nitrogênio (N), cobre (Cu), zinco (Zn) e boro (B) para as variedades RB 86-7515 e IAC 91-1099.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio a pesquisa. Às Usinas Delta, Bioenergética Aroeira, Açucareira Guaíra e Companhia Mineira de Álcool e Açúcar pela parceria e apoio durante a condução dos trabalhos experimentais.

REFERÊNCIAS

BORKERT, C. M. **Soja: adubação foliar**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1987. 34p. (Documentos, 22).

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar, segundo levantamento, agosto/2020** - Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília: Conab 2020.

EL-HADI, A. H. A. **Effect of Zn, Mn and FeChelates and some Different Foliar Fertilizers on the Production of Wheat, Potato and Sugarcane under Egyptian Conditions**. Advances in Environmental Biology, Madri, v.9, n.24, p.229-233, 2015.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons**. Ciência Agrotecnologia, Lavras, v.38, n.2, p.109-112, 2014.

GONÇALVES, F. A. R.; XAVIER, F. O.; OLIVEIRA, T. F.; GODINHO JÚNIOR, J. D. G.; AQUINO, L. A. **Aplicação foliar de doses e fontes de cobre e manganês nos teores foliares destes micronutrientes e na produtividade da soja**. Cultura Agrônômica, Ilha Solteira, v.26, n.3, p.384-392, 2017.

ISMAIL, M.; AHMAD, T.; ALI, A.; NABI, G.; HAQ, N. U.; MUNSIF, F. **Response of sugarcane to different doses of Zn at various growth stages**. Pure and Applied Biology, Balochistan, v.5, n.2, p.311-316, 2016.

KARTHIKEYAN, K.; SHANMUGAM, M. **The effect of potassium-rich biostimulant from seaweed Kappaphycus alvarezii on yield and quality of cane and cane juice of sugarcane var. Co 86032 under plantation and ratoon crops**. Journal of Applied Phycology, v.29, n.6, p.3245–3252, 2017.

KORNDÖRFER, G. H. Importância na qualidade da cana-de-açúcar. In: SÁ, M. E.; Buzzetti, S. (Ed.). **Importância da adubação e qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994, v.1, p.1033-142.

KORNDÖRFER, G. H.; ALCARDE, J. C. **Acumulo e teor de fósforo em folhas de cana-de-açúcar.** Revista Brasileira de Ciências do Solo. Campinas, v.16, n.2, p.217-222, 1992.

LIRA, M. V. S. **Adubação de plantio e foliar com micronutrientes na produção da cana-de-açúcar.** 2018. 87p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Animal, Universidade Estadual paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Dracena, 2018.

MELLIS, E. V.; QUAGGIO, J. A.; BECARI, G. R. G.; TEIXEIRA, L. A. J.; CANTARELLA, H.; DIAS, F. L. F. **Effect of Micronutrients Soil Supplementation on Sugarcane in Different Production Environments:** Cane Plant Cycle. Soil Fertility e Crop Nutrition, Washington, v.108, n.5, p.2060-2070, 2016.

ORLANDO FILHO, J.; ROSSETTO, R.; CASAGRANDE, A.A. **Effect of Boron and Zinc on the physiological traits of sugarcane.** Brazilian Journal of Sugar Technologies, Campinas, v.5, p.355–374, 2001.

ORLANDO FILHO, J. **Calagem e adubação da cana de açúcar.** In: CÂMARA, G.M.S.; OLIVEIRA, E.A.M. (Eds). Produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: FEALQ/USP, 1993. p.133-146.

ROSOLÉM, C. A. **Adubação foliar.** In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1984, Brasília, DF. Anais... Brasília, DF: EMBRAPA, 1984. p.419- 449.

SILVA, S. F.; OLIVARES, F. L.; CANELLAS, L. P. **The biostimulant manufactured using diazotrophic endophytic bacteria and humates is effective to increase sugarcane yield.** Chemical and Biological Technologies in Agriculture, Portici, v.4, n.24, p.1-6, 2017.

SINGH, A. K.; BHARATI, R. C.; CHANDRA N.; DIMREE, S. **Integrated Nutrient Management System: Smart way to improve cane production from sugarcane ratoon.** Journal of AgriSearch, Patna, v.2, n.3, p.233-243, 2015.

TANIMOTO, T. **The press method of cane analysis.** Honolulu: Hawaiians Planter's Record. 1964. p. 133-150.

TRIVELIN, P. C. O.; CARVALHO, J. G.; da SILVA, A. Q.; PRIMAVESI, A. C. P. A.; CAMACHO, E.; EHWRI, I. E.; GUILHERME, M. R. **Adubação foliar de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*):** absorção e translocação de uréia-¹⁵N. Energia Nuclear e Agricultura, Piracicaba, v.9, n.2, p.52-65, 1988.

VITTI, G.C.; MAZZA, J.A. **Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cultura de cana-de-açúcar.** Piracicaba: POTAFOS, 2002. 16p. (Informações Agronômicas, n. 97, Encarte Técnico).

SISTEMA AGROFLORESTAL COM ESPÉCIES NATIVAS DE VALOR MADEIREIRO, COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA O USO DA TERRA NA CHAPADA DIAMANTINA

Data de aceite: 01/12/2020

Diego Machado Carrion Serrano

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), Msc e diretor da consultoria C₃ – Floresta Meio Ambiente & Energia
(<https://www.facebook.com/C3Floresta>)

RESUMO: O modelo convencional de ocupação e uso do solo na região da Chapada Diamantina, Bahia, baseado principalmente no desmatamento seguido do plantio de monoculturas ou pastos, tem levado a degradação de importantes recursos naturais (água, biodiversidade, solos e estoques de carbono), com pouquíssimo retorno social. Essa iniciativa tem como objetivo propor alternativas de uso da terra para a região da Chapada Diamantina, capaz de combinar a regeneração ambiental, a geração de receita e a segurança alimentar. A experiência consiste na elaboração, implantação e manejo de um sistema agroflorestal (SAF), em escala piloto, como alternativa para a recuperação de áreas degradada associada à geração de renda através da produção madeireira. O modelo produtivo é composto por um ensaio implantados em 3ha em dezembro de 2015 no município de Lençóis-BA. Na ocasião foram introduzidos 2 mil mudas de 27 espécies de árvores nativas de valor madeireiro, juntamente com cerca de 350 indivíduos de 3 espécies exóticas também de valor madeireiro.

O ensaio tem o intuito de gerar informações silviculturais sobre o desenvolvimento de 30 espécies arbóreas de valor madeireiro, sob condições edafoclimáticas da floresta estacional semidecídua da Chapada Diamantina. O sistema foi implantado em um pasto abandonado com baixa regeneração natural e solo ácido e muito distrófico (pH4,1; V%4). Um ano antes, janeiro 2015 o solo foi preparado (gradagem calagem em área total e plantio de 5 espécies de adubos verde). Nos anos 1, 2 e 4 o plantio recebeu cultivares de ciclo curto, como: milho, 4 variedades de feijões, 3 de cucurbitáceas e girassol, visando garantir a segurança alimentar e renda nos primeiros anos.

PALAVRAS - CHAVE: SAF, Silvicultura, Sustentabilidade

ABSTRACT: The conventional land occupation model in Chapada Diamantina in the state of Bahia, based mainly on deforestation followed by the planting of monocultures or pastures, is threatening important environmental resources (water, soils, biodiversity and carbon stocks), without social returns to its 400 thousand inhabitants. This initiative aims to propose alternative land uses for the Chapada Diamantina region, combining environmental regeneration, income generation and food security. The experience consists in the development, implementation and management of an agroforestry system (AFS), on a pilot scale, as an alternative for the recovery of degraded areas associated with the generation of income, through timber production. The productive model consists in an experiment implanted in 3ha in December 2015 in the municipality of Lençóis-

BA. 2 thousand seedlings of 27 native timber species were planted, together with about 350 individuals of 3 exotic timber species. The test intends to generate silvicultural information on the development of 30 tree species of good timber value, under edaphoclimatic conditions of the semideciduous seasonal forest of Chapada Diamantina. The system was implanted in an abandoned pasture with low natural regeneration, acidic and very dystrophic soil (pH4.1; V% 4). A year earlier, January 2015, the soil was prepared (liming harrowing in full area and planting 5 leguminous species - "green manure"). In the first 2 years, short cycle cultivars were planted, such as: corn, 4 varieties of beans, 3 of cucurbits and sunflower, in order to guarantee food security and income in the first years.

KEYWORDS: AFS, Silviculture, Sustainability, Chapada Diamantina, Native timber, reforestation

INTRODUÇÃO/CONTEXTUALIZAÇÃO

Tendo em vista os problemas ambientais gerados pela prática comum das atividades agrícola, de silvicultura e pastoril na região da Chapada Diamantina, juntamente com a necessidade de adequação ambiental das propriedades rurais¹; surgiu o interesse de se desenvolver um modelo de um sistema produtivo fundamentado nos princípios da sustentabilidade, ou seja, um sistema produtivo capaz de ser ao mesmo tempo ecologicamente correto, economicamente viável e socialmente justo, e que pudesse servir como um *case* experimental demonstrativo, passível de ser visitado e replicado em outras propriedades rurais da região.

Ecologicamente correto, pois baseia-se na recuperação de áreas degradadas através da introdução de espécies arbóreas nativas como carro chefe do sistema. Economicamente viável, pois concentra-se no uso de espécies arbóreas de valor madeireiro², que futuramente serão manejadas no sistema de desbaste/replântio, além das espécies de ciclo curto, que podem ser plantadas e comercializadas nos primeiros anos do sistema. Socialmente justo, pois agrega valor ao imóvel rural (madeira de lei); diversifica a produção, trazendo segurança ao proprietário frente às flutuações de mercado e sazonalidades agrícolas; e aumenta a segurança alimentar, por meio das culturas de ciclo curto, cultivadas ao longo dos primeiros anos.

DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

A experiência consiste na implantação de um modelo de SAF madeireiro, composto por diversos ensaios onde as espécies arbóreas foram dispostas em diferentes arranjos em função do porte e família botânica. Os ensaios foram implantados em uma área de 3ha no ano de 2015 e 2016, no município de Lençóis-BA. Na ocasião foram introduzidos 2 mil

1 Vide obrigatoriedade do Cadastro ambiental rural (CAR) e da necessidade de recuperação de áreas de APP e RL, conforme lei 12.651/2012.

2 O valor (FOB) de algumas madeiras desse sistema, como: Ipês, mognos africanos, cedro e jacarandá da Bahia, chegam a alcançar US\$ 1.400,00/m³ de madeira serrada. Fonte: Tropical Timber Market Report, Volume 20 Number 15, 1st September 2016.

mudas de 27 espécies de árvores nativas de valor madeireiro, 3 espécies de palmeiras de valor comercial³ e cerca de 350 indivíduos de 3 espécies exóticas⁴ também de valor madeireiro (figura 1).

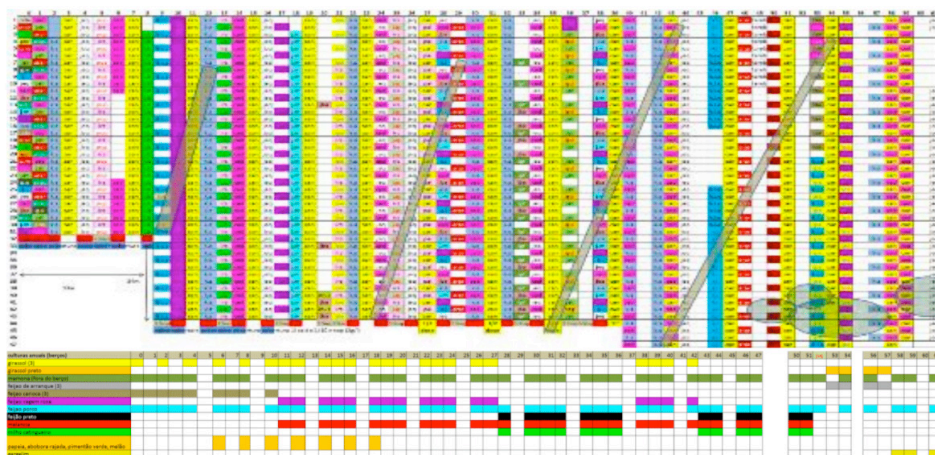


Figura 1: Mapa do arranjo espacial das espécies arbóreas dentro do Sistema Agroflorestal Madeireiro e das culturas de ciclo curto (quadro inferior)

Um ano antes da implantação das árvores (2014), a área, que originalmente consistia em um pasto degradado (figura 2), foi arada e gradeada para a incorporação do calcário dolomítico em área total (5 ton/há), seguida pelo plantio a lanço de 5 espécies de adubo verde (200kg de semente/há), sendo 4 leguminosas e uma gramínea⁵.



Figura 2: Vista aérea (dir) e detalhe da área (esq) do SAF, antes do preparo do solo (2013)

3 Palmitos pupunha, juçara e açai

4 *Khaya ivorensis*, *Khaya senegalensis* e *Tectona grandis*

5 Feijão de porco, feijão andu, crotalaria, mucuna preta e milheto

Os berços das mudas foram abertos com broca coveadeira acoplada a um trator 4x2, nas dimensões de 80cm de diâmetro por 80cm de profundidade e espaçamento 3x4m. Nos berços foram incorporados 12 litros de esterco e 0,5 litros de calcário dolomítico. As mudas, em sua maioria de tubetes variando de 170 a 290cm³, foram plantadas em dezembro 2015 (1990 mudas) e dezembro de 2016 (400 mudas). No fundo dos berços foi aplicado 1l de hidrogel hidratado com biocalda e fósforo (P solúvel - MAP) + micronutrientes, em seguida foi feita a cobertura do solo com palha ao redor das mudas.

Após o plantio, aproveitando a adubação dos berços, foram plantadas ao redor das mudas, a uma distância de 20 a 50 cm, diversas culturas anuais (figura 1 e 3), com o intuito de produzir alimento, adubação verde e oferecer proteção e microclima às mudas. As espécies plantadas, em ordem decrescente de quantidade, foram: mamona, feijão de porco, melancia, girassol, milho catingueiro, feijão preto, feijão roxo, feijão carioca, além de abóbora, gergelim e melão (figura 1, quadro inferior). No ano seguinte foram plantadas, também em ordem decrescente de quantidade: alpebre, milho catingueiro, feijão preto, lentilha, feijão carioca, girassol e feijão azuke.

Além das espécies de madeira de lei, utilizou-se a canafístula (*Peltophorum dubium*) como árvore de serviço, devido ao seu rápido crescimento e capacidade de fixar nitrogênio. O uso da canafístula teve como objetivo o sombreamento do solo para supressão das gramíneas e fornecimento de matéria orgânica (restos de poda) para adubação das madeiras, além do aproveitamento da sua madeira, nas ocasiões dos desbastes.

Apesar dos desafios enfrentados pelas sucessivas secas que atingiram a região nos últimos anos e o ataque de formigas cortadeiras, a taxa de sobrevivência das mudas chegou próximo aos 95%. As espécies arbóreas com melhor média de desenvolvimento, até o momento, foram: a canafístula (*Peltophorum dubium*)⁶, o mogno africano (*k. senegalensis*), o cedro-rosa (*Cedrela fissilis*), o jacarandá-mimoso (*Jacaranda mimosifolia*), o jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra*) e o ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*), além do Gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*), que apesar de poucos exemplares, mostrou crescimento bastante acentuado. Dentre as espécies de ciclo curto, as que apresentaram melhor resposta em termos de produção foram, em ordem: os feijões carioca e preto, o girassol, o milho e a melancia (figura 3).

6 O bom crescimento das mudas de canafístula em relação as outras espécies, se deu mesmo tendo recebido a metade da adubação (6l de esterco/muda), daquela recebida pelas demais espécies (12l de esterco/muda).



Figura 3: Panorama geral da área com 1 mês de plantio.



Figura 4: ordem horária: foto das primeiras 4 linhas com 4 anos de plantio.
Imagem aérea com 2 anos de plantio e parte da produção aos 4 anos.

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. E-mail para contato: raissasalustriano@yahoo.com.br; raissa.matos@ufma.br; Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0720581765268326>

LARISSA MACELLE DE PAULO BARBOSA - Formada em Agronomia (2019) pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA), onde trabalhou com extração de óleo vegetal para produção de biocombustíveis, herbicidas e inseticidas naturais. Foi bolsista voluntária de iniciação científica do projeto: Análise preliminar da ação repelente do *Azadirachta indica* (NIM) em mosca branca e no projeto: Fabricação de sabão a partir da reciclagem do óleo de cozinha e sebo de animal descartados no município de Chapadinha – MA (PROEXCE/UFMA). Estagiou no setor de Irrigação e Drenagem (MASCHEMA), avaliando o desempenho da soja irrigada, e no setor de Fruticultura e Floricultura (FRUTIMA), avaliando o desempenho de plantas sob efeito de substratos orgânicos. Atualmente é mestranda pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), na área de concentração de manejo do solo e da água, com ênfase no efeito de substratos orgânicos nos atributos do solo e na produtividade de pimenteiras. E-mail para contato: larissamacelle@hotmail.com; Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1324276797717597>

MISAEEL BATISTA FARIAS ARAUJO - Atualmente é graduando do curso de Agronomia pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA), onde já atuou como monitor nas disciplinas de: Química Geral e Inorgânica, Química Analítica e Instrumental, Química Orgânica e Fisiologia Vegetal. Foi bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), através do subprojeto de pesquisa: Produção de variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) utilizando diferentes fontes de adubos orgânicos. E-mail para contato: araujo.misael96@gmail.com; Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4063600565908413>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adubação Nitrogenada 10, 1
Adubação Suplementar 135, 136
Adubação verde 8, 10, 13, 61, 62, 113, 150
Agricultura de precisão 11, 45, 54, 55, 61
Agrobiodiversidade 93, 95, 103, 104
Altura 18, 112, 114, 125, 126, 127, 131, 132, 135, 138, 139
Arranjo espacial 118, 149

C

Cana-de-açúcar 13, 26, 135, 136, 137, 138, 140, 142, 143, 144, 145, 146
critérios de seleção 124, 128
Cultivo consorciado 117, 118, 121

D

Densidade Populacional 88

E

Enzimas 1, 2, 3, 5
Erosão Genética 93

F

Feijão-caupi 11, 72, 73, 74, 75, 77
Fertilizante Mineral 1
Fitorremediação 24, 37, 38, 39, 41

G

Ganho genético 13, 123, 125, 126, 128
Genótipos 13, 76, 77, 81, 85, 95, 123, 124, 125, 126, 127, 128
Germinação 25, 27, 106, 107, 110
Glycine max 41, 123, 124

H

Herbicida 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 97

I

Injúria 24

Inseto Praga 78

M

Manejo de pragas 78

Matéria Orgânica 2, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 30, 34, 61, 62, 64, 66, 116, 150

Matéria Seca 66, 112, 114

MDS 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54

Melhoramento genético 9, 72, 77, 124, 128

Microrganismos 1, 15, 16, 17, 19, 37, 144

Milho 10, 11, 12, 13, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 26, 28, 31, 33, 34, 35, 36, 40, 41, 70, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 147, 150

Milho Crioulo 12, 93, 96, 98

Moscas Brancas 11, 78, 84

N

Nabo forrageiro 10, 12, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 111, 112, 113, 114, 115, 116

P

Palma forrageira 10, 1, 2, 3, 4, 5, 6

Pedometria 11, 43, 44, 45, 48, 49

Phaseolus vulgaris L. 78, 85, 88

Plantas Daninhas 10, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 41, 42, 62, 82, 117, 119

Plantio Simultâneo 88

Plântulas 66, 105, 106, 107, 108, 114

Potencial de carryover 10, 23, 31, 32, 33, 39

Produtividade 13, 2, 10, 20, 28, 35, 65, 66, 67, 70, 71, 88, 92, 95, 106, 111, 113, 114, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 124, 125, 126, 127, 129, 131, 133, 134, 135, 136, 137, 139, 140, 144, 145, 152

Produtividade de grãos 35, 118, 119, 120, 121, 125, 126, 127

Progênies 11, 72, 74, 75, 76

Pronasolos 43, 44

R

Rendimento 12, 5, 62, 65, 69, 73, 89, 111, 112, 113, 114, 115, 119, 128

Resistência de plantas 41, 42, 78, 85

S

Saccharum spp. 135, 136

SAF 147, 148, 149

Sementes Crioulas 93, 94, 95, 96, 98, 100, 101, 102, 103

Sensores Remotos 47, 49, 55, 61, 62

Silvicultura 147, 148

Sistema Agroflorestal 14, 147, 149

Soja 13, 26, 27, 28, 31, 34, 41, 80, 81, 119, 121, 123, 124, 125, 127, 128, 145, 152

Sustentabilidade 2, 9, 15, 20, 147, 148

T

Taxa de cobertura do solo 9, 11

Taxa Germinativa 106

Temperatura 12, 3, 17, 18, 19, 20, 30, 34, 35, 61, 63, 67, 68, 69, 74, 81, 89, 102, 105, 106, 107, 108, 109, 114, 138

Teor de Clorofila 112, 114

Transgenia 12, 93, 96, 98, 102, 103

U

Urochloa ruziziensis 13, 117, 118, 119, 121

V

Variabilidade genética 72





Vigna unguiculata 72, 73, 80

Z

Zea mays 9, 40, 41, 88, 93, 94, 96, 113, 118, 128





Resultados Econômicos e de Sustentabilidade nos Sistemas nas Ciências Agrárias

2

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Resultados Econômicos e de Sustentabilidade nos Sistemas nas Ciências Agrárias

2

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br