

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Fernando Freitas Pinto Júnior | Jonathas Araújo Lopes
(Organizadores)



CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Estudos sistemáticos e pesquisas avançadas 3


Atena
Editora
Ano 2023

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Fernando Freitas Pinto Júnior | Jonathas Araújo Lopes
(Organizadores)



CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Estudos sistemáticos e pesquisas avançadas 3


Atena
Editora
Ano 2023

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena

Editora



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

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

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

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

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
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. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
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 Alfenas

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Fernando Freitas Pinto Júnior
Jonathas Araújo Lopes

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
C569	<p>Ciências agrárias: estudos sistemáticos e pesquisas avançadas 3 / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Fernando Freitas Pinto Júnior, Jonathas Araújo Lopes. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0968-7 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.687231601</p> <p>1. Ciências agrárias. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Pinto Júnior, Fernando Freitas (Organizador). III. Lopes, Jonathas Araújo (Organizador). IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 630</p>
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

As correntes ideológicas que cercam o ambiente agrário têm promovido muitas discussões dentro do conceito de sustentabilidade e saúde humana, além de estudos acerca do uso de recursos da natureza e dos animais. Tendo em vista esse panorama atual, cada vez mais o estudo das Ciências Agrárias é visto como uma necessidade a fim de desencadear diálogo e novas visões que futuramente possam contribuir para com a humanidade.

Nesse sentido, diversos pesquisadores junto a órgãos de pesquisa nacionais e internacionais tem unido forças para contribuir no âmbito agrário, e assim possibilitar novas descobertas neste setor. Este estudo constante possibilita o surgimento de novas linhas de pesquisa, as quais podem desencadear soluções para entraves que afetam a produtividade na agropecuária.

Dessa forma, partindo dessa perspectiva de aprimorar o conhecimento por meio de pesquisas, o livro “Ciências Agrárias: Estudos sistemáticos e pesquisas avançadas 3” surge como uma ferramenta prática que apresenta estudos com temas variados aplicados em diferentes regiões, a fim de proporcionar novas visões, indagações e contribuir para o surgimento de possíveis soluções para problemáticas que afetam o cenário agrário atual.


Pensando nisso, o presente material contém 21 capítulos organizados em temas que variam de sustentabilidade a assuntos pertinentes à saúde animal, além de estudos voltados para uma maior produtividade no campo das grandes culturas.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Fernando Freitas Pinto Júnior
Jonathas Araújo Lopes

CAPÍTULO 1 1

ÁGUA NO SOLO E BALANÇO CATIONICO DO SOLO SOB CULTIVO DE GENÓTIPOS DE SOJA NO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA, PR

Rafael Domingues
 André Belmont Pereira
 Eduardo Fávero Caires

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316011>

CAPÍTULO 2 16

A IMPORTÂNCIA DA LEGISLAÇÃO DOS AGROTÓXICOS NO BRASIL: UM LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO


Gustavo Ravazzoli Fernandes
 Lucas Wickert
 Maria Fernanda Oliveira dos Reis Wickert
 Reginaldo Aparecido Trevisan Junior
 Vinicius Rogério Zwiezyński

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316012>

CAPÍTULO 3 21

AMAZÔNIA IRRIGADA: ABORDAGEM BIBLIOGRÁFICA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS E PLANEJAMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO DA IRRIGAÇÃO SUSTENTÁVEL


Douglas Lima Leitão
 Maria do Bom Conselho Lacerda Medeiros
 Lorena de Paula da Silva Maciel
 Caio Pereira Siqueira
 Laís Costa de Andrade
 Gisela Nascimento de Assunção
 Adriano Anastácio Cardoso Gomes
 Luciana da Silva Borges
 Pedro Daniel de Oliveira
 Joaquim Alves de Lima Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316013>

CAPÍTULO 4 38

AQUAPONIA

Anderson Rodrigo Cordeiro Dionisio
 Ana Carolina Maia Souza
 Breno Jorge Zeferino Monteiro
 Elaine Patrícia Zandonadi Haber
 Tercio Raphael de Oliveira Nonato


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316014>

CAPÍTULO 5 42

THE GREEN REVOLUTION AND THE PARTICULARITIES OF ITS ADOPTION IN BRAZIL

Jefferson Levy Espindola Dias

Cleonice Alexandre Le Bourlegat

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316015>

CAPÍTULO 669

BRUCELOSE ANIMAL: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Adriana Prazeres Paixão

Tânia Maria Duarte Silva

Herlane de Olinda Vieira Barros

Sara Ione da Silva Alves

Carla Janaina Rebouças Marques do Rosário

Amanda Mara Teles

Nancyleni Pinto Chaves Bezerra

Danilo Cutrim Bezerra

Viviane Correa Silva Coimbra


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316016>

CAPÍTULO 785

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE DANOS PARA *Spodoptera frugiperda* (J.E.SMITH) EM CULTURA DE MILHO CONVENCIONAL E TRANSGÊNICO

Renan de Oliveira Almeida

José Celso Martins

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316017>

CAPÍTULO 890

INFLUÊNCIA DA QUALIDADE DE REBOLOS NO PLANTIO MECANIZADO E FALHAS NA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR

Murilo Battistuzzi Martins


Aldir Carpes Marques Filho

Fernanda Scaranello Drudi

Jefferson Sandi

João Vitor Paulo Testa

Kléber Pereira Lanças

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316018>


CAPÍTULO 995

LEVANTAMENTO DE DOENÇAS BIÓTICAS EM ROSA DO DESERTO (*Adenium obesum*) Forssk. Roem

Carlos Wilson Ferreira Alves

Daiane Lopes de Oliveira

Solange Maria Bonaldo


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6872316019>

CAPÍTULO 10.....110

LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR NA AMAZÔNIA TOCANTINA

Glaucilene Veloso Costa


Lenize Mayane Silva Alves
 Silas Eduan Pompeu Amorim
 Taciele Raniere da Silva Nascimento
 Mariana Casari Parreira
 Melcleyre de Carvalho Cambraia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160110>

CAPÍTULO 11 116

LIXIVIAÇÃO DE HERBICIDAS APLICADOS EM PRÉ-EMERGÊNCIA EM SOLO COM COBERTURA VEGETAL


Beatriz Aparecida Blanco Gonsales
 Kamilla Ferreira Rezende
 Daniela Stival Machado
 Miriam Hiroko Inoue
 Ana Carolina Dias Guimarães
 Júlia Rodrigues Novais
 Gabriel Casagrande Castro
 Rafael Rodrigues Spindula Thomaz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160111>

CAPÍTULO 12..... 127

MANEJO MICROBIOLÓGICO DE TRIPES NA CULTURA SOJA


Emanuele Finatto Carlot
 Giovani Finatto Carlot
 Jenifer Filipini de Oliveira
 Thais Pollon Zanatta
 Daniela Meira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160112>

CAPÍTULO 13..... 135

MICROALGAS COMO MATÉRIA-PRIMA PARA BIOPRODUTOS


Alice Azevedo Lomeu
 Henrique Vieira de Mendonça

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160113>

CAPÍTULO 14..... 148

PROPAGAÇÃO DE CLADÓDIOS DE DIFERENTES COMPRIMENTOS DE DUAS ESPÉCIES DE PITAIAS

Fábio Oseias dos Reis Silva
 Renata Amato Moreira
 Ramon Ivo Soares Avelar
 Luiz Carlos Brandão Junior
 José Darlan Ramos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160114>


CAPÍTULO 15..... 154**PROPAGACIÓN POR VARETA DE LA HIGUERA (*Ficus carica* L.) EN BAJA CALIFORNIA SUR**

Loya Ramírez José Guadalupe
 Gregorio Lucero Vega
 Carlos Pérez Soto
 Beltrán Morales Félix Alfredo
 Ruiz Espinoza Francisco Higinio
 Zamora Salgado Sergio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160115>


CAPÍTULO 16..... 159**RECOMENDAÇÃO DE LÂMINAS DE FERTIRRIGAÇÃO PARA CULTURAS AGRÍCOLAS COM BIOFERTILIZANTE ORIUNDO DA DIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS DE SUÍNOS**

Júlia Camargo da Silva Mendonça Gomes
 Conan Ayade Salvador
 Everaldo Zonta
 Henrique Vieira de Mendonça

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160116>


CAPÍTULO 17..... 173**SISTEMA AGROINDUSTRIAL RAICILLA, EN MASCOTA, JALISCO: UN ACERCAMIENTO**

Abraham Villegas de Gante
 Miguel Angel Morales López

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160117>

CAPÍTULO 18..... 185**TEMPORAL VARIABILITY OF SOIL MECHANICAL RESISTANCE TO THE PENETRATION OF ROOTS OF AN ULTISOL**

Sidileide Santana Menezes
 Fabiane Pereira Machado Dias
 Ésio de Castro Paes
 Fagner Taiano dos Santos Silva
 João Rodrigo de Castro
 Rafaela Simão Abrahão Nóbrega
 Júlio César Azevedo Nóbrega

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160118>

CAPÍTULO 19..... 196**USO DE BLENDS DE PLANTAS MEDICINAIS NO TRATAMENTO ALTERNATIVO DO TABAGISMO**

Marina Santos Okuzono Marquês de Araújo
 Marcelo de Souza Silva
 Claudia Maria Bernava Aguillar


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160119>

CAPÍTULO 20202

USO DE MOTORES ELÉTRICOS EM SEMEADORAS E GANHO DE
PRODUTIVIDADE NA CULTURA DA SOJA

Airton Polon

Telmo Jorge Carneiro Amado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160120>


CAPÍTULO 21..... 213

VARIABILIDADE ESPACIAL DE ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM ÁREA DE
PLANTIO DIRETO NO CERRADO PIAUIENSE

Laércio Moura dos Santos Soares

Francisco Edinaldo Pinto Mousinho

Adeodato Ari Cavalcante Salviano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68723160121>

SOBRE OS ORGANIZADORES223

ÍNDICE REMISSIVO224

ÁGUA NO SOLO E BALANÇO CATIÔNICO DO SOLO SOB CULTIVO DE GENÓTIPOS DE SOJA NO MUNICÍPIO DE PONTA GROSSA, PR

Data de submissão: 06/11/2022

Data de aceite: 02/01/2023

Rafael Domingues

Doutorando - Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Estadual de Ponta Grossa
<http://lattes.cnpq.br/4253578080171005>

André Belmont Pereira

Professor Associado C - Dep. de Ciência do Solo e Engenharia Agrícola
Universidade Estadual de Ponta Grossa
<http://lattes.cnpq.br/7548805986719809>

Eduardo Fávero Caires

Professor Titular - Dep. de Ciência do Solo e Engenharia Agrícola
Universidade Estadual de Ponta Grossa
<http://lattes.cnpq.br/3850817367861711>

RESUMO: O controle da água no sistema solo-planta é de grande importância para assegurar a maximização da produção e a qualidade dos produtos agrícolas. A absorção de nutrientes minerais pelas plantas é significativamente condicionada pela umidade do solo, pois os nutrientes chegam às raízes por fluxo de massa e/ou difusão. O balanço catiônico do solo constitui fator de grande influência sobre a absorção de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K), podendo determinar os níveis

de produtividade primária das culturas. Sob a luz da hipótese de que a relação Ca:Mg mais adequada para as plantas depende do nível de água no solo, o presente capítulo de livro teve como objetivo estudar as inter-relações entre suprimento de água e o balanço catiônico no solo sobre as respostas biológicas de plantas de soja em ambiente protegido. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Estadual de Ponta Grossa. Os tratamentos foram constituídos por quatro níveis de água no solo definidos a partir do cálculo da evapotranspiração máxima da cultura (ET_m) e suas frações (60, 80, 100 e 120%), e quatro relações Ca:Mg no solo (1:1, 3:1, 6:1 e 9:1). O status de água no solo, com exceção da massa de mil grãos (MMG), afetou os componentes de rendimento dos genótipos de soja estudados. Os componentes de rendimento da cultivar IAC Foscarin-31 aumentaram em função do suprimento hídrico do solo. Sob o cultivo da cultivar BMX Zeus IPRO, os componentes de rendimento aumentaram linearmente em função da disponibilidade de água no solo. O balanço catiônico do solo influenciou a expressão dos componentes de rendimento da cultivar IAC Foscarin-31. O teor de Ca trocável no solo sob o cultivo das cultivares

IAC Foscarin-31 e BMX Zeus IPRO aumentou linearmente mediante a imposição dos tratamentos de balanço catiônico. A concentração de Mg trocável no solo sofreu uma redução quadrática sob as relações Ca:Mg no solo para ambas cultivares em estudo.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max* (L.) Merrill. Umidade do solo. Relação Ca:Mg. Produtividade de grãos.

SOIL WATER AND SOIL CATIONIC BALANCE UNDER CULTIVATION OF SOYBEAN GENOTYPES IN THE MUNICIPALITY OF PONTA GROSSA, PR

ABSTRACT: Water control in the plant-soil system comes to being of a great importance to assure maximum yields and improve grade quality. Uptake of mineral nutrients by the plants is significantly impinged upon soil water status, because macronutrients reach the roots by means of mass flux and diffusion processes. Soil cationic balance turns out to be a pivotal factor conditioning uptake of calcium (Ca), magnesium (Mg) and potassium (K) in such a way as to define the level of yield of several agricultural crops. In light of the hypothesis of Ca:Mg ratio at suitable levels hinging on soil water supply, the current research proposal has the aim of scrutinizing the inter-relationships between soil water supply and soil cationic balance on biological responses of soybean plants grown under protected environmental conditions. The experiment has been carried out in a greenhouse belonging to the State University of Ponta Grossa - UEPG. The treatments imposed in the study at issue were comprised by four soil water levels as a function of fractions of crop evapotranspiration (60, 80, 100, and 120% ET_m) plus four soil Ca:Mg ratios (1:1, 3:1, 6:1, and 9:1). Soil water levels, with exception of thousand grain weight (MMG), affected soybean yield components. Soybean yield components of IAC Foscarin-31 cultivar increased as function of soil water supply. For the BMX Zeus IPRO cultivar farming, yield components shower linear increases owing to soil water status. Soil cationic balance substantially affected yield components of IAC Foscarin-31 cultivar. Changeable calcium content in the soil for the IAC Foscarin-31 and BMX Zeus IPRO linearly enhanced as a function of soil cationic balance. Changeable magnesium concentration in the soil showed a quadratic reduction under soil Ca:Mg ratios for both genotypes.

KEYWORDS: *Glycine max* (L.) Merrill. Soil moisture. Ca:Mg ratio. Grain Yield.

INTRODUÇÃO

A quantidade de água utilizada em sistemas de produção irrigados visando a maior lucratividade depende da demanda hídrica e do manejo da cultura (Silva et al., 2012). O gerenciamento de água empregado em sistemas de produção agrícola exige o conhecimento das reais necessidades hídricas das espécies vegetais cultivadas em dada localidade climática (Santiago et al., 2016).

O teor relativo de água na planta é uma variável fisiológica muito importante a ser considerada em estudos ecofisiológicos e agrometeorológicos, com vistas à maximização da produção e a qualidade dos produtos agrícolas. O status de água na planta é condicionado pelas condições hídricas do solo e pela demanda evaporativa da atmosfera, afetando o acúmulo de matéria seca na planta, bem como o crescimento vegetativo da maioria das

culturas (Evangalista e Pereira, 2003; Aminifar et al., 2012).

A água extraída do solo pelas plantas é evaporada pelas folhas devido à influência direta ou indireta da demanda evaporativa da atmosfera (Fontana et al., 1992; Carlesso, 1995). A resposta à demanda evaporativa da atmosfera é controlada pelas condições meteorológicas locais e pela cultura (Carlesso, 1995). Além disso, a parte aérea das plantas afeta a absorção líquida de radiação, a temperatura e as propriedades aerodinâmicas do “dossel” (Robertson, 1991).

Em associação à irrigação, uma ótima fertilização do solo é de fundamental importância para a obtenção da melhor resposta agrícola, pois se água e nutrientes não forem bem manejados, as plantas poderão apresentar sintomas de deficiência hídrica e nutricional, comprometendo significativamente a expressão da produtividade das culturas (Morais et al., 2017).

A capacidade das plantas em obter quantidades suficientes de nutrientes para o seu desenvolvimento ideal não depende apenas da concentração e da forma em que o nutriente está disponível no meio de crescimento (Büll et al., 1998). A taxa de absorção de um nutriente pela planta depende dos cátions dissolvidos na solução do solo, os quais deverão entrar em equilíbrio dinâmico com os cátions do complexo de troca (Hernández, 1994).

Sob o ponto de vista agrônomo, a relação entre cálcio (Ca) e magnésio (Mg) é alvo de polêmica e controvérsias entre os cientistas (Salvador et al., 2011). Epstein (1975) afirma que há competição na absorção de Ca e Mg e que o excesso de um desses nutrientes inibe a absorção do outro. Segundo Rosolem et al (1984), esse desequilíbrio nutricional compromete o desenvolvimento das plantas. Entretanto, Holzschuh (2007) afirma que mesmo que se confirme a presença de interação entre os íons Ca^{+2} e Mg^{+2} , é necessário verificar se seus aspectos físicos e químicos podem afetar a disponibilidade destes cátions e, conseqüentemente, o rendimento das culturas em condições normais de cultivo a campo.

A cultura de soja (*Glycine max* L.) é alvo de destaque dentre as principais culturas agrícolas de maior importância agro-econômica no Brasil. O rendimento biológico de espécies vegetais cultivadas em solo sob condições hídricas, tanto adequadas como inadequadas, em conjugação com a disponibilidade de nutrientes, é dependente das condições meteorológicas locais (Farias et al., 2009). Assim, o presente trabalho teve como objetivo estudar e compreender as inter-relações existentes entre o suprimento de água e o balanço catiônico no solo sobre as respostas biológicas de plantas de soja cultivadas em ambiente protegido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido em uma casa de vegetação da Agronomia da Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG. As coordenadas geográficas da localidade

estudada são 25°5'40" de latitude sul e 50°9'48" de longitude oeste, apresentando altitude média de 956 m em relação ao nível do mar. O município de Ponta Grossa, segundo a classificação de Köppen e Geiger, apresenta clima do tipo Cfb.

Para avaliar o efeito de diferentes relações Ca:Mg no solo sobre a resposta biológica de soja, o solo foi submetido ao processo de incubação antes da semeadura. Assim, misturou-se o solo seco com os reagentes analíticos CaCO₃ (p.a.) e MgCO₃ (p.a.) para que as diferentes relações Ca:Mg impostas no experimento fossem adotadas.

Após as etapas de coleta, peneiramento e homogeneização do solo, uma amostra foi coletada para análise química e granulométrica (Tabela 1). A análise química foi realizada com o intuito de determinar as doses de CaCO₃ e MgCO₃ a serem misturadas no solo de acordo com a sua relação de Ca:Mg, bem como possibilitar o cálculo da quantidade de fertilizantes a ser aplicada.

pH (CaCl ₂)	H+Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	CTC _(pH 7,0)	
----- cmolc dm ⁻³ -----							
4,2	8,89	1,6	1,3	0,3	0,14	10,63	
P	C	MO	Areia	Silte	Argila	V	M
mg dm ⁻³	----- g dm ⁻³ -----		----- g kg ⁻¹ -----			----- % -----	
20,5	18,5	31,8	708,1	109,9	182,0	16	48

CTC_(pH 7,0) = capacidade de troca de cátions potencial; P = fósforo extraído com Melich-1); C = carbono (Walkley-Black); MO = matéria orgânica; V e m = saturação por bases e por alumínio, respectivamente.

Tabela 1. Atributos químicos e granulométricos do solo antes da instalação do experimento de soja. Ponta Grossa, PR.

Para que a incorporação dos reagentes analíticos assegurasse incubação do solo antes da implantação do experimento, adotou-se as seguintes proporções dos mesmos: a) relação 1:1 – 10,98 g de CaCO₃ e 12,78 g de MgCO₃; b) relação 3:1 – 19,31 g de CaCO₃ e 5,89 g de MgCO₃; c) relação 6:1 – 22,91 g de CaCO₃ e 2,76 g de MgCO₃; d) relação 9:1 – 24,30 g de CaCO₃ e 1,59 g de MgCO₃ para 9 kg de solo seco.

Após mistura dos reagentes analíticos no solo, o solo foi acondicionado nos vasos. Em seguida, os vasos foram irrigados até 80% da capacidade de vaso e mantido nessa umidade por um período de 60 dias por meio de pesagens diárias.

A irrigação foi realizada manualmente por intermédio de regadores com o intuito de mensurar os diferentes níveis de suprimento de água no solo. A variação de peso do volume de controle é diretamente proporcional à quantidade de água perdida para atmosfera do ambiente protegido sob o qual as plantas de soja se desenvolveram. Para que o suprimento de água no volume de controle seja adequado de modo a estabelecer a condição hídrica que possibilite a ocorrência da ETm, o conteúdo de água no solo deve estar próximo da ou na capacidade de vaso.

Os tratamentos de água no solo foram definidos a partir do conhecimento do uso consumptivo das culturas a serem estudadas (ETm). Assim, frações de ETm foram adotadas com vistas a avaliação do impacto de tratamentos de água e balanço catiônico do solo sobre as variáveis-resposta, as quais serão expressas pelos componentes de rendimento da soja.

A ETm pode ser determinada por gravimetria ou medidas evaporimétricas. Por gravimetria, a massa dos vasos foi obtida sob situação de suprimento adequado de água no solo (ou seja, conteúdo de água no solo próximo da ou na capacidade de vaso). Com o passar do tempo, o solo sai da capacidade de vaso em decorrência da demanda evaporativa da atmosfera vigente no ambiente protegido, sendo no final de dado período a massa do vaso pesada novamente. A diferença de massa do conjunto solo-planta entre o momento em que o solo atingiu a capacidade de vaso e o final do período estipulado a partir do qual o solo saiu da condição de capacidade de vaso corresponde a lâmina ideal de água a ser aplicada nos vasos – ETm. Os tratamentos de suprimento de água no solo são estabelecidos em função de diferentes frações de ETm, ou seja, 60%, 80%, 100% e 120% de ETm.

No final do ciclo de desenvolvimento das plantas de soja foram medidos os seguintes parâmetros biológicos da cultura em ambiente protegido: altura de planta, número de vagens por planta total e viáveis, massa de grãos por planta, e massa de 1000 grãos.

A altura de planta foi determinada medindo-se a distância vertical entre a superfície do solo e o ponto de inserção da última folha, fazendo-se uso de uma trena graduada. O número de vagens por planta (NVP) foi quantificado separando-se as vagens viáveis das não viáveis. Foi considerada como vagem viável aquela que produziu, pelo menos, um grão. Para a determinação de massa de grãos por plantas (MGP), avaliou-se o rendimento de grãos, em gramas, pesando-se a produção de cada planta semeada no vaso e obtendo-se uma média. A massa de mil grãos (MMG) foi obtida pela contagem de grãos por planta, com posterior determinação de sua massa e seguida pela conversão para um valor de massa correspondente a mil grãos.

No final do ciclo de desenvolvimento da cultura da soja, uma amostra de solo foi coletada em cada vaso com o intuito de caracterizar os atributos químicos do solo, com vistas à avaliação dos efeitos das alterações químicas do solo sob diferentes status de água sobre a absorção de Ca, Mg e K pelas plantas.

Os teores de Ca e de Mg trocáveis no solo foram extraídos com solução de KCl 1 mol L⁻¹. A determinação dos teores de Ca e Mg trocáveis foi realizada por meio de titulação com solução de EDTA 0,025N. As análises de Ca, Mg e K trocáveis no solo foram realizadas de acordo com os métodos descritos em Pavan *et al.* (1992).

Os dados experimentais coletados ao longo da estação de crescimento da soja foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F, considerando-se o delineamento em blocos ao acaso, no esquema fatorial 4 x 4 para cada genótipo. Para

verificar a normalidade das variâncias aplicou-se o teste de Shapiro-Wilk. Quando não constatada a normalidade dos dados, estes foram transformados pelo fator de transformação Box-Cox descrito pela equação 1. Nos casos de estatística F significativa ($P < 0,05$), os dados foram analisados por regressão para quantificar o efeito das quatro relações Ca:Mg no solo, bem como para verificar o impacto de diferentes níveis de suprimento de água no solo sobre as variáveis-resposta das culturas conduzidas em ambiente protegido. No caso de identificação de interações entre os fatores em estudo, tais interações foram desdobradas. As análises estatísticas foram realizadas através do emprego do software R (R Core Team, 2022).

$$Y_i(\lambda) = \begin{cases} \ln(X_i), & \text{se } \lambda = 0, \\ \frac{X_i^\lambda - 1}{\lambda}, & \text{se } \lambda \neq 0 \end{cases} \quad (1)$$

em que:

X_i = dados originais;

λ = parâmetro de transformação;

Y_i = valor transformado

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os vasos receberam a quantidade de água necessária para manter o conteúdo de água no solo na ou próximo da capacidade de vaso inicialmente, tendo sido a lâmina média total correspondente a 81,9 mm para a cultivar IAC-Foscarin-31 e 78,7 mm para a cultivar BMX Zeus IPRO durante este período. Após aplicação dos tratamentos de água nos seus diferentes níveis, cada vaso recebeu frações específicas da lâmina ideal de água de irrigação em conformidade com os tratamentos propostos. Os vasos com a cultivar IAC Foscarin-31 receberam as seguintes lâminas de irrigação: 566,48; 474,97; 380,53 e 284,39 mm, respectivamente, para 120, 100, 80 e 60% da ETm. Nos vasos com a cultivar BMX Zeus IPRO foram aplicadas para os quatro níveis de água no solo, considerando-se a ordem decrescente de fração da ETm, as lâminas totais de água de 442,09; 369,93; 294,03 e 220,05 mm, respectivamente.

A altura de plantas de soja da cultivar IAC Foscarin-31 foi afetada significativamente pelos níveis de água no solo e pelas relações Ca:Mg; entretanto, não foi observada interação entre esses dois fatores. Altura de plantas evidenciou tendência de incremento linear com o aumento do suprimento de água no solo (Figura 1). Os valores máximo e mínimo foram de 97,5 cm e 76,1 cm para os níveis de suprimento hídrico de 120% e 60% da ETm, respectivamente. No particular ao fator balanço de cátions no solo, a altura de plantas foi descrita por um modelo de regressão linear simples, com valores máximos e mínimos de 96,1 cm e 80,2 cm sob as proporções Ca:Mg 1:1 e 9:1, respectivamente (Figura 2).

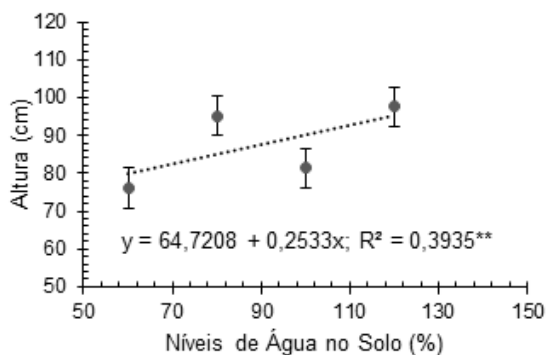


Figura 1 – Altura de plantas de soja da cultivar IAC Foscarin-31 em função dos níveis de água no solo sob condição de ambiente protegido. Ponta Grossa, PR. **: P < 0,01.

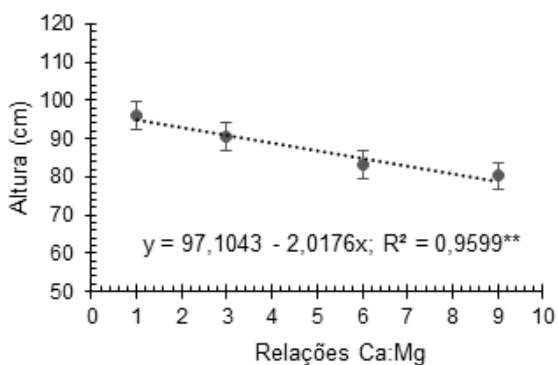


Figura 2 – Altura de plantas de soja da cultivar IAC Foscarin-31 em função das relações Ca:Mg sob condição de ambiente protegido. Ponta Grossa, PR. **: P < 0,01.

No que diz respeito à altura de plantas de soja da cultivar BMX Zeus IPRO, não se constatou efeito de relação Ca:Mg no solo, porém o status de água no solo afetou significativamente o desempenho fitotécnico do referido genótipo. Não foi observado efeito significativo da interação entre status de água no solo e relação Ca:Mg no solo. Considerando altura de plantas em função do suprimento hídrico no solo, o desempenho fitotécnico da cultivar BMX Zeus IPRO foi descrito por um modelo de regressão linear simples. Os valores máximo e mínimo foram de 55,9 cm e 47,1 cm para os níveis de umidade do solo de 120% e 60% da ETm, respectivamente (Figura 3).

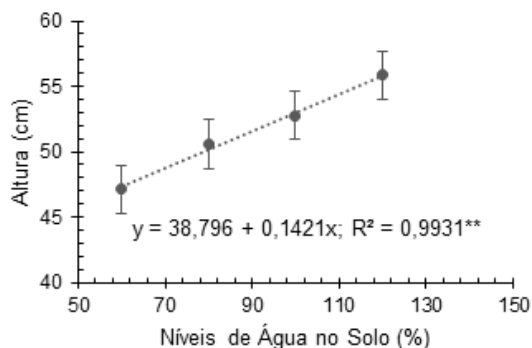


Figura 3 – Altura de plantas de soja, cultivar BMX Zeus IPRO, em função dos níveis de água no solo sob condição de ambiente protegido. Ponta Grossa, PR. **: $P < 0,01$.

O NVP total e viáveis de soja da cultivar IAC Foscarin-31 não foi condicionado pelo status de água no solo, porém foi governado pelo balanço catiônico do solo. Houve ainda interação entre os níveis de água no solo e as relações Ca:Mg no solo para NVP total e viáveis. A Figura 4 descreve o comportamento de NVP total e viáveis para cada balanço catiônico do solo dentro de diferentes níveis de água no solo. Um comportamento quadrático foi descrito sob a relação Ca:Mg 3:1 para NVP total e viáveis em decorrência de suprimento hídrico do solo, com valores máximos e mínimos correspondentes a 27,8 e 24,7 obtidos sob 100% da ETm e 17,8 e 16,3 sob 60% da ETm, respectivamente. Entretanto, nenhum significado agrônômico prático poderá ser evidenciado pela proposição de modelos de regressão de terceiro grau sob as proporções Ca:Mg 6:1, conforme ilustra a Figura 4.

Com relação ao fator suprimento de água no solo, apenas o nível 100% da ETm apresentou efeito significativo sobre NVP total e viáveis em função das proporções de Ca:Mg. Sob suprimento adequado de água no solo dado pela imposição do tratamento 100% da ETm, o NVP total e viáveis foi expresso por um modelo de regressão quadrático em função da relação Ca:Mg no solo, com valores máximos respectivamente de 31,3 e 28,0 sob balanço de cátions 1:1, e mínimos de 11,2 e 9,2 sob balanço de cátions 6:1 (Figura 5).

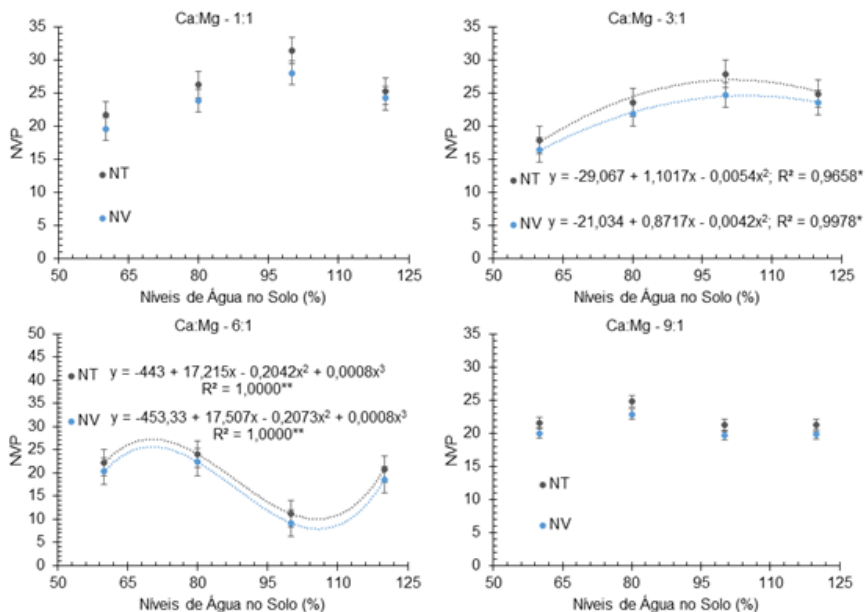


Figura 4 – Número de vagens por planta total e viáveis de soja da cultivar IAC Foscarin-31 em função de suprimento de água no solo para cada relação Ca:Mg no solo em ambiente protegido sob as condições climáticas locais. NT: Número de vagens total. NV: Número de vagens viáveis. Ponta Grossa, PR.

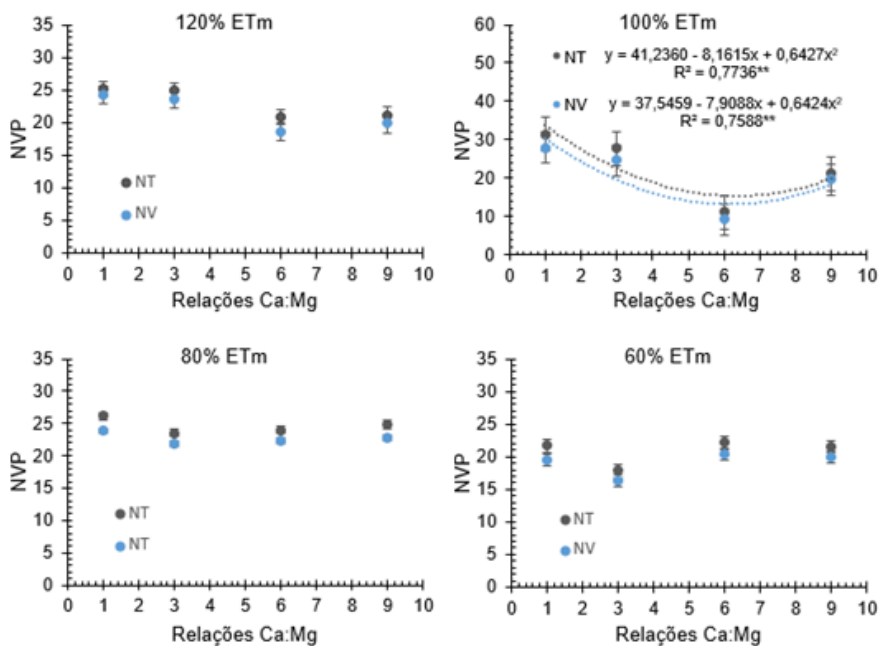


Figura 5 – Número de vagens por planta total e viáveis de soja da cultivar IAC Foscarin-31 em função de diferentes relações Ca:Mg do solo para cada nível de suprimento de água no solo em ambiente protegido sob as condições climáticas locais. NT: Número de vagens total. NV: Número de vagens viáveis. Ponta Grossa, PR.

Para a cultivar BMX Zeus IPRO, o NVP total e viáveis de plantas de soja não foi significativamente afetado pela relação Ca:Mg no solo. Sob o efeito do suprimento de água no solo, as plantas demonstraram incremento linear destas variáveis-resposta, conforme ilustra a Figura 6. Os maiores valores de NVP total e viáveis foram de 28,1 e 26,6 sob 120% da ETm, respectivamente, ao passo que os menores valores de NVP total e viáveis foram de 20,3 e 18,9 sob 60% da ETm, respectivamente.

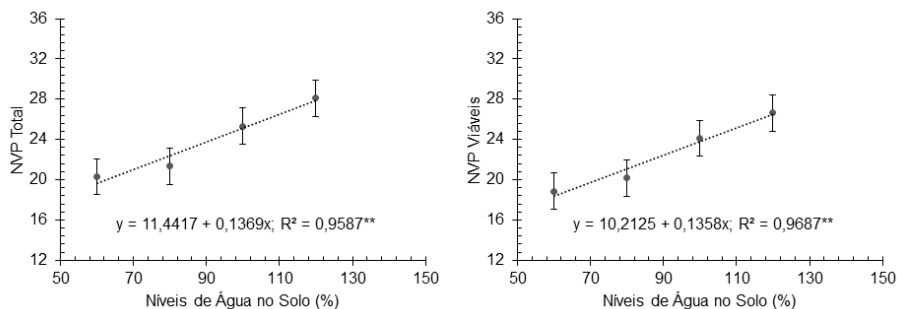


Figura 6 – Número de vagens por planta de soja da cultivar BMX Zeus IPRO em função dos níveis de água no solo sob condição de ambiente protegido. Ponta Grossa, PR. **: P < 0,01.

A MGP da cultivar IAC Foscarin-31 foi influenciada consideravelmente por status de água no solo e balanço catiônico do solo. Também houve interação entre os fatores água e relação Ca:Mg no solo. Os valores de MGP para a relação Ca:Mg 3:1 apresentaram um aumento linear em função do incremento da umidade do solo. Sob as relações Ca:Mg 1:1, 6:1 e 9:1, MGP não foi afetada por suprimento de água no solo (Figura 7).

Constatou-se que a MGP sofreu impacto da imposição de diferentes relações Ca:Mg no solo sob os tratamentos 120% e 100% da ETm (Figura 8). Sob o nível de suprimento hídrico de 120% da ETm, a MGP foi descrita por um modelo de regressão de terceiro grau em função do balanço catiônico, com valor máximo de 10,33 g para a relação Ca:Mg 3:1 e valor mínimo de 6,21 para a relação Ca:Mg 6:1. Sob status de água no solo de 100% da ETm, a MGP apresentou um comportamento quadrático em função do balanço de cátions, com valores máximo e mínimo de 9,65 g e 3,49 g, sob balanço de cátions de 1:1 e 6:1, respectivamente.

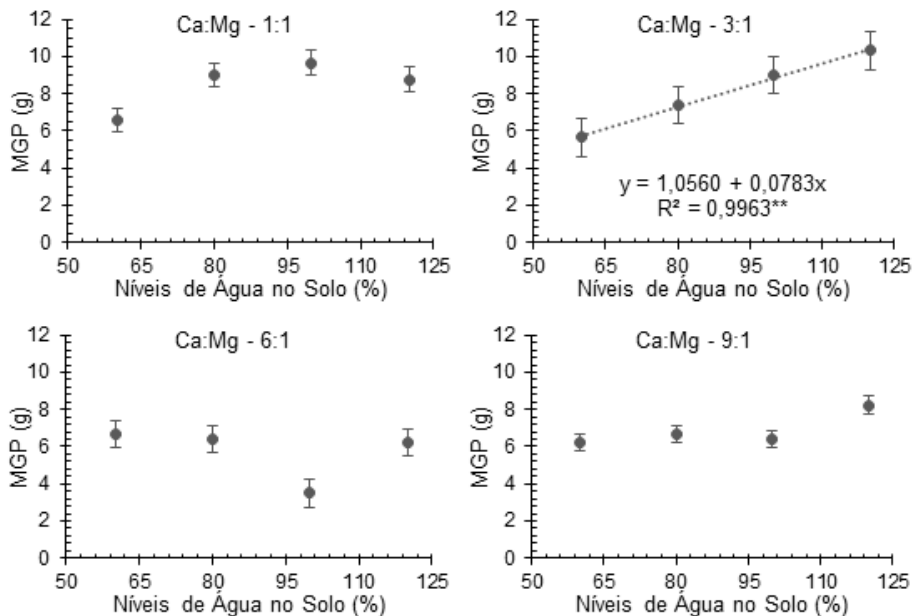


Figura 7 – Massa de grãos por planta de soja da cultivar IAC Foscarin-31 em função de diferentes níveis de água no solo para cada relação Ca:Mg, sob condições climáticas de ambiente protegido. Ponta Grossa, PR. **: $P < 0,01$.

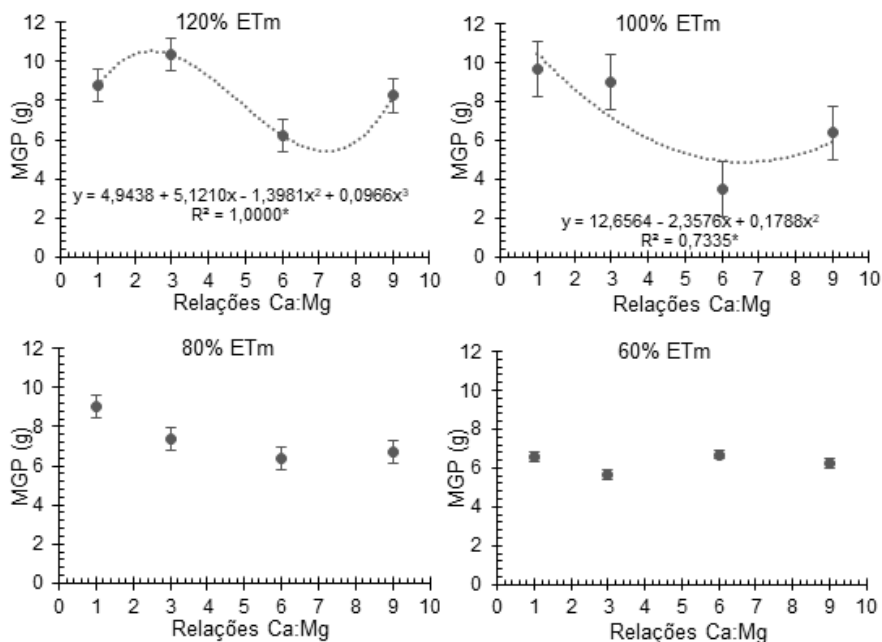


Figura 8 – Massa de grãos planta de soja da cultivar IAC Foscarin-31 em função de diferentes relações Ca:Mg do solo para cada nível de água no solo, sob condições climáticas de ambiente protegido. Ponta Grossa, PR. *: $P < 0,05$.

A MGP da cultivar BMX Zeus IPRO não foi afetada pelo balanço catiônico, porém essa variável apresentou incremento linear de acordo com o crescente suprimento hídrico do solo (Figura 9). Efeito de interação entre suprimento de água e relação Ca:Mg no solo não foi detectado na cultivar BMX Zeus IPRO sobre a MGP de plantas de soja. Os valores máximos e mínimos de MGP foram de 12,13 g e 8,17 g para 120% e 60% da ETm, respectivamente.

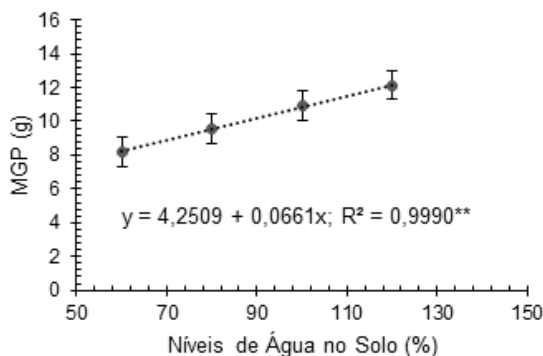


Figura 9 – Massa de grãos por planta de soja da cultivar BMX Zeus IPRO em função dos níveis de água no solo sob condição de ambiente protegido. Ponta Grossa, PR. **: P < 0,01.

Não houve diferença significativa para a MMG quanto ao nível de água no solo e às relações Ca:Mg para as cultivares IAC Foscarin-31 e BMX Zeus IPRO (Tabelas 2 e 3). Os valores médios de MMG foram de 157,91 g e 208,70 g para IAC Foscarin-31 e BMX Zeus IPRO, respectivamente.

Os teores de Ca trocável no solo após o cultivo da soja não foram afetados pelo status de água no solo. Entretanto, essa variável-resposta foi significativamente condicionada pelo balanço de cátions, tanto para a cultivar IAC Foscarin-31 como para a cultivar BMX Zeus IPRO. Um incremento linear de Ca trocável no solo foi observado em função do aumento da relação Ca:Mg no solo após o cultivo do genótipo IAC Foscarin-31, com valores oscilando entre 4,32 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ sob a proporção Ca:Mg 1:1 e 5,24 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ sob a proporção Ca:Mg 9:1 (Figura 10). Da mesma forma, após o cultivo do genótipo BMX Zeus IPRO, os teores de Ca trocável foram descritos por um modelo de regressão linear simples, com valores máximo e mínimo de 5,17 e 4,53 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ para as proporções Ca:Mg 9:1 e 1:1, respectivamente (Figura 10). Esse resultado pode estar relacionado ao incremento do Ca obtido em função do aumento de CaCO_3 e da redução de MgCO_3 aplicados no solo, respectivamente.

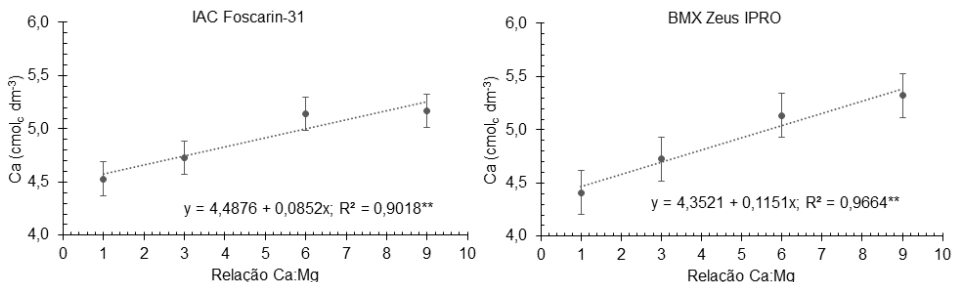


Figura 10 – Teores de Ca trocável no solo após o cultivo de soja das cultivares IAC Foscarin-31 e BMX Zeus IPRO em função das relações Ca:Mg sob condição de ambiente protegido. Ponta Grossa, PR. **: P < 0,01.

Os teores de Mg trocável do solo não foram influenciados por status de água no solo e o comportamento do referido nutriente foi descrito por um modelo quadrático em função das relações Ca:Mg no solo, tanto após o cultivo do genótipo IAC Foscarin-31 (Figura 11) como após o cultivo do genótipo BMX Zeus IPRO (Figura 11). Os teores de Mg trocável oscilaram de 0,43 a 1,22 cmol_c dm⁻³ sob as relações Ca:Mg 9:1 e 1:1, respectivamente, após cultivo da cultivar IAC Foscarin-31. Para a cultivar BMX Zeus IPRO, após o seu cultivo, os teores de Mg trocável variaram de 0,33 a 1,21 cmol_c dm⁻³ sob as relações Ca:Mg 9:1 e 1:1, respectivamente. Similarmente ao observado para o Ca trocável, a redução da concentração de Mg no solo pode ser atribuída ao incremento da quantidade de CaCO₃ em detrimento do MgCO₃ no solo.

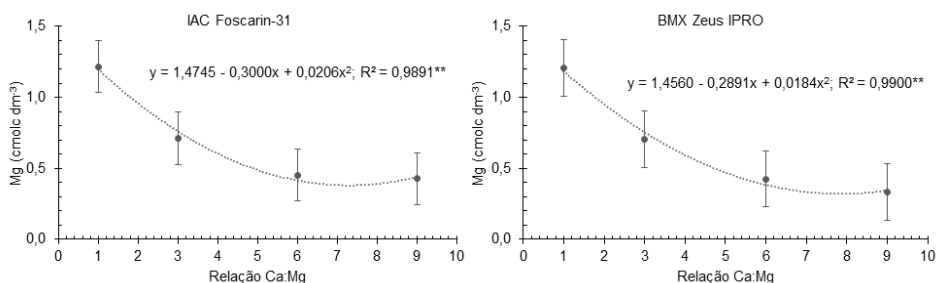


Figura 11 – Teores de Mg trocável no solo após o cultivo de soja das cultivares IAC Foscarin-31 e BMX Zeus IPRO em função das relações Ca:Mg sob condição de ambiente protegido. Ponta Grossa, PR. **: P < 0,01.

CONCLUSÕES

Maiores níveis de suprimento hídrico no solo propiciaram melhor desempenho fitotécnico dos genótipos de soja IAC Foscarin-31 e BMX Zeus IPRO. A resposta biológica da cultivar de soja IAC Foscarin-31 foi condicionada pelo balanço catiônico do solo.

A altura de plantas aumentou linearmente à medida que maiores quantidades de

água eram aplicadas ao solo ao longo do período de cultivo para ambos genótipos de soja: IAC Foscarin-31 e BMX Zeus IPRO.

O NVP total e o NVP viáveis de plantas da cultivar de soja IAC Foscarin-31 sob a relação Ca:Mg do solo 3:1 aumentaram segundo modelo quadrático em função do suprimento de água no solo. Sob as proporções Ca:Mg do solo, o NVP total e o NVP viáveis de plantas de soja cv. IAC Foscarin-31 em função do nível de água no solo de 100% ETm foi descrito por um modelo de regressão quadrático.

A MGP de soja cv. IAC Foscarin-31 sob a relação Ca:Mg 3:1 aumentou linearmente em função do status de água no solo. Em função do balanço catiônico do solo, a MGP de soja cv. IAC Foscarin-31 sob nível de água no solo de 100% ETm apresentou resposta descrita por um modelo de regressão quadrático.

NVP total e NVP viáveis, NGP e MGP das cultivares de soja BMX Zeus IPRO evidenciaram incremento linear sob os níveis de água no solo.

AMMG dos genótipos de soja IAC Foscarin-31 e BMX Zeus IPRO não foi condicionada por status de água do solo e balanço catiônico do solo. Esse resultado demonstra que essa variável-resposta pode estar relacionado com as características dos materiais genéticos cultivados.

O aumento linear do Ca trocável do solo sob o cultivo dos genótipos de soja IAC Foscarin-31 e BMX Zeus IPRO foi governado pelo incremento das proporções Ca:Mg do solo. O Mg trocável sob ambas cultivares sofreu redução quadrática em função das relações Ca:Mg do solo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos alunos Gabriel Vaz Pezzini e Makissuel Correia Borgo pela condução do experimento, a CAPES, CNPQ e Fundação Araucária pela concessão de bolsas de pesquisa para a realização dessa contribuição científica.

REFERÊNCIAS

AMINIFAR, J.; MOHSENBADI, G. H.; BIGLOUEI, M. H.; SAMIEZADEH, H. Effect of deficit irrigation on yield, yield components and phenology of soybean cultivars in Rasht region. **International Journal of AgriScience**, v. 2, n. 2, p. 185-191, 2012.

BÜLL, L. T.; VILLAS BÔAS, R. L.; NAKAGAWA J. Variações no balanço catiônico do solo induzidas pela adubação potássica e efeitos na cultura do alho vernalizado. **Scientia Agricola**, v. 55, n. 3, p. 456-464, 1998.

CARLESSO, R. Absorção de água pelas plantas: Água disponível versus extraível e a produtividade das culturas. **Ciência Rural**, v. 25, n. 1, p. 183-188, 1995.

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas**: princípios e perspectivas. São Paulo: EDUSP, 1975. 341 p.

EVANGELISTA, A. W. P.; PEREIRA, G. M. Avaliação de dois tipos de evaporímetros na estimativa da demanda evaporativa do ar (ET) no interior de casa de vegetação, em Lavras – MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 6, p. 1348-1353, 2003.

FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L. Soja. In: MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos Cultivos**: O fator meteorológico na produção agrícola. 1. ed. Brasília: INMET, 2009. p. 263-277.

FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A.; BERGAMASCHI, H. Alterações micrometeorológicas na cultura da soja submetida a diferentes regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 5, p. 661-669, 1992.

HERNÁNDEZ, R. J. M. **Efeito da saturação por bases, relações Ca:Mg no solo e nível de fósforo sobre a produção de matéria seca e nutrição mineral do milho (*Zea mays* L.)**. 1994. 134 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz – USP, Piracicaba, 1994.

HOLZSCHUH, M. J. **Eficiência de calcário calcítico e dolomítico na correção da acidez de solos sob plantio direto**. 2007. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, 2007.

MORAIS, W. A.; CUNHA, F. N.; SOARES, F. A. L.; TEIXEIRA, M. B.; SILVA, N. F.; COSTA, C. T. S. Avaliação das características de produção do feijoeiro submetidos a variações de lâminas de irrigação e doses de adubação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 3, p. 1389-1397, 2017.

PAVAN, M. A.; BLOCH, M. F.; ZEMPULSKI, H. C.; MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D. C. **Manual de análise química de solo e controle de qualidade**. Londrina: IAPAR, 1992. 39 p. (IAPAR. Circular, 76).

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <https://www.R-project.org>. Acesso em: 16 set. 2022.

ROBERTSON, M. J. **Water extraction by field-grown grain sorghum. St. Lucia, Queensland. (PhD Thesis)** – The University of Queensland, Australia, 1991.

ROSOLEM, C. A.; MACHADO, J. K.; BRINHOLI, O. Efeito das relações Ca/Mg, Ca/K e Mg/K do solo na produção de sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 19, n. 12, p. 1443-1448, 1984.

SALVADOR, J. T.; CARVALHO, T. C.; LUCCHESI, L. A. C. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. **Revista Acadêmica**, v. 9, n. 1, p. 27-32, 2011.

SANTIAGO, E. J. P.; OLIVEIRA, V. E. A.; SILVA, R. R.; GONÇALVES, I. S.; OLIVEIRA, G. M. de. Ajuste da equação de Hargreaves e Samani a partir de dados lisimétricos para o município de Juazeiro-BA. **Irriga**, v. 1, n. 1. p. 108-114, 2016. Edição Especial Irriga & Inovagri.

SILVA, T. G. F.; MOURA, M. S. B.; ZOLNIER, S.; SOARES, J. M.; VIEIRA, V. J. S.; GOMES JÚNIOR, W. F. Requerimento hídrico e coeficiente de cultura da cana-de-açúcar irrigada no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 1, p. 64-71, 2012.

A IMPORTÂNCIA DA LEGISLAÇÃO DOS AGROTÓXICOS NO BRASIL: UM LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Data de aceite: 02/01/2023

Gustavo Ravazzoli Fernandes

Centro Universitário Assis Gurgacz – FAG

Lucas Wickert

Centro Universitário Assis Gurgacz – FAG

**Maria Fernanda Oliveira dos Reis
Wickert**

Centro Universitário Assis Gurgacz – FAG

Reginaldo Aparecido Trevisan Junior

Centro Universitário Assis Gurgacz – FAG

Vinicius Rogério Zwieszynski

Centro Universitário Assis Gurgacz – FAG

RESUMO: O objetivo do trabalho é esclarecer a importância do uso correto dos agrotóxicos e seu aumento cada ano mais no meio agropecuário. Com isso existindo a possibilidade de se conceber um processo agrícola que façam um menor uso possível de agrotóxicos, parece uma ideia muito distante da realidade, visto que as empresas afirmam cada vez mais, os seus produtos ganham delineações de proporcionalidades éticas crescentes. A Lei nº 7.902 de julho de 1989, e o Decreto nº 4.074 de 4 de janeiro de 2002, com o objetivo de compor as delimitações, deveres, direitos e práticas na

comercialização de agrotóxicos no Brasil. O trabalho aqui apresentado foi desenvolvido na região centro oeste do estado do Paraná, no município de Cascavel, pelo Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz – FAG. Tratando-se de uma pesquisa de levantamento bibliográfico, usando a técnica de observação direta em cima de outros artigos. Conclui-se que mesmo com a legislação brasileira Lei nº 7.802 de 11 de julho de 1989, e o Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, mostrando um gigantesco campo de atuação, ainda assim se torna preocupante a situação do mercado de agrotóxicos no Brasil, fazendo-se que tenha mais aplicabilidade nesse setor. A taxa de intoxicação no Brasil só cresce além de problemas com a poluição ambiental, com isso precisamos colocar em prática as Leis que regem nosso país em questão do agrotóxicos.

PALAVRAS-CHAVE: Controle, pragas, doenças, Leis.

1 | DESENVOLVIMENTO

Os agrotóxicos sempre foram utilizados desde de antigamente, com o mesmo objetivo de controlar pragas e doenças no meio Agrícola e aumentar

a produtividade. Logo após a segunda Guerra mundial buscando elevar a produção de alimentos para o mundo, ocorreu a necessidade de buscar produtos com mais eficiência. No Brasil os químicos utilizados para o controle de pragas no campo obtiveram uma legislação específica em 1989, Lei Federal nº 7.802, e seu Decreto nº 4074 de 04/01/2002, que define os agrotóxicos e afins como produtos e elementos químicos, físicos ou biológicos, que se remetem ao uso nos setores de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas nas pastagens, proteção florestais nativas ou implantadas e em outros ecossistemas, cujo o propósito seja alterar a composição da fauna e flora, com o intuito de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos. (BRASIL, 1989).

As vantagens observadas com o uso dos agrotóxicos citamos o controle eficaz de pragas e doenças e de outros elementos nocivos às plantações, que buscam aumentar a produção de alimentos (VIGNA, 2010). No qual atualmente, os agrotóxicos mais utilizados na agricultura são os organofosforados e carbamatos, pois devido a sua característica de ser um inibidor da enzima acetilcolinesterase no sistema nervoso, apresentam uma grande eficiência como inseticida (VEIGA et al., 2006)

O decreto nº 4.074/02 introduz uma modificação no sistema de registro que passa a adequar a legislação nacional ao Mercosul e traz a celeridade ao processo de obtenção de registro, esse registro processa-se por meio da comparação entre características físico-químicas de um produto já registrado com as do candidato a equivalência, antes do decreto nº 4.074, empresas interessadas em produzir agrotóxicos com patentes vencidas só registravam seus produtos por bibliografia (PELAEZ et al., 2010).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (2012), em 2008 o Brasil ficou em primeiro lugar no ranking de maior consumidor de agrotóxico do mundo, no qual a exposição humana aos agrotóxicos tem se configurado um sério problema de saúde pública. Segundo Torres e Nunes (2012) mais de 8 mil casos foram registrados, sobre intoxicação por agrotóxicos entre trabalhadores do meio rural, além de ter um elevado crescimento em pessoas do sexo feminino. Os sintomas por contaminação quase sempre são os mesmos, como dor de cabeça, tontura, náuseas, falta de motivação, cansaço, e com isso esses efeitos são cumulativos, ou seja, com o passar do tempo os problemas de saúde podem piorar provocar danos piores na saúde humana (ANVISA, 2011).

Em 2006, criaram o Decreto nº 5.981/06 no qual busca simplificar o processo de avaliação por meio de três fases, a primeira diz respeito a apresentação de laudos técnico-científicos dos processos físico-químico e dos processos de síntese que se caso o produto apresente desvios além do permitido passa-se para a segunda fase, nesta realizam avaliações quanto a toxicidade aguda e mutagenicidade dos produtos técnicos, se os resultados deste se diferirem do produto de referência registrado, passa-se pela Terceira fase, pelo qual são realizados testes de toxicidade crônica (PELAEZ et al., 2010)

Na Lei nº 7.082/89, prevê que quando as organizações internacionais responsáveis pela saúde, alimentação ou meio ambiente, das quais o Brasil seja membro integrante

ou signatário de acordos e convênios, alertarem para riscos ou desaconselharem o uso de agrotóxicos, seus componentes e afins, caberá à autoridade competente tomar as providências, sob pena de responsabilidade (SOUZA, 2017).

2 | METODOLOGIA

A metodologia utilizada na realização deste trabalho teve como base na a revisão bibliográfica nos artigos científicos relacionados a lei dos agrotóxicos. Foram utilizados textos que buscavam ter um melhor esclarecimento sobre o assunto que é o objetivo do trabalho, regulamentação dos agrotóxicos, registros, mal usos deles, receituário, problemas que podem causar.

3 | DISCUSSÃO

A Lei 7.802/89 é a lei que define as regras de utilização dos agrotóxicos no Brasil, a lei define normas mais rigorosas para que ocorra o registro de novos agrotóxicos, os novos agrotóxicos devem passar por aprovação do Ministério da Agricultura, Ministério da Saúde e Ministério do meio ambiente, fazendo com que os novos agrotóxicos que forem registrados deveriam se provar mais seguros no âmbito da saúde e do meio ambiente, e ainda terem efeito comprovado no âmbito agrícola, a lei também proibia que novos registros ocorressem se o agrotóxico se mostrasse mais tóxicos que produtos semelhantes já registrados, tendo então de apresentarem toxicidade igual ou menor que os produtos já registrados, (BRASIL, 1989). Segundo Pelaez (2010), em sua análise sobre a lei dos Agrotóxicos e sobre o argumento que essa regulamentação mais rígida atrapalha a entrada de empresas pequenas que poderiam promover concorrência e redução de preços dos agrotóxicos, concluíram que esse argumento é não tem fundamento, uma vez que as pequenas empresas classificadas com especializadas, encontram maiores barreiras para entrarem no mercado, além da legislação, uma vez que flexibilizada a lei ambas empresas seriam beneficiadas, e que possibilitaria até maior avanço por parte das grandes indústrias pois essas tem maior acesso a matéria prima.

Para Begnini e Taveira (2014) mesmo com a legislação que temos ainda ocorre muitos casos de intoxicação com agrotóxicos, isso se deve principalmente ao mal uso dos agrotóxicos, a falta de uso do EPI durante a manipulação e aplicação causa um grande número de intoxicações, sendo assim além de se ter uma legislação forte é necessário ter conscientização e treinamento sobre os cuidados e os equipamentos necessário para o adequado manejo com os defensivos, visando reduzir a exposição das pessoas, ainda segundo esses autores, na região sudoeste do Paraná a principal faixa etária em que ocorre intoxicações é a de 20 à 39 anos, por ser a faixa em que se encontra o maior número de pessoas trabalhando na zona rural.

Segundo Souza (2017) houve avanços na legislação, porém problemas como

receituário feito de maneira errada, preções feitos por entidades do setor e da indústria além de pouca fiscalização contribuem para que ocorra ainda diversos problemas e acidentes com o uso de agrotóxicos no Brasil.

Segundo Vieira *et al.* (2017) ao analisar a água de mananciais no sudoeste do Paraná constatou a presença de oito agrotóxicos diferentes, porém destes oito nenhum ultrapassava os limites impostos pela legislação brasileira, porém ao se comparar a legislação europeia constatou que um princípio ativo, a atrazina, estava acima do limites para os países do bloco, com isso é possível observar que a legislações são diferente de um país para outro, o que é contaminação para um pode estar dentro dos limites para outro, isso pode acarretar em sanções futuras, com isso a pesquisa deve ser constante para observar se aqueles resíduos que antes eram aceitos e que se sabiam não acarretar problemas hoje podem estar causando problemas. Para Freitas e Regino (2020) a legislação da Europa é muito mais rígida com os limites de agrotóxico em sua água se comparada com a do Brasil, e isso se deve, segundo o autor, pelo fato do Brasil ser um país agroexportador e assim tolera limites mais altos para alcançar produções maiores

Barbosa e Vasconcelos (2018) apontam outro problema que é o contrabando de agrotóxicos sem registro para o Brasil, quem pratica esse delito está sujeito a cadeia e a multa. O uso de agrotóxicos contrabandeados possibilita que ocorra contaminação do meio ambiente e de pessoas, além de ter a possibilidade de destruir lavouras, pois como se trata de produtos em que não ocorre fiscalização, as pessoa que compra muitas vezes não sabe o que está comprando, além do que ao comprar um produto legal existe um técnico assinando com responsável e auxiliando o produtor, já quando o produtor opta por utilizar produtos contrabandeados ele não tem nenhuma assistência, isso faz com que as chances de problemas como intoxicação e poluição ambiental sejam potencializadas. O contrabando é muito praticado pois possibilita o comercio de produtos mais baratos e faz com que alguns produtores veem nisso uma forma de reduzir seu custo de produção.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que mesmo com a legislação brasileira Lei nº 7.802 de 11 de julho de 1989, e o Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, mostrando um gigantesco campo de atuação, ainda assim se torna preocupante a situação do mercado de agrotóxicos no Brasil, fazendo-se que tenha mais aplicabilidade nesse setor. A taxa de intoxicação no Brasil só cresce além de problemas com a poluição ambiental, com isso precisamos colocar em pratica as Leis que regem nosso país em questão do agrotóxicos.

REFERÊNCIAS

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Seminário volta a Discutir Mercado de Agrotóxicos em 2012, Brasília; 2012. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>> Acesso em: 01 mai. 2022.

ANVISA. **Cartilha sobre agrotóxicos**: série trilhas do campo. Brasília, 2011.

BARBOSA, A. A.; VASCONCELOS, P. E. A. Os impactos do uso de agrotóxicos e as consequências na sociedade e na legislação brasileira. **Revista Jurídica de Direito, Sociedade e Justiça/ RJDSJ**, v. 6, n.1, p. 331-333, 2018.

BEGNINI, S.; TAVEIRA, A. V. A. Agrotóxicos agrícolas: do uso às intoxicações. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 5, n. 2, p. 86-95, 2014.

BRASIL (1989). **Lei 7802, de 11 de julho de 1989. Diário Oficial da União, República Federativa do Brasil, Brasília, 12/07/1989**. URL: <http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/>>. Acesso em: 01 de Maio de 2022.

FREITAS, A. D.; REGINO J. E. B. A legislação para a quantidade permitida de agrotóxicos na água: os casos do Brasil e da União Europeia. **Informe Econômico (UFPI)**, v. 41, n. 2, p. 131-146, 2020.

PELAEZ, V.; TERRA, F. H. B; SILVA, L. R. A regulamentação dos agrotóxicos no Brasil: entre o poder de mercado e a defesa da saúde e do meio ambiente. **Revista de Economia UFPR**, v. 36, n. 1, p. 27-48, 2010.

SOUZA, L. C. Análise da legislação sobre agrotóxicos no Brasil: regulação ou desregulação do controle de uso? . **Revista jurídica ESMP-SP**, v. 11, p. 41-74, 2017.

TORRES, R.; NUNES, R.. **Brasil teve 8 mil casos de intoxicações por agrotóxicos em 2011**. Câmara dos Deputados, Câmara Notícias, Saúde, Brasília, 2012.

VEIGA, M. M.; SILVA, D. M.; VEIGA, L. B. E.; FARIA, M. V. C. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do sudeste do Brasil. **Cad. Saúde Pública**. 2006.

VIEIRA, M. G.; STEINKE, G.; ARIAS, J. L. O.; PRIMEL, E. G.; CAVRERA, L. C. C. Avaliação da contaminação por agrotóxicos em mananciais de municípios da região sudoeste do paraná. **Revista Virtual Quim**, v. 9, n. 5, 1800-1812, 2017.

VIGNA, C. R. M. Aplicação de Polissiloxanos Imobilizados sobre Sílica como Fase Estacionária e como Sorvente na Determinação de Agrotóxicos em Água e Caldo de Cana. 2010.137 f. Tese (Doutorado em Química). Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química, Campinas-SP, 2010.

AMAZÔNIA IRRIGADA: ABORDAGEM BIBLIOGRÁFICA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS E PLANEJAMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO DA IRRIGAÇÃO SUSTENTÁVEL

Data de aceite: 02/01/2023

Douglas Lima Leitão

Universidade Federal Rural da Amazônia
– UFRA, Capanema, Pará
<http://lattes.cnpq.br/1586718832436738>

Maria do Bom Conselho Lacerda Medeiros

Universidade Federal Rural da Amazônia
– UFRA, Capanema, Pará
<http://lattes.cnpq.br/4581189119190265>

Lorena de Paula da Silva Maciel

Universidade Federal Rural da Amazônia
– UFRA, Capanema, Pará
<http://lattes.cnpq.br/5084238710141301>

Caio Pereira Siqueira

Universidade Federal Rural da Amazônia
– UFRA, Capanema, Pará
<http://lattes.cnpq.br/7280121542510284>

Láís Costa de Andrade

Universidade Federal Rural da Amazônia
– UFRA, Capanema, Pará
<http://lattes.cnpq.br/6112519048674563>

Gisela Nascimento de Assunção

Universidade Federal Rural da Amazônia
– UFRA, Capanema, Pará
<http://lattes.cnpq.br/4016301031602522>

Adriano Anastácio Cardoso Gomes

Universidade Federal Rural da Amazônia
– UFRA, Belém, Pará
<http://lattes.cnpq.br/7123374514462845>

Luciana da Silva Borges

Universidade Federal Rural da Amazônia
– UFRA, Paragominas, Pará
<http://lattes.cnpq.br/4533722536181534>

Pedro Daniel de Oliveira

Universidade Federal Rural da Amazônia
– UFRA, Capanema, Pará
<http://lattes.cnpq.br/4608365344318971>

Joaquim Alves de Lima Júnior

Universidade Federal Rural da Amazônia
– UFRA, Capanema, Pará
<http://lattes.cnpq.br/0293681239695977>

RESUMO: A irrigação na região amazônica, visando o planejamento da atividade irrigatória dentro dos principais estados que complementam a Amazônia, tendo como ponto de partida uma análise da qualidade da água disponível e irrigação por aspersão em relação a irrigação nas culturas cultivadas. E em conformidade a isso, também há uma visão de como este método de atividade agrícola impacta as produções

e o ambiente como um todo, partindo de práticas convencionais para um modelo sustentável da irrigação na região. Neste caso, o objetivo do estudo foi abordar uma revisão sobre o cenário da irrigação na região Amazônica, assim como contribuir para a valorização desse setor de produção com novas técnicas e práticas desenvolvidas. Em síntese, a irrigação na Amazônia possui diversos fatores que são contribuintes para a produção agrícola e desenvolvimento das áreas de cultivo, favorecendo uma eficiência no uso do solo e produção agrícola. Contudo, o desenvolvimento sustentável na Amazônia contribui para que políticas públicas sejam implantadas com maior eficiência na utilização dos recursos hídricos, com soluções sustentáveis de implementação e o uso de energias renováveis na irrigação dos estados da região norte, Amazônica.

PALAVRAS-CHAVE: Água, atividade, sustentabilidade e avanço.

IRRIGATED AMAZON: BIBLIOGRAPHIC APPROACH TO ENVIRONMENTAL IMPACTS AND PLANNING FOR THE DEVELOPMENT OF SUSTAINABLE IRRIGATION

ABSTRACT: Irrigation in the Amazon region, aiming at planning the irrigation activity within the main states that complement the Amazon, having as a starting point an analysis of the quality of available water and sprinkler irrigation in relation to irrigation in cultivated crops. And accordingly, there is also a vision of how this method of agricultural activity impacts production and the environment as a whole, starting from conventional practices for a sustainable model of irrigation in the region. In this case, the objective of the study was to review the irrigation scenario in the Amazon region, as well as to contribute to the valorization of this production sector with new techniques and practices developed. In summary, irrigation in the Amazon has several factors that contribute to agricultural production and development of crop areas, favoring efficiency in land use and agricultural production. However, sustainable development in the Amazon contributes for public policies to be implemented with greater efficiency in the use of water resources, with sustainable implementation solutions and the use of renewable energy in irrigation in the states of the northern region, Amazon.t

KEYWORDS: Water, activity, sustainability and advancement.

INTRODUÇÃO

A região amazônica possui elevados níveis de pluviosidade, no entanto, há um período de estiagem que faz com que as culturas nativas da região necessitem de implemento de irrigação. E com isto, torna-se necessário a busca por novas técnicas que se adequem as necessidades das plantas, sendo este meio artificial, reproduzindo as ações da chuva sob as culturas empregadas dentro da região amazônica, objetivando uma melhoria e rendimento na produção que seja ideal para uma empresa ou produtor rural.

E com isto, Xavier (2021) ressalta que a irrigação deve ser empregada quando a precipitação natural for insuficiente para manter a umidade do solo em níveis satisfatórios para repor a água ciclada pela evapotranspiração no sistema produtivo. Pois assim, o incentivo à utilização de métodos ou sistemas de irrigação mais eficientes e adaptados aos cultivos de maior retorno e apropriados ao uso racional de energia e otimização do

uso de água (XAVIER, 2021). Mas em confronto a isso, é importante revalidar as áreas irrigadas no Brasil, pois atualmente o potencial de irrigação principalmente da Amazônia se tem alavancado para um nível muito maior e diferente do que em comparação às décadas anteriores, nas quais não contabilizavam com os rios Amazonas e Tocantins que compõem a bacia amazônica, e que estão localizados na região Norte.

Por outro lado, Loiola e Souza (2001) relatam que a evolução da área irrigada no Brasil tem sido lenta, porém, quando se fala de irrigação na Amazônia este processo é bem mais lento em relação às outras regiões do país. No entanto, os estados que compõem a região Norte e fazem parte da região amazônica, possuem sistemas de irrigação muito recente nos quais são realizados sob as atividades em campo de pequenos, médios e grandes produtores e em empresas que possuem um sistema de irrigação automatizado, com um toque de modernidade e inovação para as culturas que são cultivadas e nativas da Amazônia, implementando uma tecnologia eficiente que satisfaz as necessidades de uma empresa ou produtor, na qual visa uma produção em escala de qualidade através de um sistema de irrigação para quem utiliza esses sistemas, que crescem abundantemente na Amazônia.

Em síntese, a irrigação na Amazônia possui diversos fatores que são contribuintes para a produção agrícola e desenvolvimento das áreas de cultivo que trabalham com esse sistema. Além disso, a irrigação é de suma importância, pois contribui para uma maior eficiência no uso do solo com fertilizantes, segurança em períodos de secas, redução do consumo de energia, melhor produtividade das culturas, melhor qualidade do produto, tendo a possibilidade de fazer uma plantação com colheitas a longo prazo, minimizando os custos com a produção do investimento (SILVA; NEVES, 2020). No mais, deve-se levar em considerações como vantagens socioeconômicas, geração de empregos, aumento de renda para os pequenos produtores, e melhoria no desenvolvimento rural (LOPES SOBRINHO et al., 2019).

Visto que o uso da técnica de fornecimento de água se tem como objetivo, a redução de perdas da produção, como foco no aumento da produtividade e na minimização dos riscos climáticos e meteorológicos (secas e estiagem) e pode se ter um implemento para auxiliar a aplicação de insumos. Nesse sentido, Ferreira e Silva (2021) afirmam que é importante analisar a necessidade de irrigação nas diferentes culturas agrícolas e aplicar técnicas eficientes que tragam retornos social e financeiro compatíveis aos custos da implantação, da manutenção e do uso de água e energia desses sistemas. Buscando melhorar a atividade do manejo de irrigação da cultura, é preciso também observar os valores de transpiração e de evapotranspiração da cultura junto com evaporação do solo, que podem ser ajustados e determinados ao clima e ao solo da região. É importante conferir também o ciclo da planta, o espaçamento, a variedade e o sistema de irrigação (LOPES SOBRINHO et al., 2019).

Neste caso, considerando as poucas informações sobre o desenvolvimento

sustentável da irrigação na Amazônia, bem como o planejamento, qualidade e impactos ambientais dessas atividades. O presente estudo tem como objetivo abordar uma revisão sobre esse cenário na região Amazônica, assim como contribuir para a valorização desse setor de produção com novas técnicas e práticas desenvolvidas.

METODOLOGIA

O referido trabalho, cunho de revisão de literatura busca as informações científicas da irrigação na Amazônia, atribuído aos pontos pertinentes como planejamento, qualidade e impactos ambientais causados pela atividade de implantação de um sistema de irrigação e seu respectivo desenvolvimento correlacionado um modelo sustentável. Para a construção deste trabalho, se teve uma busca em sites, livros teóricos, manuais, publicações em periódicos Capes e Scielo. Dados estatísticos do IBGE, FAO, ANA, SENAR, EMBRAPA, CLIMATE CHANGE. No mais, a realização das buscas desses dados foi de forma sistêmica e automatizada através de portais on-line.

Os estudos analisados para o desenvolvimento deste trabalho, une várias teorias, estudos e documentos que se complementam quando são atribuídos ao título do trabalho. No qual, a metodologia dele é quali-quantitativa, descritiva e argumentativa ou de caráter exploratório das vertentes que rodeiam a irrigação, e a exploração dos poucos estudos sobre irrigação na Amazônia.

No diagnóstico, utilizando-se desses dados e informações disponibilizados pela etapa anterior, foram abordados os principais pontos sociais que se enquadram o planejamento e impactos ambientais sobre a qualidade da água nas bacias hidrográficas de municípios dos estados da região. Na construção, foram apresentadas medidas para subsidiar políticas públicas no planejamento ambiental e sustentável de modo que, os serviços de assistência nas implantações adotadas dentro do sistema de irrigação nas propriedades rurais na Amazônia, baseando-se em conceitos, metodologias e programas (CARARO; ZUFFO, 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante das diferentes iniciativas visando suprir a carência de informações sobre a agricultura irrigada, bem como os novos dados secundários disponíveis, surgiu a necessidade de integração do conhecimento disponível em um produto único (ANA, 2021). No qual a região amazônica não possui tantos estudos fundamentados sobre os métodos de sistema de irrigação e agricultura irrigada nos estados que são contemplados por uma biodiversidade dos rios e nascentes advindas e permanentes das bacias hidrográficas ou ottobacias.

Entretanto, propor e implementar políticas públicas eficientes para fomento da agricultura irrigada sustentável é um processo infinitamente mais difícil e complexo. Este

trabalho se propôs justamente a tornar um pouco menos penosa e mais eficiente essa tarefa.

Notamos que a agricultura deve ser cultivada de forma sustentável, sem pensar somente em retornos financeiros necessários ao atendimento das necessidades da população no seu âmbito social, mas refletir sobre a saúde do trabalhador e do consumidor, pois isso implica na manutenção da produtividade, acrescido a um mínimo possível de impactos ambientais (PALHA AMARAL, 2019). Partindo de um modelo de agricultura irrigada, que visa sempre a melhoria dos mais diversos usos da água e como podem ser usadas de maneira correta sem que cause danos ambientais, solo e nos rios adjacentes que permeiam uma região rica de recursos hídricos como os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins.

O presente estudo, obteve como resultado que os métodos mais viáveis e utilizados na irrigação da Amazônia são os métodos de localizada e subsuperficial, nos quais os sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão, gotejamento subterrâneo, elevação do lençol freático e mesas de subirrigação, são fortemente utilizados na produção agrícola seja na agricultura familiar ou em grandes empresas de agroindústrias. E em conformidade a isso, as práticas de irrigação sustentáveis são lentas e não foram consolidadas pelos irrigantes.

PLANEJAMENTO DA IRRIGAÇÃO NA AMAZÔNIA

Na Amazônia, a prática das atividades de irrigação, não são tão pertinentes, devido os altos índices de chuvas e em sentido a isso em alguns estados, há um período de estiagem durante alguns meses e que afetam de forma significativa a produção agrícola.

Além disso Figueirêdo et al. (2021), ressalta que a agricultura no Brasil é uma das principais bases da economia do país desde os primórdios da colonização até o século XXI, evoluindo das extensas monoculturas para a diversificação da produção. Em sentido a isso, torna-se a necessidade de um planejamento desses sistemas de irrigação no Brasil, visto que diversos sistemas de irrigação disponíveis atualmente no mercado disponibilizam aos agricultores uma moderna tecnologia de produção agrícola que, juntamente com um manejo equilibrado da adubação e tratamentos culturais, reúnem todas as condições para que as plantas possam expressar todo o seu potencial de produção (FIGUEIRÊDO et al., 2021)

O potencial de expansão de áreas irrigadas deve ser observado com cautela, pois o mesmo é útil para o planejamento geral e o monitoramento do setor (ANA, 2017). Então quando se trata da região Amazônica na qual não possui áreas com problema de disponibilidade hídrica superficial, faz com que o planejamento voltado para os estados, que contemplam a Amazônia, sejam bem mais difíceis de serem implementados, e por outro lado, o produtor deve buscar o conhecimento e fazer o planejamento necessário para realizar a implementação com todos os cuidados requeridos, a fim de causar o

menor impacto possível ao ambiente e ser sustentável por um longo período de tempo (ALBUQUERQUE, 2020).

Ferreira e Silva (2021), reafirmam que dentre as oportunidades que justificam o uso da irrigação está a baixa disponibilidade de água ou a irregularidade de chuvas como os principais fatores que levam o produtor a adotar técnicas de irrigação, e a verificação se o solo retém água. Albuquerque (2020), confirma de maneira simplificada, que é muito importante levar em consideração a eficiência no uso do recurso hídrico, com o intuito de evitar seu desperdício e sua má uniformidade de distribuição, a fim de garantir o perfeito funcionamento dos sistemas de irrigação implantados e o correto manejo da irrigação. De modo mais abrangente dentro do estado do Amapá, para que chegue ao sucesso da implementação do uso de um sistema de irrigação é preciso saber dos desafios que norteiam esses impasses para conseguir a projeção de maneira adequada de um sistema de irrigação nos estados Amazônicos.

De acordo com Ferreira e Silva (2021), os desafios principais para o sucesso da irrigação no Amapá, são a escassez de mão-de-obra qualificada para trabalhar na irrigação; custo elevado com frete e importação de peças e implementos, ausência de uma política fundiária que ampare o agricultor familiar; burocracia para legalização de terras e licenças ambientais; ausência de outorga de água; dificuldades de se implantar os comitês de bacias hidrográficas; distância de grandes centros produtores de insumos agrícolas e transporte precário.

Conforme a isto, o Censo Agropecuário de 2017, ressalta que há um total de estabelecimentos agropecuários irrigantes (1417 unidades), os municípios do estado do Amapá que receberam o maior quantitativo de assistência técnica foram a capital do estado, Macapá, seguido de Santana, Porto Grande e Mazagão. Já no ano de 2019, em um levantamento realizado pela Agência Nacional de Águas (ANA), que foi publicada no Catálogo de Metadados da ANA em 2021, onde em demonstração de imagens de satélites geoprocessadas mostram a quantidade de energia consumida pela irrigação no país.

No qual, a região norte do país possui um menor consumo de energia através da irrigação, então pode ter conclusões de que os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Roraima e Tocantins, não possuam tantos projetos de irrigação, visto que seja necessário um planejamento minucioso para implantar um sistema de suma eficácia na Amazônia. Ainda relacionado às estimativas de uso da água, a ANA lançou em 2019 os Coeficientes Técnicos de Uso da Água para a Agricultura Irrigada, que apresenta valores de referência com grande relevância para o planejamento e a gestão da irrigação, inclusive como apoio à outorga e ao dimensionamento de projetos e estudos (ANA, 2021).

Junto a esse dimensionamento para um excelente planejamento é preciso ter um envolvimento de políticas públicas direcionadas para esses projetos voltadas para a Amazônia e sua dimensão de recursos hídricos. Loiola e Souza (2001), complementam que ao se analisar a base de dados sobre a agricultura irrigada no Nordeste (NE), entre o norte

e o leste, o tamanho da área irrigada é uma das mais importantes informações sobre a agricultura irrigada. Há dois efeitos potenciais: uma mudança do clima em escala de parcela irrigada que pode alterar a necessidade e época de irrigação e secas prolongadas podem levar ao aumento da demanda, mas também, esta pode ser reduzida, se a precipitação e, conseqüentemente, a umidade do solo aumentarem.

Conseqüentemente, em uma escala maior, tais informações subsidiam o planejamento e uso dos recursos hídricos na agricultura irrigada em um perímetro ou bacia hidrográfica (RODRIGUES; DOMINGUES, 2017). De acordo com a tabela 1, é possível observar a região norte e a área irrigada.

Região/Estado	Área irrigada (ha)
Norte	205.123
Rondônia	12.055
Acre	831
Amazonas	4.954
Roraima	13.237
Pará	23.802
Amapá	2.866
Tocantins	147.378

Tabela 1. Área irrigada nas regiões, estados e Distrito Federal, 2012.

Fonte: Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil - 2012 (ANA, 2013).

Neste caso, a demanda de água para agricultura, particularmente para irrigação, é considerada mais sensível à mudança climática que as demandas industrial e municipal. (RODRIGUES; DOMINGUES, 2017). Portanto, Loiola e Souza (2001), reafirmam que é com base nesse parâmetro que se pode planejar a sua expansão. Sendo que, o planejamento das atividades agrícolas utilizando a irrigação tanto na agricultura tradicional quanto na área de agricultura moderna, poderia aumentar a produtividade e melhorar (MELO; QUEIROZ, 2020). Contudo, quando se tem um uma distribuição por regiões em detrimento á áreas irrigadas (ha) por hidrografias brasileiras, a região norte demanda uma área irrigada muito baixa em comparação as outras quatro regiões do Brasil, totalizando o valor de 205.123 de área irrigada (ha), conforme apresenta a tabela 1.

A agricultura irrigada influencia diretamente na disponibilidade da água numa bacia hidrográfica, especialmente numa região em que essa atividade é intensiva. O conhecimento local sobre o assunto permitirá o desenvolvimento de políticas para reduzir impactos e vulnerabilidades (RODRIGUES; ZACCARIA, 2020). Neste contexto torna-se evidente fazer a gestão da irrigação que garante às gerações futuras o direito do uso dos recursos hídricos em qualidade e quantidade suficientes. Para isso, todo produtor deve ter a oportunidade de saber como planejar, administrar e diminuir a água utilizada

na irrigação (SENAR, 2022). Evitando, perdas sociais, econômicas e ambientais causadas por planejamento deficiente e ausência de critérios de decisão para definir medidas de mitigação e adaptação que tornariam incertos a equidade de acesso e a sustentabilidade do uso da água (RODRIGUES; ZACCARIA, 2020).

QUALIDADE DA IRRIGAÇÃO NA AMAZÔNIA

Para se estabelecer um sistema de irrigação, primeiramente deve se ter noção a partir de uma análise dos recursos disponíveis hidrograficamente da Amazônia. Que em colocação aos projetos de um sistema irrigatório ocorre os parâmetros de recursos hídricos que tem qualidade e eficácia no desenvolvimento de continuidade, que fornece água de modo eficiente, devido os resultados da qualidade da água que os sistemas de irrigação na Amazônia utilizam, doravante dos igarapés, lagos, rios, riachos e nascentes que estão distribuídos.

No Estado do Pará, há um estudo de indicadores de qualidade de água na microbacia do rio Apeú, onde a partir desses indicadores se pode ter a utilização da água com uma qualidade que supra as demandas da irrigação na região paraense. Sendo que, a qualidade e a quantidade são as duas condições primordiais neste sistema, no entanto, só a água potável perfaz pré-determinados requisitos físicos, químicos e bacteriológicos, ou seja, tem garantia higiênica, sendo oferecida à população para todos os usos, até mesmo para casos em que a qualidade da água poderia ser inferior sem riscos sanitários (VALE, 2017).

Contudente a esses fatores que são, determinantes para uma boa distribuição de água para a população, em síntese também é eficiente para o uso de um sistema de irrigação, no qual delimite os parâmetros de avaliação da qualidade da água. Que conforme a Instrusul (2020), a irrigação cumpre um papel importantíssimo quando se fala de agricultura. Independentemente do tipo de irrigação que é utilizada, a demanda de água é uma questão fisiológica das plantas e tem ligação direta com a qualidade do plantio. Partindo, sempre com o objetivo de avaliar parâmetros de qualidade e estação de tratamento de água (OLIVEIRA, 2021).

Diante desse parâmetro, a qualidade da água na irrigação pode parecer detalhe, mas é decisiva na hora de montar um projeto de irrigação. Pois, os parâmetros de qualidade da água auxiliam na caracterização do seu estado para consumo, que são indicadores da qualidade da água e se constituem não conformes quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso (INSTRUSUL, 2020; OLIVEIRA, 2021). Por outro lado, quando se tem esses parâmetros, junto com um bom planejamento físico da implementação de um sistema de irrigação, ocorre o dimensionamento hidráulico adequado a cada situação de projeto, de tal forma que a variação de pressão e de vazão entre emissores, não ultrapasse 20% e 10% respectivamente (VICENTE; VICENTE, 2004).

Embora a implantação de um sistema de irrigação com recursos hídricos de boa qualidade e disponibilidade de água eficiente, há atribuições que fomentam a valorização dos rios e nascentes da região Amazônica, e nos municípios onde há um índice alto de salinidade em rios, marés, lagos etc. Se tem apenas, a única observação que é feita é sobre a salinidade de água, mas não é só ela que importa (INSTRUSUL, 2020). Conforme a isso, além da salinidade, é necessário ter a viabilidade da disponibilidade de água no solo, que pode utilizar métodos da tensiometria, que as tensões registradas correspondem ao conteúdo de água disponível no solo, possíveis de serem aferidos com auxílio da curva de retenção hídrica determinada em laboratório (VICENTE, 2004).

A utilização da irrigação está cada vez mais crescente dentro da região norte, devido as vertentes que contribuem para que seja feito a implantação de um sistema de irrigação onde se faz o bom e adequado uso dos recursos hídricos pertencentes a Amazônia. Porém, conforme esse processo de usufruir dos recursos hídricos de qualidade, surge o questionamento de que forma os agricultores familiares poderão reduzir o desperdício dos recursos hídricos e diminuir os custos da mão de obra e energia elétrica, tornando sua atividade produtiva mais competitiva, viável, lucrativa e sustentável (ALBUQUERQUE, 2020).

Comumente, à qualidade da água para um sistema de irrigação na Amazônia, tem que ter em execução como afirma Figueirêdo et al. (2021), deve-se desenvolver um sistema de irrigação, com base na tecnologia que possibilite a redução do desperdício dos recursos hídricos na irrigação da agricultura familiar. Embora no Brasil seja uma preocupação crescente, grande parte das áreas irrigadas está em regiões com boa lixiviação e drenagem do solo e utiliza água de boa qualidade, o que atenua o processo de salinização.

Então, como um componente para suprir esse questionamento, leva-se em consideração o parâmetro que para a qualidade da água para irrigação, o mais recomendado é fazer uma análise completa, analisando o pH, fatores microbiológicos e salinidade.

Observa-se que os métodos mais eficientes são para o uso da água na irrigação localizada (irrigação por gotejamento e irrigação por microaspersão) e a irrigação por aspersão por pivô central, deverão ser responsáveis por cerca de 75% desse crescimento. A irrigação por aspersão convencional e a irrigação por aspersão com carretel enrolador também devem se manter importantes neste cenário de expansão. (INSTRUSUL, 2020; FIGUEIRÊDO et al., 2021).

IMPACTOS DA IRRIGAÇÃO NO MEIO AMBIENTE NA AMAZÔNIA

Um sistema de irrigação possui diversos fatores, que podem melhorar as produções agrícolas em larga escala sendo este fator positivo. Em relação a isso, Codevasf (2017), ressalta que a elaboração de um projeto de irrigação, deve-se quantificar a magnitude dos impactos ambientais ocasionados pela sua implantação e a adoção das correspondentes

medidas que aliviem o processo. Por mais que a agricultura irrigada na Amazônia seja usada de forma inadequada e ineficiente, e quando se tem a utilização desse modelo de irrigação acaba havendo impactos significativos dos recursos hídricos das florestas e os nutrientes fornecidos.

Por outro lado, as florestas são muito importantes para os recursos hídricos. Assim, a mudança de uso da terra em escala de microbacia causa impactos na dinâmica de nutrientes, pois altera a composição química das águas naturais, podendo assim interferir na qualidade das águas dessas microbacias para os diferentes usos (BARROSO et al., 2017).

Antagonicamente, a irrigação sempre estará entrelaçada e voltada com o meio ambiente, por mais que ocorra impactos negativos do uso do consumo de água. Apesar do grande consumo, uma alternativa eficiente de aumentar ou assegurar a demanda da população (BRITO et al., 2010). Junto a isso, os impactos ambientais das atividades de irrigação na Amazônia, é contínuo, sendo segmentado de uma agricultura patronal e mecanizada que cada vez mais cresce na região, tanto dentro das pequenas, medias e grandes propriedades de agricultores rurais, que precisam de uma produção alta e eficiente através dos sistemas de irrigação que implantam em suas propriedades rurais.

Palha Amaral (2019), consolida-se a dinâmica da agricultura irrigada, onde encontra-se num processo de modernização, o qual mostra o agravamento das questões ambientais. Augusto et al. (2012), reitera que 70% dessa água doce está na Bacia Amazônica, na qual a densidade populacional é a menor do país, então, quando essa demanda de água é utilizada pela agricultura irrigada deve-se atentar que, quando em operação, deve-se considerar os aspectos ecológicos, procurando maximizar a produtividade e a eficiência do uso da água, e manter as condições de umidade do solo (CODEVASF, 2017).

A permanência da umidade e condições do solo, é muito importante devido a água que está presente no solo ser considerado um reservatório. A água do solo não é estática, mas dinâmica, movimentando-se em função do gradiente de seu potencial entre dois pontos quaisquer no solo (BERBARDO et al., 2006). Bem como, os nutrientes que estão presentes nesse solo, que quando em trabalho conjunto e permanente a um sistema de irrigação pode se tornar em excesso, e prejudicar o meio ambiente. Por isto, é preciso saber a Irrigação Real Necessária (IRN) para cada área que será implantado um projeto voltado para a agricultura irrigada nos estados da região Amazônica.

Correlacionando a agricultura irrigada, em virtude dos desequilíbrios ambientais ocasionados pela prática intensiva e o uso prepotente dos sistemas de irrigação, junto aos fluxos de rios, igarapés, mares e nascentes que percorrem a Amazônia, quando a irrigação não é realizada de maneira correta todos os métodos de irrigação têm o potencial de gerar impactos no meio ambiente. Atividades econômicas potencialmente poluidoras com a irrigação são atualmente objetos de legislações específicas, disciplinadores de procedimentos tecnológicos e operacionais visando evitar os impactos ambientais negativos

delas decorrentes (TROMBETTA et al., 2016; RIBEIRO et al., 2019).

Defronte aos impasses da agricultura irrigada, em confronto aos desafios ambientais ocasionados pela implementação de um sistema de irrigação é preciso que, na avaliação dos impactos é importante considerar alguns aspectos, como hidrológico, geológicos, climáticos, geomorfológicos, interferência na infraestrutura existente, de unidades conservação ambiental, de fauna de flora e outros aspectos relevantes (RIBEIRO et al., 2019). Portanto, a utilização de um método de irrigação em uma propriedade gera preocupações, tanto do produtor irrigante quanto dos técnicos responsáveis pelo projeto, pois depende de um levantamento sobre a relação ao solo e seus corpos hídricos (TROMBETTA et al., 2016).

A utilização de técnicas com aplicação em grandes escalas, como sensoriamento remoto e modelagem, juntamente com dados meteorológicos, podem melhorar o manejo de água em áreas irrigadas e gerenciamento de recursos hídricos e permitir o acompanhamento do impacto causado sobre as condições ambientais (RODRIGUES; DOMINGUES, 2017). Contudo, a partir das demandas racionais sobre as condições ambientais, os projetos de irrigação devem ser implementados junto a políticas que possam minimizar os impactos ambientais refletidos na relação benefício/custo (CODEVASF, 2017).

AMAZÔNIA OCIDENTAL E ORIENTAL NA IRRIGAÇÃO

Os estados que compõem a região amazônica são divididos em Ocidental e Oriental, nos quais englobam os estados Amazonas, Acre, Rondônia e Roraima, Pará, Maranhão, Amapá, Tocantins e Mato Grosso. No mais, para que haja um desenvolvimento da irrigação nesses estados, o desenvolvimento agrícola sustentável requer medidas estratégicas para reduzir potenciais fragilidades onde ocorrem baixas disponibilidades de água locais, atual e futura, mesmo que sazonalmente (CARARO; ZUFFO, 2021).

Isto é comumente visualizado na Amazônia Oriental, onde se encontra Pará, Maranhão, Amapá, Tocantins e Mato Grosso, sendo que os dados de irrigação do estado do Pará indicam um crescimento substancial do uso desta técnica, entretanto nota-se também a baixa capacidade dos produtores de investir em sistemas mais eficientes, situação que se agrava com o nível insatisfatório de orientação técnica na área de irrigação (SOUZA et al., 2012). Pois, Simão et al. (2015) afirma que o uso da irrigação, além de melhorar a produtividade e a qualidade da produção, permite o deslocamento das colheitas para períodos de entressafra, com preços mais atrativos para o produtor. Visto que nos estados da Amazônia Oriental é bem mais complexo os processos de irrigação e ao mesmo tempo se faz necessário devido os períodos de seca.

Normalmente no período compreendido entre os meses de novembro a abril o regime pluviométrico da região é suficiente para o adequado suprimento hídrico (SIMÃO et al., 2015) E para que esses níveis pluviométricos sejam eficientes e suficientes, é necessário que o crescimento da irrigação no Pará seja ordenado e sustentável é importante que os atores

do processo planejem os investimentos e a utilização dos recursos hídricos (CARARO; ZUFFO, 2021). Pois a irrigação induz maior aporte de técnicas, tecnologias, inovações, informações e conhecimento com desenvolvimento de capacidades (RODRIGUES; DOMINGUES, 2017). A partir desses fatores, o estado do Amapá assim como os outros que fazem parte do oriente e ocidente amazônico, tendem a retratar um crescimento do uso desta tecnologia, contudo observa-se o uso de sistemas de irrigação menos eficientes pela maioria dos estabelecimentos agropecuários (XAVIER, 2021).

Conforme, a essas inovações para o Norte, ocorre uma manutenção hídrica no solo para a sustentabilidade agrícola e conservação ambiental, que faz com que a necessidade da captação de água para fins de irrigação, reduzir o uso da água sem reduzir a produtividade das culturas, reutilizar a água de irrigação ou da chuva e reciclar nutrientes e água mantendo-a no solo por meio de alguma prática conservacionista; usar técnicas agrícolas eficientes com maior relação benefício/custo (CARARO; ZUFFO, 2021). Por outro lado, os dados de irrigação do estado do Pará indicam um crescimento substancial do uso desta técnica, entretanto nota-se também a baixa capacidade dos produtores de investir em sistemas mais eficientes, situação que se agrava com o nível insatisfatório de orientação técnica na área de irrigação (SOUZA et al., 2012).

IRRIGAÇÃO SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA

Segundo estudo da FAO (2017), com irrigação uma mesma área pode produzir até 2,7 vezes mais. O detalhamento do potencial de irrigação no Brasil e é de aproximadamente mais de 4,5 milhões de hectares de áreas prioritárias para o fomento da agricultura irrigada sustentável até 2024, distribuídos nos diferentes estados brasileiros, o que poderia totalizar uma área potencial de cerca de 9 milhões de hectares (BORGHETTI et al., 2017).

Sem dúvida, o crescimento sustentável da irrigação necessita de um programa muito bem elaborado de pesquisa e desenvolvimento para o seu estabelecimento e consolidação. Assim, o futuro da irrigação envolve produtividade e rentabilidade com eficiência no uso da água, energia, insumos e respeito ao meio ambiente (BERNARDO et al., 2006).

Em função dos recursos hídricos em deterioração, se faz necessário à criação de medidas para a proteção e o uso sustentável desses recursos. Assim, em 1997 a Lei Federal nº 9.433 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), a qual traz dentre seus instrumentos o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água. (OLIVEIRA, 2021; BRASIL, 1997).

Portanto, não se pode admitir que no uso da irrigação esteja intrínseca a poluição das águas, pelo contrário a irrigação vem como uma técnica que busca maximizar a produtividade das áreas já existentes, garantindo a demanda por alimento para as populações de forma sustentável (TROMBETTA et al., 2016). Que é fortemente trabalhada pela PNATER (Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural), onde auxilia os

produtores a promoverem o uso eficiente e sustentável dos recursos que há dentro de suas propriedades. Ademais, na Amazônia a conservação e preservação está conectada com diversos fatores culturais, ecológicos e sociais, e muito além disso a busca do equilíbrio entre natureza e homem, é perceptível, que são costumes passados de pais para filhos, através de uma agricultura familiar, que posteriormente está focada em fazer o manejo de suas produções de modo sustentável.

A agricultura irrigada mais padronizada e eficaz, se tem um ponto que devem estar correlacionados as vertentes de irrigação sustentável na Amazônia que é o Programa Nacional de Irrigação, Agricultura Irrigada e os Comitês de Bacias Hidrográficas, contudente a esses órgãos vigentes, para a Amazônia onde se utiliza demasiadamente o método de irrigação localizada e por superfície, pois estes métodos viabilizam o uso mais rápido e econômico da água, sem causar muitos danos nas culturas trabalhadas e nem no solo.

Por outro lado, no Pará, apesar do aumento da demanda pela tecnologia de irrigação, a prática saiu à frente da pesquisa, o que a tem conduzido a resultados insatisfatórios. A sustentabilidade sociocultural está associada aos sistemas socioambientais. Eles garantem relações e vínculos emotivos e sociais, os valores culturais e humanos, que os unem, sólida e efetivamente, com o território, e que permitem a adequação dos processos de adaptação aos respectivos nichos biofísicos (VICENTE E VICENTE, 2004; VALE, 2017).

De acordo com a tabela 2, percebe-se a área de Ottobacias selecionadas para o desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada no Brasil, por região e por estado, destacando-se a importância em monitorar a microbacia hidrográfica do rio Apeú que advém da enorme contribuição que este oferece aos seus usuários, a fim de evitar possíveis conflitos. Diante disso, avaliou-se os parâmetros físico-químicos da água para propor a elaboração de um IQAI e atender o uso sustentável do recurso hídrico, assim como, promover o desenvolvimento sustentável da região (NASCIMENTO, 2021).

Região	Estado	Área de Ottobacias selecionadas por Estado (ha)	Área de Ottobacias selecionadas por região (ha)
Norte	Acre	14.994	3.342.800
	Amapá	0	
	Amazonas	140.687	
	Pará	632.274	
	Rondônia	360.304	
	Roraima	116.299	
	Tocantins	2.078.242	

Tabela 2. Área de Ottobacias selecionadas para o desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada no Brasil, por região e por estado.

Fonte: Agricultura irrigada sustentável no Brasil: Identificação de áreas prioritárias. 2017.

Então, conforme a tabela 2, os estados Amazônicos, da região norte possuem uma diversificação o desenvolvimento de agricultura irrigada sustentável, visto que através desse levantamento de área de Ottobacias por estado (ha), faz com que haja um motivo para tratar a irrigação sustentável na Amazônia mais forte e eficaz.

Por fim, além dessas condições naturais, há atividades indesejáveis e incoerentes à agricultura sustentável e à conservação ambiental relacionadas aos recursos hídricos. Do ponto de vista do uso racional da água, exigências legais e instrumentos de gestão, como a outorga de direito de uso de recursos hídricos e a cobrança pelo uso, buscam garantir a sustentabilidade da atividade, o aumento da eficiência e a consequente redução do desperdício (CARARO; ZUFFO, 2021; RODRIGUES; ZACCARIA, 2020).

CONCLUSÃO

É possível inferir que a irrigação na Amazônia, está totalmente em um percurso de desenvolvimento no qual sua implementação é preciso ter um planejamento de qual sistema de irrigação irá ser implantado dentro de uma área, conciliando com os recursos hídricos disponíveis e como está a qualidade da água das bacias hidrográficas ou reservatórios que ocupam esses espaços dentro da região Amazônica. Sendo que, quando se trata da qualidade da água é necessário que esta apresente boa qualidade para ser utilizada no sistema de irrigação, assim como manter um manejo inadequado dentro do sistema de irrigação, faz com que haja impactos socioambientais através dos recursos hídricos que são manejados e utilizados de forma incorreta pelos irrigantes da região Amazônica.

Assim, o desenvolvimento sustentável na Amazônia torna-se um parâmetro para que políticas de assistência técnica e extensão rural que fazem a utilização dos recursos hídricos serem destinados para soluções sustentáveis, com implementação de energias renováveis integradas com sistemas autônomos de reservatórios que abastecem esses sistemas, pois a irrigação na Amazônia tem grande potencial para ser eficiente e sustentável atribuído a um bom manejo dos recursos advindos das nascentes que contemplam os estados da região norte.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E. S. **Desenvolvimento de tecnologia para auxiliar a gestão eficiente do uso dos recursos hídricos em sistema de irrigação na agricultura familiar no município de Parintins/AM**. Ednilson da Silva Albuquerque. Orientador: Prof. Dr. José Camilo Ramos de Souza Manaus: [s.n], 2020. 113 f. Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - Universidade Do Estado do Amazonas. Disponível em: <https://pos.uea.edu.br/data/area/dissertacao/download/44-9.pdf>. Acesso em: 22 de setembro de 2022.

ANA – Agência Nacional de Água; CEBDES-Conselho Empresarial para o Desenvolvimento do Brasil. **Rumo a mudança: Fatos e Tendências Água**. República federativa do Brasil, Ministério de meio Ambiente, Brasília: 2009. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2006/AguaFatosETendencias.pdf>> Acesso em: 23 de setembro de 2022.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Brasília, DF. 2ª ed. 130p. 2021. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/1b19cbb4-10fa-4be4-96db-b3dcd8975db0>. Acesso em: 21 de junho de 2022.

ANA (2017). Agência Nacional de Águas. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Brasília: ANA. 86p. Disponível em: <http://dspace.agencia.gov.br:8080/conhecerhana/2200>. Acesso em: 21 de junho de 2022.

AUGUSTO, L. G. S.; GURGEL, I.G.D; NETO, H. F. C; MELO, C. H; COSTA, A. M. **O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano**, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/csc/2012.v17n6/1511-1522/>. Acesso em: 24 de setembro de 2022.

BARROSO, D. F. R.; FIGUEIREDO, R. de O.; PIRES, C. S.; COSTA, F. F. **Impactos de diferentes usos da terra sobre os recursos hídricos em microbacias no Nordeste Paraense na Amazônia Oriental**. Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Parque Estação Biológica - PqEB, Amazônia e tempo, p. 337/368. S/nº, Brasília, DF, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1088229/impactos-de-diferentes-usos-da-terra-sobre-os-recursos-hidricos-em-microbacias-no-nordeste-paraense-na-amazonia-oriental>. Acesso em: 24 de setembro de 2022.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8.ed. ed., Atualizada e ampliada. Viçosa - UFV, 2006. 625. p. Disponível em: https://www.academia.edu/45657937/Manual_de_Irriga%C3%A7%C3%A3o_8_ed_Salassier_Bernardo_Editora_UFV. Acesso em: 23 de setembro de 2022.

BORGHETTI JR et al. Agricultura irrigada sustentável no Brasil: Identificação de áreas prioritárias (2017). Brasília: **FAO**. 243p. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i7251o/i7251o.pdf>. Acesso em: 22 de setembro de 2022.

BRITO, L. T. L.; BRAGA, M. B.; NASCIMENTO, T. **Impactos ambientais da irrigação no Semiárido brasileiro**. Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Parque Estação Biológica, Embrapa Semiárido, p. 137/169. s/nº, Brasília, DF, 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/89980/1/Luiza.pdf>. Acesso em: 24 de setembro de 2022.

CARARO, D. C.; ZUFFO, C. E. **Manejo e uso da água na Amazônia Ocidental**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Parque Estação Biológica - PqEB, s/nº, Brasília, DF. Parte de livro. Embrapa Rondônia. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1131525/manejo-e-uso-da-agua-na-amazonia-ocidental>. Acesso em: 21 de junho de 2022.

FERREIRA, J. L. B.; SILVA, T. R. **Cenário da irrigação no Estado do Amapá: oportunidades e desafios**. Orientador: Joaquim Alves de Lima Júnior. 2021. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Irrigação e Gestão de Recursos Hídricos) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Capanema, 2021. Disponível em: <http://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1832>. Acesso em: 22 de junho de 2022.

FIGUEIRÊDO, V. B.; LEVIEN, S.L.A.; ARRUDA, L.E.V. **Panorama da atual área de agricultura irrigada no Brasil**. Nova Xavantina, MT: Pantanal, 2021. 153p. Disponível em: <https://editorapantanal.com.br/ebooks/2021/panorama-da-atual-area-de-agricultura-irrigada-no-brasil/ebook.pdf>. Acesso em: 22 de setembro de 2022.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html. Acesso em: 22 de setembro de 2022.

IMPACTOS AMBIENTAIS – IRRIGAÇÃO. **CODEVASF (Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba)**. 2017. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/linhas-de-negocio/irrigacao/impactos-ambientais>. Acesso em: 24 de setembro de 2022.

INSTRUSUL – Instrumentos de Medição. **Qualidade da água para irrigação: parâmetros e dicas**. Rio Grande do Sul, 15 de junho de 2020. Disponível em: <https://blog.instrusul.com.br/qualidade-da-agua-para-irrigacao/#:~:text=Para%20a%20qualidade%20da%20%C3%A1gua,salinidade%20s%C3%A3o%20analisados%20em%20conjunto>. Acesso em: 23 de setembro de 2022.

LOIOLA, M. L.; SOUZA, F. **Estatísticas sobre irrigação no Brasil segundo o Censo Agropecuário 1996**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 171-180, 2001. Disponível em: http://old.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662001000100033&script=sci_abstract&lng=pt. Acesso em: 22 de junho de 2022.

LOPES SOBRINHO, O. P.; YURI, J.E.; CORREIA, R.C.; COSTA, N.D.; CALGARO, M. **A cultura da cana-de-açúcar (saccharum officinarum) e o manejo da irrigação**. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, Maringá (PR), v. 12, n.4, p. 1605-1625. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2019v12n4p1605-1625>. Acesso em: 23 de junho de 2022.

MELO, M. T.; QUEIROZ, T. M. Disponibilidade e qualidade da água para irrigação no território indígena rio formoso, na transição cerrado/Amazônia, Mato grosso-Brasil. **Geosul**, v. 35, n. 75, p. 461-480, 2020. Disponível em: <http://doi.org/10.5007/1982-5153.2020v35n75p461>. Acesso em: 22 de setembro de 2022.

NASCIMENTO, S. M. **Indicadores de qualidade da água em área rural da microbacia do rio Apeú, Pará** / Suziane Magalhães do Nascimento. - 2021. 63 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA). Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2021. Orientador: Prof. Dr. Joaquim Alves de Lima Júnior Coorientador: Prof. Dr. Pedro Moreira de Sousa Júnior. Disponível em: <http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1493/1/Indicadores%20de%20qualidade%20da%20%C3%A1gua%20em%20%C3%A1rea%20rural%20da%20microbacia%20do%20rio%20Ape%C3%A9u%20C%20Par%C3%A1.pdf>. Acesso em: 22 de junho de 2022.

OLIVEIRA, L. T. **Avaliação dos parâmetros de qualidade da água de abastecimento público na cidade de Macapá, Amapá**. 2021. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Especialização em Irrigação e Gestão de Recursos Hídricos, Campus Universitário de Capanema, Universidade Federal Rural da Amazônia, Capanema, 2021. Orientador: Prof. Dr. Ivan Carlos da Costa Barbosa. Disponível em: <http://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1827>. Acesso em: 23 de setembro de 2022.

PALHA AMARAL, A. R. Estudos dos impactos socioambientais após a implantação do projeto de irrigação no Vale do Salitre em Juazeiro - Bahia. **Geoambiente On-line**, n. 33, p. 20, 2019. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/55034>. Acesso em: 24 setembro 2022.

RIBEIRO, M.A.; ANDRADE, G.N.D.; RODRIGUES, M.A.D.S.; ALMEIDA, G.L.P.D. **Relatório de impactos ambientais na irrigação de uma área localizada em Petrolina-Pe da Embrapa Semiárido**. CONIMAS, I Congresso Internacional de Meio Ambiente e Sociedade e III Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido. Pernambuco, 2019. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conimas-e-conidis/2019/TRABALHO_EV133_MD1_SA45_ID1126_19092019231424.pdf. Acesso em: 24 de setembro de 2022.

RODRIGUES, L. N.; DOMINGUES, A. F. **Agricultura irrigada: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável** / editores técnicos, Lineu Neiva Rodrigues, Antonio Félix Domingues- Brasília, DF: INOVAGRI, 2017. Disponível em: www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1081898. Acesso em: 22 de setembro de 2022.

RODRIGUES, L. N.; ZACCARIA, D. **Agricultura Irrigada: um breve olhar**/editado por Lineu Neiva Rodrigues, Daniele Zaccaria – Fortaleza : Inovagri, 2020. 377 p.: IL. Color. Modo de acesso: Word Wide Web. <https://inovagri.org.br/publicacoes-e-projetos/>. Acesso em: 23 de setembro de 2022.

SENAR – Programa Agricultura Irrigada. **Cna Brasil**. Sistema CNA / SENAR / Instituto CNA SGAN Quadra 601, Módulo K - Ed. Antônio Ernesto de Salvo Brasília - Distrito Federal, 24 jun. 2022. Disponível em: <https://cnabrasil.org.br/projetos-e-programas/agricultura-irrigada>. Acesso em: 23 de setembro de 2022.

SILVA, S.; NEVES, E. Importância do manejo da irrigação. **Enciclopédia biosfera**, v. 17, n. 34, 2020. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/2078>. Acesso em: 23 de junho de 2022.

SIMÃO, A. H.; MATOS, A. P.; VASCONCELOS, J. A. R.; QUEIROZ, G. B.; RAMAIO, K. A. **Estimativa da demanda hídrica e manejo da irrigação na cultura do abacaxi no município de Conceição do Araguaia, Estado do Pará**. Embrapa Mandioca e Fruticultura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DA CULTURA DO ABACAXI, 6., 2015, Conceição do Araguaia. [Anais]. Belém, PA: SEDAP, 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/133912/1/28-Estimativa-de-demanda-hidrica.pdf>. Acesso em: 07 de novembro de 2022.

SOUZA, R. O. R. M.; PANTOJA, A. V.; AMARAL, M. C. M.; PEREIRA NETO, J. A. Cenário da agricultura irrigada no estado do Pará. **Irriga**, v. 17, n. 2, p. 177–188, 2012. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/230>. Acesso em: 7 nov. 2022.

TROMBETTA, L. J.; ROSA, G. M.; TURCHETTO, R.; VOLPI, G. B.; BARROS, S. **Benéficos versus malefícios do uso da irrigação e áreas agrícolas**. Multiciência Online, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - Campus Santiago. ISSN 2448-4148. Santiago, 2016. Disponível em: <http://urisantiago.br/multicienciaonline/adm/upload/v4/n7/7a850a12662efd99c83738a709dd9949.pdfm>. Acesso em: 24 de setembro de 2022.

VALE, J. R. B. **Análise geoambiental da bacia hidrográfica do rio Apeú, nordeste paraense: subsídios ao planejamento ambiental**. 2017. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Belém, 2017. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/9467>. Acesso em: 23 de setembro de 2022.

VICENTE, A. S. **Proposta para Manejo da Irrigação**. Belém. Pará. Amazônia Irrigação. 2004. Disponível em: http://amazoniairrigacao.com.br/docs/MANEJO_DA_IRRIGACAO.pdf. Acesso em: 23 de setembro de 2022.

VICENTE, A. S. C. **Manejo da irrigação do coqueiro nordeste paraense e Ilha do Marajó**. Belém. Pará. Amazônia Irrigação. 2004. Disponível em: http://amazoniairrigacao.com.br/docs/MANEJO_DA_IRRIGACAO_DO_COQUEIRO.pdf. Acesso em: 23 de setembro de 2022.

XAVIER, J. R. M. **Cenário da agricultura irrigada no estado do Amapá** / José Renato Magno Xavier. - 2021. 33 f. Disponível em: <http://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1826>. Acesso em: 22 de junho de 2022.

AQUAPONIA

Data de aceite: 02/01/2023

Anderson Rodrigo Cordeiro Dionisio

Ana Carolina Maia Souza

Breno Jorge Zeferino Monteiro

Elaine Patrícia Zandonadi Haber

Tercio Raphael de Oliveira Nonato

RESUMO: O objetivo é descrever os benefícios sócios ambientais da Aquaponia. O presente estudo foi guiado por uma abordagem bibliográfica análise de estudos que abordaram diversos autores por meio de coleta de dados e conhecimento através da leitura de livros e artigos científicos. A pesquisa bibliográfica é trabalho de encontrar e consultar diferentes fontes de informação escrita liderada por o objetivo claro de coletar coisas gerais ou muito específicas sobre do tema. Foi realizado um estudo bibliográfico a partir de informações preparadas, incluindo principalmente livros e artigos científicos no período de 2016 a 2022, nos diretórios acadêmicos *Google Acadêmico (Scholar)* e *Scientific Electronic Library Online (Scielo)*. A Aquaponia tem uma grande contribuição para a produção de plantas e animais em

um sistema, proporcionando assim uma maior necessidade de nutrientes do mundo, cada vez mais, a necessidade de estudos sobre o assunto. Existem muitas vantagens deste sistema em relação ao comum, mas é preciso levantar questões, para compreender e superar várias questões referentes às dificuldades encontradas na introdução, operação e processos que ocorrem no sistema de Aquaponia.

PALAVRAS-CHAVE: Ambientais. Aquaponia. Benefícios.

AQUAPONICS

ABSTRACT: The objective is to describe the socio-environmental benefits of Aquaponics. The present study was guided by a bibliographic approach, analysis of studies that approached different authors through data collection and knowledge through the reading of books and scientific articles. Bibliographic research is the work of finding and consulting different sources of written information led by the clear objective of collecting general or very specific things about the topic. A bibliographic study was carried out from information prepared, including mainly books and scientific articles from 2016 to 2022, in the academic

directories Google Scholar (Scholar) and Scientific Electronic Library Online (Scielo). Aquaponics has a great contribution to the production of plants and animals in a system, thus providing a greater need for nutrients in the world, increasingly, the need for studies on the subject. There are many advantages of this system in relation to the common one, but it is necessary to raise questions, to understand and overcome several issues regarding the difficulties encountered in the introduction, operation and processes that occur in the Aquaponics system.

KEYWORDS: Environmental. Aquaponics. Benefits.

1 | INTRODUÇÃO

A Aquaponia segundo Dictoro (2022) é a conexão entre a agricultura hidropônica e a aquicultura sistema de reciclagem de água, aumentando a eficiência da produção de alimentos.

Faz com que os dois produtos tenham menos impacto no meio ambiente, e proporcionem condições para agricultura familiar para produção de peixes e hortaliças próxima ou em áreas urbanas área reduzida com menor investimento, pois é um sistema de produção relação simbiótico entre peixes e plantas, onde eles usam resíduos de peixes como fertilizantes vegetais reduzindo assim o custo de produção secundária.

A Aquaponia segundo Pfeiffer (2019) é um método de produção de alimentos resultado da comunicação entre os animais aquáticos e hidroponia, através de um sistema abrangente de recuperação de água.

Levando a baixo consumo de água e alto consumo desperdício orgânico, portanto, outra produção de peixes e vegetais e o impacto mínimo no meio ambiente, com provavelmente serão plantadas em áreas residenciais e apartamentos, e centenas edifícios comerciais.

A Aquaponia segundo Camara (2017) é conceituada em um sistema de produção de peixes e em sistema de recirculação de água e sistema hidropônico, para integrar sua produção, onde benefícios acontecem para ambas às partes.

Semelhante aos procedimentos de uma simbiose que ocorre na natureza, onde os peixes do rio produzem resíduos nitrogenados, que também contêm parte dos nutrientes que atendem às necessidades dos vegetais, e organismos vegetais usam esses compostos para se produzir biomassa, retirando esses compostos da água, tornando a água mais limpa para o meio ambiente novamente.

O objetivo é descrever os benefícios sócios ambientais da Aquaponia.

O presente estudo foi guiado por uma abordagem bibliográfica análise de estudos que abordaram diversos autores por meio de coleta de dados e conhecimento através da leitura de livros e artigos científicos. A pesquisa bibliográfica é trabalho de encontrar e consultar diferentes fontes de informação escrita liderada por o objetivo claro de coletar coisas gerais ou muito específicas sobre do tema. Foi realizado um estudo bibliográfico

a partir de informações preparadas, incluindo principalmente livros e artigos científicos no período de 2016 a 2022, nos diretórios acadêmicos *Google Acadêmico (Scholar)* e *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*.

2 | DESENVOLVIMENTO

A Aquaponia segundo Busarello et al (2021) utiliza água recirculada no sistema, perdendo água para o meio ambiente é muito baixo em comparação com a horticultura convencional e a produção de peixes em lagoas cavadas.

Em suma, a perda de água no ambiente está lá proporcionada pela evapotranspiração da planta e pela evaporação da água do lago peixes e guardados em segurança.

Além de ser um produto sustentável segundo Nascimento et al (2019) é também uma produção alimentar sustentável, a vantagem é o uso mínimo de água lavouras, a capacidade de produção dentro dos centros urbanos, plena utilização água e comida.

A capacidade de encontrar um sistema de densidade para peixes e vegetais, reduzir o risco de introdução de espécies exóticas em rios tradicionais, de produto de alta qualidade sem agrotóxicos e antibióticos, diversidade e mais renda e menor investimento em fertilizantes para o cultivo.

A Aquaponia permite segundo Dictoro (2022) a produção de uma alimentação saudável de forma sustentável, ocasionando, desse modo, o menor impacto possível o ambiente.

Além disso, este método de produção reduz o consumo em até 90% de água em relação aos sistemas de plantio convencionais, isso porque promove o reaproveitamento completo dos resíduos produzidos no próprio sistema.

Com a recirculação segundo Camara (2017) de água na Aquaponia, toda a água vai para o tanque dos peixes são enviados para hortas, onde a água é filtrada pelas raízes. Após esta filtração, a água retorna ao tanque de peixes, reiniciando o ciclo.

O sistema de Aquaponia reduz a produção de resíduos de nutrientes, reduzir a eutrofização de rios e lagos. Equipamento do sistema Aquaponia, equipamentos e insumos que atendem a aquicultura, piscicultura e hidroponia, cultivo de hortaliças e, cultivar vegetais é uma coisa feita em área coberta, estufas, os custos podem ser maiores, mas será diluído ao longo do tempo devido aos retornos atividade financeiro.

Com fácil manuseio, a Aquaponia segundo Nascimento et al (2019) fornece alimentos alta qualidade. Sua prática pode ser feita em locais com pequena área, como apartamentos e casas que não têm muita água.

O que pode trazer dinheiro mais para a pessoa que usa este sistema, desde peixe e legumes produzidos e comercializados, tem sido vista como uma nova alternativa que pode usado para tratar águas residuais e reduzir o impacto ambiental das operações aquicultura e, atende plenamente à definição de agricultura sustentável, porque inclui a produção de

plantas e criaturas aquáticas, coletando nutrientes ciclos biológicos através do processo de simbiose (interação entre duas espécies), portanto, o uso de métodos não renováveis é mais eficiente.

3 | CONCLUSÃO

A Aquaponia tem uma grande contribuição para a produção de plantas e animais em um sistema, proporcionando assim uma maior necessidade de nutrientes do mundo, cada vez mais, a necessidade de estudos sobre o assunto.

Existem muitas vantagens deste sistema em relação ao comum, mas é preciso levantar questões, para compreender e superar várias questões referentes às dificuldades encontradas na introdução, operação e processos que ocorrem no sistema de Aquaponia.

A Aquaponia é uma tecnologia que garante a produção de proteína animal também planta, podendo ser plantada em pequenas áreas, resultando em um rico e nutritivo, além de geração de renda para pequenos agricultores familiares.

REFERÊNCIAS

BUSARELLO, C. J. et al. **Aplicação da automação para controle da produtividade em sistemas de Aquaponia**. 2021. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

CAMERA, M. C. **Aquaponia: ciência, tecnologia e sociedade através da perspectiva da educação ambiental**. 2017.

DICTORO, V. P. Conhecendo a Aquaponia: Técnica aliada à sustentabilidade. **Guia Universitário de Informações Ambientais**, v. 3, nº 1, p. 25-26, 2022.

NASCIMENTO, G. M. et al. Cultivo de plantas medicinais em sistema convencional e em Aquaponia. **Programa de Iniciação Científica-PIC/UniCEUB-Relatórios de Pesquisa**, 2019.

PFEIFFER, L. Aquaponia Inmed: cultivando uma nova geração de agricultores. **AgroANALYSIS**, v. 39, nº 9, p. 23-24, 2019.

THE GREEN REVOLUTION AND THE PARTICULARITIES OF ITS ADOPTION IN BRAZIL

Data de aceite: 02/01/2023

Jefferson Levy Espindola Dias

Department of Postgraduate Studies in Local Development, Dom Bosco Catholic University, Campo Grande-MS, Brazil
MBA – Master in Business Administration, Economist. University Teacher and Ph.D. Student

Cleonice Alexandre Le Bourlegat

Department of Postgraduate Studies in Local Development, Dom Bosco Catholic University, Campo Grande-MS, Brazil
Doctorate in Geography (Regional Development), MSc in Geography, Geographer. Professor and Ph.D. Supervisor

This paper is part of a Ph.D. research, and was supported by CAPES [Brazilian Federal Foundation for Support and Evaluation of Graduate Education - CAPES] under Grant number PDSE - 88881.361715/2019-01.

References were managed and created by Mendeley.

ABSTRACT: The Green Revolution was a program designed to increase agricultural production through the concept of monocultures' industrial agriculture.

Its technological package was also implemented in Brazil, but it was done in a particular way due to the internal agenda of Brazilian governments, and to the way both countries managed the geopolitical arena after World War II. The objective of this paper is to analyse these particularities and describe how the green revolution was adopted in Brazil. The work was carried out based on a wide theoretical review in books, articles, and reports, with secondary data from IBGE and CONAB, which were used to build the chronology and the interlacing of events. The appraisal allows the authors to demonstrate that the green revolution played a secondary role both in terms of geopolitics, as well as in terms of its technical execution since it was complementing agriculture modernization public policies that were already being developed in the country.

KEYWORDS: Brazil, adoption, Green Revolution, geopolitics, particularities.

RESUMO: A Revolução Verde foi um programa destinado a aumentar a produção agrícola através do conceito agricultura industrial de monoculturas. Seu pacote tecnológico também foi implantado no Brasil, mas de forma particular devido à agenda interna dos governos brasileiros e

à forma como ambos os países administraram a arena geopolítica após a Segunda Guerra Mundial. O objetivo deste artigo é analisar essas particularidades e descrever como a revolução verde foi adotada no Brasil. O trabalho foi realizado com base em ampla revisão teórica em livros, artigos e relatórios, com dados secundários do IBGE e da CONAB, que serviram para construir a cronologia e o entrelaçamento dos acontecimentos. A apreciação permite aos autores demonstrar que a revolução verde desempenhou um papel secundário tanto em termos geopolíticos, quanto em termos de sua execução técnica, uma vez que foi complementar as políticas públicas de modernização da agricultura que já vinham sendo desenvolvidas no país.

PALAVRAS-CHAVE: Brasil, adoção, Revolução Verde, geopolítica, particularidades.

INTRODUCTION

The term ‘Green Revolution’ has historically been linked to the cultivation of hybrid seed varieties and the spread of agricultural practices that led to an increase in grain yield since the 1940s in North America and Southeast Asia. The program is designed to increase production through seed breeding, the intensive use of industrial inputs (fertilizers, pesticides and herbicides), mechanization (tractors and irrigation), a whole set of practices aimed at standardizing monocropping management. This set of practices, referred to in the literature as ‘industrial agriculture’, increases the scale of production, but at a high cost due to the increase in inputs, although it demands less labor.

The awarding of a Nobel Peace Prize in 1970 accredited plant pathologist Norman Borlaug as the creator of the green revolution (EASTERBROOK, 1997; SWAMINATHAN, 2009; PATEL, 2013). His production technique was first brought to Mexico and then to India and the Philippines, making their grain yields nearly double, and significantly increasing food security in those countries, as it was disclosed by him and others. All three countries had part of their population starving because of food shortage. For this reason, these projects raised an important flag that was to end world hunger. A strong narrative that was ratified in lectures, reports, and articles, the main reason for his award, but that never became a reality.

Several researchers delved deeper into several facts around these projects and came up with a different perspective from the main narrative that was disclosed in the media. Authors from within and outside Brazil, such as Moniz Bandeira (1978), Buainain et al. (2014a), Alves (2013), Alcántara (1974), and Patel (2013) converged into an extensive content of facts and data that guided articles and theses that will be cited in the course of this paper. The first part of this article, therefore, seeks to promote a dialectic between the points of view of these studies, to broaden the understanding of what was sought by this movement called ‘the green revolution’.

Unlike countries like Mexico and India, which had technological packages pre-formatted in the United States and implemented by the Rockefeller Foundation in their lands, Brazil had been seeking to find internal solutions to the food problem of its population.

The Brazilian 'agricultural problem', in the beginning of the 20th century, was its inability to diversify its food production. Successful rice cultivation projects in 1906 (BESKOW, 1986 cited by CHELOTTI and CASTANHO, 2006), and with wheat in 1920, had already been achieved in the state of Rio Grande do Sul (a temperate climate region in the south), without greater investments in technology. These results, however, could not be achieved in the Southeast or in the Midwest plateau, regions of tropical climate with a biome called 'cerrado', where the soil has high acidity levels (high pH).

In 1949, a report prepared by a Joint Technical Committee Brazil-United States explained the limitations found in Brazilian agriculture, which were the result of little progress in cultivation techniques in the country (CASTRO, 1984). After almost three decades of investments in the industrialization of the country, a large part of the labor force had moved from the countryside to urban areas in search of jobs. These were families who cared for their livelihood and now had to buy their food. This change further increased the bottleneck in the surplus production capacity in rural areas. Thus, the modernization of agriculture became a major priority for Brazilian governments in the 1950s, although it was already an emergency that had not been prioritized previously.

After several presidents leaving agriculture in the background, the entry of the military in the government in 1964 marks the beginning of a period of increased investments in agriculture, which culminates in the implementation of the green revolution in the early 1970s. These investments aimed at three fundamental demands: research, technical assistance, and rural credit. The first two led up to the creation of institutions such as EMBRAPA (Brazilian Agricultural Research Corporation) in 1973, and EMBRATER (Brazilian Technical Assistance and Rural Extension Company) in 1974.

The other leg of this tripod was based on the release of credit lines for financing modernization projects, for which the SNCR (National Rural Credit System), that had already been created in 1965, received heavy contributions in the late 1960s and early 1970s (GRISA and SCHNEIDER, 2015). These were mostly directed to the center-south region where the focus of expanding agricultural frontiers was, and because it was ideal for large-scale agriculture.

Most of these resources came from external loans, which generated a significant increase in the country's external debt, especially with the increase of international interest rates during the oil crisis (1973). When the military took over the government in 1964, the Brazilian external debt represented 15.7% of the gross domestic product (GDP), and when they left the government in 1984, this percentage was equivalent to 53.8% of GDP¹.

Despite the indebtedness, all the investment made in Brazilian agriculture has paid off. The grain harvest in 1975 was of around 45 million tons, increasing to 83 million in 2000 and a forecasted 240 million tons in the 2019 harvest (CONAB, 2020). 433.3% increase in 44 years. However, this increase has a much slower profile before the year 2000 (84.4%),

¹ Data source: Adjusted IMF / CBB / IMF. Links to data: <https://goo.gl/oLtsL6>, <http://goo.gl/J9LpNR>, <http://goo.gl/kcrtWR>.

than afterward (189.2%). Should this growth be all ascribed to the green revolution? Since it all started in the 1970s, a steeper growth was to be expected, firstly because there was a great expansion of agricultural frontiers in the 1970-80 period, and secondly because the main goal of the technological package implemented by the green revolution was to increase productivity.

So, the question this study intends to answer is: how was the implementation of the green revolution in Brazil, compared to those carried out by Borlaug's projects in Mexico, India and the Philippines? Based on this guiding question, having as reference the social, economic and environmental situations found in these countries, this article aims to analyze the particularities of the adoption of the green revolution in Brazil and its consequences. To achieve this goal, an extensive literature review was carried out on articles, books, and reports, using secondary data from research and statistical public institutions that will be presented in the materials and methods section.

MATERIALS AND METHODS

This article was elaborated from research carried out for a doctoral thesis on the development of agriculture in Brazil. The thesis's final goal is to study the transition processes from conventional agriculture to agroecology. This, by its turn, is inserted within a reality that the literature calls the agricultural model's duality, which explains an agro-economy characterized by the existence of two sectors, one of which is the industrial agriculture, aiming at the export of commodities, and the other sector the family agriculture, which provides food for the domestic market. The scope of this work includes an analysis of the evolution of the former, that is, the export agriculture.

The green revolution, of course, had a major impact on the world. However, the way it was implemented, the motivations, the behavior of the countries involved, and its consequences, were not the same. Using the bibliographic method, through an extensive literature review in articles, books, and reports, both Brazilian and foreign, it became possible, initially, to go through a dialectical investigation between the worldview of the creators of the green revolution's technological package, and the studies carried out by various authors who researched about the implementation of these projects, the technical and political issues that orbited around them, and the consequences for the countries that hosted these projects.

The research is basic, based on the researcher's interest in supporting his doctoral thesis, and carries out a historical study that extends, mainly, between the 1930s and 1970s. Data approach is qualitative, and the analysis uses secondary data from the last three Agricultural Censuses, Demographic Censuses for surveying population and GDP (gross domestic product), and, also, PNAD (National Household Sample Survey) to survey the illiteracy index, all made available by IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics).

The historical series referring to crops were surveyed through CONAB (National Supply Company), and the cost of food in São Paulo calculated by FIPE (Economic Research Institute Foundation).

THE GREEN REVOLUTION

After the 2nd World War, the world is going through a period of great transformations due to important scientific and technological advances, as well as cultural and behavioral changes, headed mainly by the United States, due to the new world order created by the Bretton Woods System². Technological developments in the media and industrial mass production, as well as the speeches of freedom and equality peppered by abundant film production, fueled the dream of rapid economic growth, whose concept came to be known as the American Way of Life. This concept started to be presented to the world as a civilizing model to be followed, a model that is even present in the inaugural speech of American President Harry S. Truman in January 1949 (TRUMAN, 1949). In this speech, the term ‘underdeveloped’ was used for the first time in a text with international circulation. By presenting a model based on technological modernization, he was pointing out to the underdeveloped countries that this would be a standard to be reached through the help and international cooperation that was being offered to them by the ‘First World’ (ESTEVA, 1992; ESCOBAR, 2007 cited by FREITAS, CRUZ and RADOMSKY, 2016). At that time, the world was being offered two models with different social and economic proposals: capitalism and communism. The concept of development had, then, become a global issue, with an intense competition of two leaders – USA and USSR – for allies.

The possibility of development - understood as an improvement in the quality of life due to technological modernization - raised hopes and stimulated several initiatives in all societies, both in urban and rural areas (NAVARRO, 2001). One of these initiatives, as recorded by its mentor, took place in Mexico in the 1940s. In 1944, the plant pathologist Norman Borlaug (1914-2009) started a research project on high-yield dwarf wheat in Mexico, in partnership with Rockefeller Foundation, in a suitable area offered by the Mexican government. The objective was to help the ‘fragile’ Mexican agriculture that was experiencing extreme difficulty, through the introduction of the use of fertilizers, irrigation, and hybrid seeds. In this project, the scientists created new varieties of high-yield wheat and maize that made Mexico not only self-sufficient in wheat production but became an exporter of the product in 1963. Borlaug’s production technique was taken to the Philippines and India, making their production almost double, significantly increasing food security in those countries, as broadcast by the media. For this accomplishment, the researcher received the Nobel Peace Prize in 1970 (EASTERBROOK, 1997; SWAMINATHAN, 2009; PATEL, 2013).

In the 50s and 60s, other countries started adopting the concept of high yielding

² Federal Reserve History. Creation of the Bretton Woods System (July 1944). Digital Article is available at https://www.federalreservehistory.org/essays/bretton_woods_created. Accessed 16 Feb. 2020.

in the fields, among them, Pakistan and Brazil. The United States, that had already been using the system, began to export wheat in 1960, which stimulated the demand for new markets. In 1968, the president of the United States Agency for International Development, William Gaud, called the new technological achievements in agriculture ‘the green revolution’ (GAUD, 1968), a title that came to be used by current literature, and what led Borlaug to be called ‘the father of the green revolution’. Brazil, in turn, initially tried to import technology in the 1950s, which did not work for technical and political reasons. Technical reasons were because the seeds produced in the northern hemisphere were developed for a temperate climate (not adequate for the tropics); and, politically speaking, the focus of the governments in the 1940s-50s was on industrialization. In the external front, in turn, although the relationship between Brazil and the United States was classified by (HIRST, 2011) as ‘automatic alignment’, Brazilian presidents, in that period, were seen by the American government as biased towards communism, which led them not to support investments in Brazil during the 1950s.

This monitoring status by the Americans changes, however, with the rise to power of the military in 1964, a fact that had the support of the American government, assisted by the CIA (Central Intelligence Agency). Pinto, Fleischer, and Pandolfi (1994) cite a survey conducted by Leacock (1990) which ‘reveals that the CIA and the American Embassy, headed by Lincoln Gordon, had a much more radical reading of the Goulart government than it really was, in contrast to the reading made by the State Department, which was much more moderate’. The American government recognizes the military government even before president Goulart left the country for exile. Marshal Cordeiro de Farias (Armed Forces chief of staff in the Jânio Quadros administration) admitted to having requested fuel from the United States, which carried out a military logistical support operation with a fleet of oil tankers and some escort ships. This fact is also found in Lincoln Gordon’s statements. Pinto, Fleischer, and Pandolfi (1994) affirm that, after the coup, there was financial support, renegotiation of the Brazilian debt and other actions that left no room for doubts about Johnson’s support. Among these ‘other actions’, there was then full support for the implementation of the Green Revolution in the country, which emerges to ‘modernize Brazilian agriculture and ensure for the United States the Brazilian dependence on American products and technology, in addition to preserving the interests of its institutions on Brazilian soil’ (ALVES, 2013).

The implementation of the Green Revolution concept in the 1960-1970 period follows, to a certain extent, the Theory of Induced Innovation (TII) (HAYAMI and RUTTAN, 1971 quoted by OLIVEIRA, 2014) according to which if farmers did not adopt the proposed technological innovations, these should be induced to bring about a technical change in agriculture. This could not happen, however, without adequate cultivars for the *Cerrado* biome (present in the southeast, midwest, and part of the northeast regions, covering about 200 million hectares), which stretches for more than half of the country’s arable land, and whose main characteristic is its acidity (high pH level). Soil acidity hampers root growth and

needs to be managed before sowing. The weakest point of the package, therefore, was the seeds, that were developed for temperate climates. In Brazil, in the 1950s, the company Agrocere (AGROCERES, 2015) had already developed hybrid corn seeds more suitable for the Brazilian climate, and another constraint, the cerrado's soil acidity, which curtails plant growth, was also being studied. Uchoa (in 1925) and Vageler (in 1932) were already testing liming in soil management (WIETHÖLTER, 2000).

In the public sphere, in 1973, EMBRAPA (Brazilian Agricultural Research Corporation) was created, which started to research and develop cultivars adapted to the peculiar conditions of the different Brazilian biomes. Among the main high-performance varieties developed by EMBRAPA are soy, cotton, and beans (which Brazil used to import), as well as the Brachiaria pasture, which were all adapted for the cerrado. To have an idea of the impact of these new seed varieties, in 1960, the country had four agricultural products for export, and in the early 1990s, the number of products had come up to nineteen. The reflexes of the new technology also improved produce processing, which jumped from sixteen percent in the 1960s to eighty percent of these grains thirty years later (BAER, 2002).

This industrial-productivist version advocated by Gaud (1968), Borlaug (1970) and Glaeser (1987), was not accepted passively. One of the objectives of the Green Revolution, at its origin, was to address the problem of world hunger. A noble cause published according to an altruistic narrative and propagated by a country – the United States – the cradle of a capitalist and liberal state that is based on ideological assumptions for the defense of private property and free competition. Hunger is a phenomenon related to the population, and the population is a problem for the government, not for private companies. From this deduction follows the following question from the authors Foucault and Senellart (2008, p.317 quoted by PATEL, 2013): 'how can the phenomenon "population", with its specific problems and characteristics, be considered in a system concerned with issues of legal order and free individual company?' The narrative did not match the political, economic and historical obviousness.

The technological package involved inorganic fertilizers (made from by-products of petroleum), plant breeding that was being developed in California, and investment in agriculture research which existed for decades in the US (BRAND, 1945; MACCONNELL, 1953 cited by PATEL, 2013). So, why implement experimental projects in Mexico or India, and, yet, so consistent with the demands of the American government? Alves (2013), Patel (2013) and Moniz Bandeira (1978) demonstrate, with great propriety, that the Green Revolution was, above all, a solution instrument for a geopolitical matter of the first half of the 20th century: the cold war between capitalism and communism.

In a speech delivered by William Gaud in 1968, he comments that the revolution that everyone was witnessing 'was not a Red Revolution like that of the Soviets', but, rather, a green revolution (GAUD, 1968), referring, naturally, to the 'improvement' of plants, but alluding to the cold war. According to Patel (2013), the author John Harris brought a more elaborate

view regarding the use of this expression, who observed that the term was deliberately created to contrast with 'red revolution', due to the notion that developing countries would be willing to undergo far more profound changes due to a revolution in agriculture, than because of a radical political transformation. A revolution in agriculture represents life and hope, while a radical political transformation can have struggles and death. Hence, the reason for the political interests involved in the new agrotechnology (HARRIS, 1988, p.229, quoted by PATEL, 2013). It was not exactly what happened, however, in South America in the 1970s and 1980s with the advent of Operation Condor³, although it did not invalidate the changes that occurred in Brazilian agriculture.

The interest in using the green revolution as a 'silent' spread of capitalism was crystallized in a Rockefeller Foundation strategic document produced by the Agriculture Activities Advisory Committee that said that 'hungry people are attracted to promises, but can be won by actions. Communism makes attractive promises to malnourished people. Democracy must not only promise, but deliver' (ADVISORY COMMITTEE FOR AGRICULTURE ACTIVITIES, 1951, p.4, quoted by BRINKMANN, 2009). It is interesting to note that Navarro (2001) comments that 'in the group of countries then aligned with the socialist orbit, the proposals were not essentially different concerning technological formats, changing only the institutional apparatus, the forms of ownership and the redistribution of eventual productive results'. It seems, therefore, that the technology involved in the green revolution was also being developed in the countries of the communist bloc, and could, in principle, also be offered to any country.

Now, why implement the project in countries like Mexico, India and the Philippines? The three cases have great similarities: (1) they were all going through a period of great social and political disorganization when the projects were implemented; (2) there were debates about what knowledge would be necessary for agriculture to be 'successful', which was a way of rejecting outdated academics and old techniques and valuing new high-performance technologies; (3) the intervention involved government initiative and resources, and was not an equitable and democratic movement; (4) the model used was capital intensive and required training of specialists; and, (5) the foundations that led the projects were aligned with the interests of the American government. The three countries also had a large contingent of the population in a situation of food insecurity and had political groups aligned with the communist regime (PATEL, 2013).

With so many problems, why not accept the offer of a national savior? Although this was the narrative, the projects were implemented in areas of landowners who had the means to implement technology-intensive projects. Financing was readily available. As Patel (2013) describes it, the projects of Mexico, India, Pakistan, and the Philippines would not have progressed had it not been for the subsidies given by the respective governments.

³ About "Operation Condor", see "Predatory States: Operation Condor and Covert War in Latin America" by J. Patrice McSherry (2005).

Subsidies were a way of generating surplus grain, which was one of the goals of the program. Paddock (1970, p.898) comments that, in the Philippines, the food self-sufficiency program started in 1966 increased producer prices by 50%; the Mexican government bought the wheat produced on its land 33% above the international price; and, India and Pakistan doubled the price paid for wheat. Although the chairman of the USAID committee in 1968, Thomas Morgan, argued that farmers were not always encouraged to seek credit to invest in new technologies, Gaud (1968) defended subsidies – giving the example of all the countries mentioned above and, also, Chile and Brazil – by saying that higher prices paid to the producer were essentially the first incentive for them to plant more.

Brazil also felt the effect of the Green Revolution implementation in the late 1960s. Analysing the Brazilian case, agriculture was still lagging at the time, unable to meet the demands of a fast growing population, and was accused of being responsible for delaying the industry. The topic of agricultural development had already become a theoretical and empirical object of studies since the 1950s, asserting itself, therefore, as a socio-political problem (PORTO, 1997 cited by OLIVEIRA, 2014). The military government was very interested in investments in the agricultural sector due to the impact that it would have on the industrial sector (purchase of inputs and machinery), foreign exchange generation through exports, and domestic income. As such, it spared no effort to commit resources to finance its growth. These resources, however, did not reach all regions and all sizes of farmers equitably, with a preponderance in the center-south region due to the natural expansion of agricultural frontiers, where farmers with better financial conditions and access to credit were located, and who would be more likely to develop large-scale monoculture production. The focus, therefore, was on producers who agreed to implement a technology-intensive project, who had the availability of a good stretch of land with good quality soil. The state would provide training for extensionists (specialists) and provide rural credit (subsidies).

Completing the project's commercial strategy, the inputs (except the seeds) would be supplied by American multinationals. According to Alves (2013), there was a strong presence of multinational companies linked, at the time, to the Rockefeller group such as Cargill (food production and processing), American Coffee (coffee marketing), and EMA (mechanized agricultural services company). Also, the foundation itself invested in the acquisition of farms in Ubatuba-SP (MONIZ BANDEIRA, 1978), as well as becoming a partner in the Brazilian seed producer Agrocerec in 1955 (AGROCERES, 2015), which was already breeding seeds adapted to tropical regions.

The Brazilian government also played an active role in this process by opening institutions such as EMBRAPA, which researched seed improvement, EMBRATER (Brazilian Technical Assistance and Rural Extension Company) in 1974 for training extensionists and assisting farmers, and the SNCR (National Rural Credit System), created in 1965 to manage rural credit. According to Grisa and Schneider (2015), the reformulations in the agricultural credit subsidy and the minimum price guarantee policy (Decree-Law no. 79 of

19 Dec 1966) played the role of ‘inducing the expansion of the agricultural frontier, basically for the Southeast and Midwest regions’ (Ibid, p.130).

With the military in power, the spread of capitalism was taken for granted, and therefore the geopolitical issue was not a concern for the US government anymore. However, Brazil needed money, a lot of money, to finance all the investment that was being carried out at the time (not just in agriculture). This theme will be treated in more detail in the next section, which deals with the development of agriculture in Brazil, and which will be related to the implementation of the green revolution model at the end of the article.

THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE IN BRAZIL

With the industrial revolution implemented by President Getúlio Vargas in the 1930s, there was an increase in the exodus of workers from the countryside to the city, which caused an increase in the urban population and the demand for the purchase of food. These factors put pressure on the agricultural sector that was unable to satisfactorily meet this demand, which was considered to be one of the obstacles to the development of industrialization in the country. This problem was attributed to the fact that production was insufficient and that the population had a low income (CASTRO, 1984). In the 1950s, rural areas were home to 64% of the Brazilian population (IBGE, 2020) and 22.5% of GDP (BONELI, 2006), which demonstrates the economic weight that agriculture held in national accounts, although it was assuming a tendency of growth at decreasing rates due to the expansion of the industry. During this period, agriculture was, therefore, placed at the focus of government policies and social interests, and also inspired a growing set of theoretical debates (NAVARRO, 2001). This dynamic motivated the government and the business elite to mobilize for the implementation of an agriculture modernization program in the country.

A campaign carried out by the Vargas government that was extremely relevant to the expansion in agricultural production was the ‘march to the West’, that had its focus on encouraging the occupation of areas in the western frontier, but which also motivated an internal migration to the Cerrado region in the Midwest. According to Melo (1985 cited by (BUAINAIN et al, 2014a), ‘in the 1940s, 85% of the increase in agricultural production was due to the expansion of cultivated areas; for the 1950s, the figure was 72%; for that of 1960, 65%. [...] The occupation was not a peaceful process [...] and what was one of its objectives – to establish a reasonably equitable agrarian system – was entirely undermined’. Adding to this fact the strong performance of political oligarchies in the central-south region of the country, the result was a great concentration of land ownership. These properties ended up benefiting from technological innovations, cheap and unexplored land, capital subsidized by the government and the rising of labor cost (an attraction for labor), factors that created substantial advantages for large-scale production (BUAINAIN et al, 2014a).

The country’s industrialization project ran up against the absence of base industries

(raw materials, energy, and fuel). Vargas made good negotiations with the American government at the beginning of the 2nd world war and managed to make steel production viable in the early 1940s. In the 1950s it was the oil industry, and hydraulic power generation received large investments in the 1960s. Although industries were the priority of the 1940s and 1950s governments, modernizing the agricultural sector was becoming urgent. According to the IBGE, between 1900 and 1980, Brazilian GDP grew a hundredfold, and per capita income, tenfold. Between 1945 and 1960, in the post-war period, the Brazilian GDP grew around 6.3% per year. Therefore, there was a growing population, with per capita income on the rise, but experiencing constant shortages and had no greater availability of products for consumption because exports still did not generate enough foreign exchange to import industrialized products (PRADO, 2010). In the mid-1950s, industry growth no longer depended on the political will of the government, but it occurred naturally due to the demand of the new Brazilian consumers.

In 1949, the Brazilian government held a meeting of the Joint Technical Commission Brazil-United States, in which all the limitations found in Brazilian agriculture were made explicit, as a result of little progress in cultivation techniques (CASTRO, 1984). The commission's report ratified the existing bottleneck in the capacity of rural areas to supply food to the Brazilian population, which even led the government to import food, and which was also putting pressure on inflation. The report brought up the country's inability to produce food surpluses, which corroborated the need for the modernization of agriculture to become a major government priority between the 1950s and the 1970s. And that's exactly what the development plans created in the 1950s brought about, by starting to emphasize investments in the agricultural sector, including placing the need for investment in small producers and showing sensitivity to the reflection of the great concentration of land ownership for the sector's development. Despite this deference to small scale agriculture, the programs that came in the course of the 1960s gave a clear preponderance to the emergence of modernization of large-scale agriculture (CASTRO, 1984).

According to Schneider and Cassol (2013, p.7) with the exhaustion of the agro-export model of coffee and the intensification of industrialization by import substitution after the Second World War, the scenario of the Brazilian economy changes significantly. 'As of the 1950s, claims for land and social rights emerge in areas and regions that had not been colonized by European immigrants, such as the rural Northeast'. Social pressure leads the State to create the Land Statute (Law nr. 4.504 /1964) which, through its Art. 4, legitimizes dualism in the Brazilian agrarian formation with the segmentation of agricultural establishments into four fundamental categories: the *latifúndios* (land properties), rural companies, family properties and smallholdings (Ibid, p.7). Common characters in the Brazilian countryside such as the peasant and the settler did not appear in the statute. In 1966, the National Agrarian Reform Plan was created, which would later operationalize this duality of agricultural models. The inequality arising from this dualism can be demonstrated

by the Gini index of land concentration that reaches 0.855 in 1975 (GASQUES, VIEIRA FILHO, and NAVARRO, 2010).

The duality in rural areas (RODRÍGUEZ, SEPÚLVEDA, and ECHEVERRI, 2001; BIGGS and ELLIS, 2001), fueled by the existence of the sectors of industrial agriculture, focused on the export of commodities, and small scale agriculture, providing food for the domestic market, started to characterize Brazilian agriculture from the 1960s onwards. This concept was also disseminated by the Argentine economist Raúl Prebisch, whose school of thought – known as CEPAL – described that the society of underdeveloped countries had as a characteristic a ‘structural heterogeneity’ (PRADO, 2010). Prado Júnior (1979), in turn, defends the thesis that Brazil was thought to be an agrarian exporting colony from the beginning, which made the country go through economic cycles such as sugar, cotton, rubber, and coffee that, after 430 years of history, begins to change with the need for agricultural diversification defended by Vargas in 1930.

Vargas’ initiative takes as reference the success obtained in Rio Grande do Sul with innovations in the cultivation of rice in 1906 (CHELOTTI; CASTANHO, 2006), and with wheat in 1920, the latter a result of subsidies provided by Vargas himself when he was governor of the state (PESAVENTO, 1983). Diamond (1997) explains that the most common varieties of modern agriculture – such as rice, corn, wheat, and soybeans – were “domesticated” by the man in temperate climates, which explains the success of rice and wheat plantations in the country’s south. This fact, however, imposes great obstacles for its planting in countries with a tropical climate such as those in Latin America and Africa, which receives a very large amount of sun and heat. Upon reaching the republic’s presidency in 1930, Vargas expands the incentives for wheat production for the rest of the country, as its main objective was for Brazil to stop importing the product. However, all the effort placed in this program demonstrated, in 1955, that 75% of the production was still coming from Rio Grande do Sul, which ratified what Diamond said about seeds and temperate climates, and showed the production technical constraints of these cultures in tropical regions and, mainly, in the cerrado.

This phase of wheat expansion, with a strong state subsidy, ended in 1956 with the arrival of Juscelino Kubistchek in the government. The most important reasons that led to the collapse of wheat production were technical issues related to the tropical climate, constant crop failures, low price-productivity ratios, fraud in marketing the product and, also, geopolitical issues that led President Kubistchek to carry out a wheat exchange agreement (at unbeatable prices) for strategic radioactive ores (MONIZ BANDEIRA, 1978). Kubistchek, therefore, breaks with Vargas’ national populist developmentalism, towards developmentalism with strong support from international capital. The exchange of wheat for radioactive ores, which should have been done with the reciprocal transfer of technology, demonstrates one of the concessions made by the government to obtain external financing.

The new government, therefore, makes important changes that were supposed to

'open the doors' for the implementation of the agricultural model of the green revolution in Brazil. The Rockefeller and Ford foundations began to operate in Brazilian agriculture, working together with government institutions to bring further development. The reconciliation of Brazil's economic interests with American geopolitical interests should have set the beginning of the Green Revolution's implementation in Brazil in the late 1950s (ALVES, 2013). But it didn't. The fact that the American government believed that Presidents Juscelino Kubistchek, Jânio Quadros and João Goulart had communist tendencies, and that, in this case, the American institutions would not be safe, meant that the green revolution would only be implemented under a different political ideology, what only happened under the military regime.

In the 1960s, social movements were pushing for agrarian reform as a solution to the economic problems of the rural sector. Despite the creation of public institutions and the approval of new public policies, agrarian reform in the military government was quite restricted. On the other hand, agriculture modernization was, now, the priority. The Rural Credit Policy was created by Law nr. 4,829 / 1965 which provided credit lines for investments in agriculture. This credit policy was based on the new Land Statute, which led it to be written in a very general way, making access easier to larger landowners. In the period 1970-86, government subsidies transfers from the banking sector to agriculture was of the order of R\$89.48 billion (US\$ 80.53 billion at Aug/1994 prices), which represented 11.4% of agriculture's GDP (BACHA; DANELON; BEL FILHO, 2005). This was mostly financed by foreign loans.

The SNCR (National Rural Credit System) started to receive more resources to become 'the main stimulating and financing mechanism for the agriculture modernization policy and, consequently, the expansion of rural extension services throughout the country' (GRISA and SCHNEIDER 2015). Its resources were driven towards investments in large-scale agricultural projects, necessary to enable its high technological standard. (CASTRO, 1984) was referring to the technological package of the Green Revolution, but the money was also used in opportunities to expand agricultural frontiers to the center and the west. This fact will also concur to deepen the duality of agricultural models in the country: that of modern agriculture (industrial agriculture) aimed at exporting, and that of smallholders (small scale agriculture) aimed at supplying the domestic market.

Discussing the evolution of thought about rural development, Rodríguez, Sepúlveda and Echeverri (2001) identify in the literature two major strands of thought: the first, of an economic nature, is centered on the productive aspects and the economics of development; the second, of a multidisciplinary character, expands the scope of study and privileges historical, social and cultural issues, and its main influence is rural sociology and anthropology. In the 60s and 70s, when the concepts of the green revolution were implemented, the development plans of the military governments and the institutions created at that time show the influence of the modernist concept, which is aligned with the economic character.

Regardless of the structural changes already mentioned, in the early 1970s, the most repressive period of the military dictatorship, the government had in economic growth the ideal banner to legitimize the regime before a part of society (SANZ; MENDONÇA, 2017), at that moment represented by the middle and upper classes. Prado, in a lecture given in 2010, states that ‘the growth of the economy brought the appearance of normality, and there were significant gains in all sectors of the population. [...] This gave some comfort to the dictatorship, which did not need votes to legitimize itself, but growth’. Besides, privileging industrial agriculture meant generating foreign exchange through the export of agricultural commodities and consumption of industrialized products (machinery and inputs). The aspect of polyculture, in turn, returns to the scene after the military leaves government in 1984, when, then, the rural movements resurface to claim 20 years of silence.

Biggs and Ellis (2001) join Rodríguez, Sepúlveda and Echeverri (2001) when working with the evolution of the concept of rural development, using definitions that can be related to different times and regions within the history of Brazil. The four concepts are as follows: (1) the concept of the dual economy created by Julius Herman Boeke refers to the coexistence of two economic sectors within the same space, separated by different levels of development, technology and demand patterns, capital intensive and technologically more advanced, and another labor intensive and technologically primitive, which describes the simultaneous presence of traditional and modern sectors in a (post)colonial economy; (2) the concept of small farm efficiency comprises that small producers are rational and efficient economic agents, which can be related to small properties in the south and southeast that have managed to establish themselves in the market due to the support of local governments in training, rural extension, financing and social organization in the form of associations and cooperatives; (3) the concept of process-participation and empowerment has characteristics of social organization around sectoral demands such as movements in the field carried out by CONTAG and MST in the late 1980s and 1990s; and, (4) sustainable livelihoods that are well aligned with what we see today in areas that use agroecology guidelines, that is, agriculture developed on social, economic and environmental premises, respecting the particularities of sustainable agriculture.

For Navarro (2001), in the last 50 years, there have been two moments when rural development has been raised to a condition of singular preponderance in Brazilian history, inserting itself in the socio-economic agenda, instigating debates in the academic environment and moving organized groups to social action. The first of these moments represent the period that stretches from the postwar to the late 1970s; and the second moment, which is outside the temporal scope of this work, refers to the mid-1990s when 15 years of meager economic results motivated the resurgence of the debate on development. The changes that occurred in the postwar period give a notion of rural development molded into the “spirit of the time”, whose modernizing dynamics were being shaken by the admirable capitalist expansion of the “golden years” (1950-1975 period). This concept corroborates

the economic development aspect of Rodríguez, Sepúlveda, and Echeverri (2001), Boeke's concept of the dual economy (Biggs and Ellis 2001), the duality of agricultural models (RANGEL, 1981), as well as Prebisch's structural heterogeneity (PRADO, 2010), which all describe the existence of two sectors in the same economy, demonstrating the coexistence of the modern and the traditional, which is very clear in Brazil due to the existence of industrial and small scale agriculture.

The modernization of industry and agriculture, as explained by Rangel (2005), ended up generating technological unemployment both in the countryside and in the city, which resulted in an immense contingent of surplus workers, a situation that began to put pressure on the government due to increasing tensions and disturbances in the countryside (KOHLEPP, 2015). On the other hand, in the early 1970s, the North region was not yet integrated into the internal market which was being organized by the industrial sector and, also, the government saw the Amazon area as a 'demographic void' to be filled (RANGEL, 2005). Faced with this scenario, the military government began to work on the idea of state-led agrarian colonization, through which the surplus labor would be mobilized for the Amazon area, as an agrarian reform proposal. This strategy assumed, in principle, the engagement of this workforce, and it could, also, guarantee greater security and vitality of occupied spaces in border control.

In the new reality of productivist agricultural properties, Rangel (2005) clarifies that there is no longer a need to maintain workers within their lands, moving on to a specialized production entrepreneurial system in which the use of wage labor becomes seasonal, without involving the whole family. This meant the end of self-consumption agriculture produced by the peasant families within the property. Thus, according to this author, the new capitalist farm, with the capacity to occupy different locations employing advanced technologies, starts to require the availability of small farmers disposed in small independent plots of land, not too far away, capable of housing families that are able to produce for their consumption and nearby markets, under stable conditions, from which large farmers would recruit seasonal wage labor. These people could also perform non-agricultural services such as building houses, corrals, barns, etc. or work on the improvement of their production. This system was intended to create, according to Rangel (2005), a complementarity between the two models. On the one hand, the capitalist export monoculture company, capable of occupying land previously unsuitable for agriculture, and on the other, smallholder's polyculture farming producing food for their consumption and the domestic market.

Alongside the agrarian colonization projects, in the 1970s, rural development programs were implemented in the poorest regions (in the northeast and north), of which it was assumed that the 'natural' result would be a process of change in the way of producing food, which would leverage production and productivity, and would seal a virtuous relationship with an increase in income (ALMEIDA; PESSOA, 2010), which did not happen. And it actually couldn't have happened. The small farmers, who were the focus of such

programs that were meant to bring development 'to that place', did not have an education level high enough to apply the new technologies (according to 1976 PNAD, the illiteracy rate in the rural area of the northeast reached 64.5%), which makes rural extension even more necessary, and there was also the issue of financing investment through government programs, available but unattainable or unwanted by small farmers. Were these new technologies for them? In Mexico, some peasant communities consciously rejected the proposal for a green revolution (CLAWSON; DON, 1979 quoted by PATEL, 2013). Another important factor, which added to the success of the program in the southern region, but which was not part of the northeastern cultural roots, was the social organization in the form of associations.

The other Brazilian regions (South, Southeast, and Midwest) did not encounter any major problems concerning government programs aimed at the model of agricultural modernization. Rangel (2005) reminds us that, differently from the colonizing policies of the past, in this new context, the population encouraged to move was no longer the impoverished labor, but the southern farmers with an entrepreneurial spirit, who already knew this new production model and the market. While in the Midwest the expansion of agricultural frontiers walked at a fast pace, in the southern states, the diffusion of technology was further deepening socioeconomic differences among producers, which, within the dynamics related to capitalism itself, ended up being exclusive for those that did not follow the evolutionary process (CUNHA; SAVOLDI, 2010) and promoting a consolidation of properties in the market.

This first period of development ended in the late 1970s as a result of unsatisfactory results from the rural development proposals implemented in different countries concerning poverty reduction (GRISA; SCHNEIDER, 2015). The line of economic nature addressed by Rodríguez, Sepúlveda, and Echeverri (2001), found fertile soil in the cerrado, but not in the caatinga (the biome in the Northeast region). The center-south region of the country already had organizations (rural enterprises and cooperatives) that were imbued with the productivist (economic) aspect. In the north-northeast region, which has a social reality (more than half of the peasants and smallholders), geographic (the caatinga and the Amazon biome), and economic (high index of poor families) very different from the rest of the country, a multidisciplinary approach designed for the diversity of forms of agricultural production would have been more appropriate. The failure of the poverty reduction programs, combined with the stagnation of the post-war expansionist economic phase – which was followed, in Brazil, by the implementation of policies labeled as neoliberals, which came to weaken the role of the State – caused the theme of rural development be removed from the scenery of discussions (NAVARRO, 2001).

The process of expanding agricultural frontiers has not been without problems. An issue inherent to this expansion is deforestation, which, despite being inevitable, did not have an adequate legal organization, which caused the process to become troubled and

characterized by violent clashes. The lack of land ownership, the main reason for these conflicts, is a problem that mainly affects small farmers. Some technical issues were enhanced by the green revolution, such as erosion, the depletion of soil and other natural resources (water sources, natural reserves, etc.) caused by the uninterrupted use of monocultures (BUAINAIN *et al.* 2014b). Buttel (1995), discussing the agroecological transitions of the 20th century, argues that traditional small-scale indigenous agriculture has diversity as its pivot, that is, spatial variability, polyculture structure, species and genetic diversity that are essential for its maintenance. The manipulation of pesticides, in turn, brings damage both to health (including death) and to the environment (OLIVEIRA, 2014). Rangel (1962 cited by CUNHA and SAVOLDI, 2010), also states that mechanization reduced the demand for labor in the countryside, causing the rural exodus of this contingent of people to cities and, because they were not prepared to work in the urban environment, started to thicken the populations living in slums.

RESULT OF THE AGRICULTURE MODERNIZATION PROGRAM IN BRAZIL

The increase in production naturally brings positive effects to the market. With the increase in domestic supply, as well as high subsidies, the price of food fell in real terms between 1975 and 2007. Using the cost of life index of the Economic Research Institute Foundation (FIPE) for the period, the cost of food in São Paulo fell by more than 5% per year (BUAINAIN *et al.*, 2014a).

Production statistics, likewise, started to demonstrate the fact of the duality of agricultural models in the country. Figure 1 shows the phenomenal growth obtained by agriculture between the 1997 and 2013 harvests. According to CONAB, the grain harvest in 1975 was of the order of 45 million tons, 83 million in 2000 and 242 million tons in the 2019 harvest (CONAB, 2019). A variation (1975/2019) of 438%, but which shows a slower growth profile before the 1999-2000 harvest, and a stronger one thereafter, which is not only due to technological advances but also, to the ability to respond quickly to market demands that characterize globalized Brazil in the 21st century.

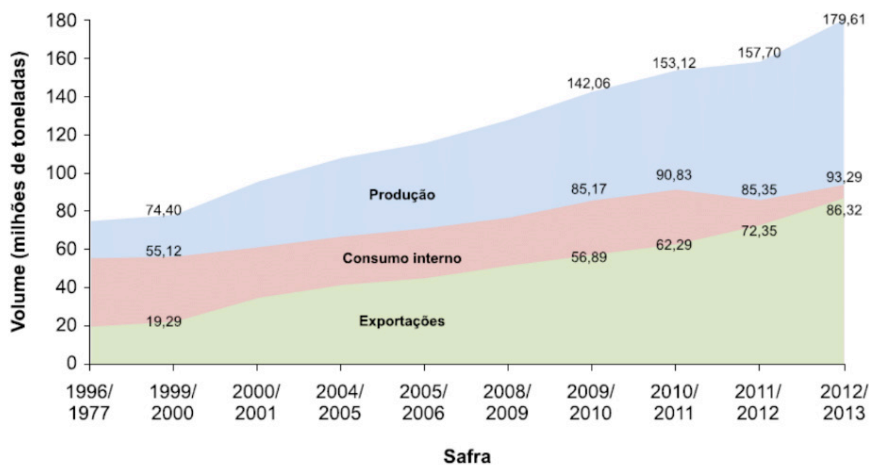


Figure 1. Production, internal consumption, and export of grains (millions of tons).

Source: Buainain *et al.* (2014a) – Public Domain EMBRAPA

The graph also shows the division between the portion of the harvest directed to domestic consumption and export markets. In the 1999-2000 harvest, 74.2% of production was consumed domestically, while 25.9% was exported. In the 2012/13 harvest, domestic consumption fell to 51.9%, while exports already reached 48% of production. Exports in the period went from 19.29 million tons in 2000 to 86.32 in 2013, which represents an increase in the production surplus (the portion not consumed internally and directed to export) of 348%, almost 2.5 times. Domestic consumption also grew by 69% in the 2000-2013 period, representing, in addition to human consumption, consumption directed towards animal feed as a result of herd growth.

Table 1 provides comparative information from the Agricultural Censuses of 1995-1996, 2006 and 2017, which aim to demonstrate the dynamics among these periods in the agricultural sector in Brazil. Regarding the number of establishments, there was an increase in the number of properties from 1995-96 to 2006 (6.5%) and a reduction from 2006 to 2017 (-1.97%), but even so, an increase of 4,4% from 1995-96 to 2017. There is an increase in the number of family farming establishments (properties with up to 4 fiscal modules, which predominantly use family labor, income predominantly from rural activity and establishment run by the family) for 1995-96/2006 of 5.5%, and a reduction in the period 2006-2017 of 10.7%.

Between 1995 and 2013, the agrarian reform program regularized land ownership for 1.23 million families (ROBLES, 2018), but the data indicate a process of land consolidation between the last two Censuses. The total number of properties was reduced by approximately 2%, and the respective total area increased by 5.3%, which could represent the continuation of the expansion of the agricultural frontier. However, the 2017 total area is still below that

of 1995-96. Therefore, this 5.3% increase represents the recovery of previously abandoned areas. The share of smaller establishments dropped by almost 11%, going from 85.17% (1995-96) to 76.82% (2017) of the total rural properties; the area corresponding to these properties also decreased from 30.49% to 23% and, consequently, the share of the gross value of production (GVP) of family farming also fell from 37.87% in 1996 to 23% in 2017. These numbers indicate the continuity of the process of consolidation of larger properties.

Agricultural Censuses	1995-96	2006	2017
Total Establishments	4.859.865	5.175.636	5.073.324
Family Agriculture Establishments	4.139.147 85,17%	4.366.267 84,36%	3.897.408 76,82%
Total Area (ha)	353 611 246	333 680 037	351 289 816
Family Establish. Area (ha)	107 816 068	80.102.694	80 891 084
Family Establish. Area (%)	30,49%	24,01%	23%
Family Agriculture Financing (Establishments)	25,3%	19,0%	15,4%
Gross Production Value (GPV)	R\$ 47,8 Bilhões	R\$303,6 Bilhões	R\$552,5 Bilhões
% of GPV in Family Agriculture	37,87%	33,23%	23%
Labor in Agriculture (%)	13.779.889 (76,85%)	12.266.000 (74%)	10.100.000 (67%)

Table 1. Comparative Data among Agricultural Censuses 1995-96/2006/2017

Source: Agricultural Censuses 1995-96/2006/2017 and Sidra Plataforma IBGE

The production of agriculture is basically explained by three factors of production: labor, land and technology (capital). According to the analysis carried out by Alves, Souza and Rocha (2012), the role of these three factors, between the 1995-96 and 2006 Agricultural Censuses, varied from 31.3% to 22.7% for work, from 18.1 % to 9.3% for land, and from 50.6% to 68% for technology. The decrease in the relative importance of labor in agricultural production is explained by the increase in tractors, which represents the level of mechanization present in agricultural establishments, which also denotes the increased importance of investments in technology in the result. Therefore, for a 100% increase in gross income, 9.3% would be explained by land, 22.7% by work, and 68% would be explained by technological inputs, which fundamentally require the availability of money and of education, to which rural companies have access, but which no longer happens to a significant portion of family farmers, as can be seen from the drop in the VBP of family farming in the three Agricultural Censuses. This indicates that just owning the land is no longer a guarantee of results. No matter how small, the farmer will need to make investments to maintain his business.

Oliveira (2007 apud FIORAVANTI, 2016) states that the fact that agribusiness is considered fundamental to the Brazilian trade balance and food production (“for the world”), collaborated “to allow the maintenance of the political and economic privileges of the landowner elite”. This targeting of benefits can be observed by the increasing concentration of income in rural areas. According to IBGE data referring to the 2006 agricultural census, compiled by Alves, Souza and Rocha (2012), 11.36% of the number of agricultural establishments concentrated 86.65% of the gross value of production (GVP) of agricultural properties in the country. These are properties that have a monthly income of ten to more than two hundred minimum wages (about R\$10,000 to R\$200,000 per month). Conclusion, therefore, is that 88.64% of agricultural establishments have a monthly income below 10 minimum wages (BUAINAIN *et al.*, 2014a).

Another indicator of the economic privileges of large properties is the level of access to rural credit. In the period from 1970 to 1986, rural credit transferred in the form of government subsidies from the banking sector to agriculture was around R\$89.48 billion (US\$80.53 billion at August/1994 prices), which represented 11.4% of agricultural GDP (BACHA; DANELON; BEL FILHO, 2005). This amount was practically all directed to the central-south region of the country, where the focus of the agricultural frontiers’ expansion was, at that time, that is, a region with the best possibilities of achieving greater production. The 1995-96 Census already indicates that 25.3% of family farming establishments benefited from rural loans, a percentage that dropped to 19% in the 2006 Census and to 15.4% in the last Census. Of the contingent of respondents to the 2006 Census, nearly half of them indicated that they “did not need” funding. Those who “needed the least” are in the groups of owners and producers of vegetables and flowers, demonstrating that they use their own capital or are financed by intermediary agents. A percentage of 21.8% of these farmers did not take out a loan for “being afraid of incurring in debt”, who are partners and tenants and are dedicated to all types of production (GRISA; SCHNEIDER, 2015).

An important index in the evaluation of results of the green revolution model is productivity since the improvement in productivity is fundamental for an increase in production without an equivalent expansion of the cultivated area or an exacerbated increase in inputs. Table 2, updated in 2019 by Gasques *et al.* (2019), brings the updated FTP up to the 2017 Agricultural Census. According to the authors, ‘Factors Total Productivity (FTP) can be understood as an increase in the product that is not explained by the increase in the quantity of the input, but by gains in productivity’ (1). The average annual growth rate of FTP for the period 1975-2017 (2nd column) was 3.43%. To get an idea of the meaning of this number, according to the United States Department of Agriculture (USDA/ERS, 2018), the historical annual FTP rate is 1.38%, and for the period 2007-2015, it was 0.53%. Therefore, Brazilian FTP can be considered quite high.

Produce shows an annual growth rate for the period 1975-2017 of 3.82% p.a. (which reflects an increase in production of almost 5 times) and the index of inputs, in the opposite

direction, shows a constant decrease throughout the period. Here it is interesting to observe what happened in each period studied, since the projects of the green revolution have, as a characteristic, an increase in inputs such as seeds, fertilizers, and herbicides. In the period 1975-79, we have the highest index in the series (1.52%), which is also accompanied by the second-highest rate of product growth (4.35%), second only to the 2000-2009 period (5.18%). These indices depict the period of implementation of agriculture modernization, added to the expansion of agricultural frontiers and the abundance of financial resources. The index of inputs falls in the following 10 years to 1.15% (a period in which there was even unavailability of state funding) and continues to fall systematically in the following decades, reaching a historic low in the last 7 years. Therefore, there is pressure from costs in the period of implementation of the agriculture modernization program, which follows a downward trend in the rest of the series for two reasons: firstly, due to the lack of credit in the 1980s and mid-1990s and, later, by technological advances that allowed for the substitution of imports and the search for more adequate and environmentally friendly solutions. The difference between the produce and input indices indicates, in turn, an increasing gross production value for rural activities in the country.

PERIODS	1975-2017	1975-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2000-2017
INDEX						
INDEX PRODUCE	3,82	4,35	3,38	3,02	5,18	4,06
INDEX INPUT	0,38	1,52	1,15	0,23	1,03	0,22
FTP	3,43	2,79	2,21	2,78	4,11	3,83
INDEX LABOR	-0,39	0,06	0,60	-0,22	-0,06	-0,90
INDEX LAND	-0,01	0,72	0,29	-0,32	-0,19	-0,07
INDEX CAPITAL (TECH)	0,78	0,74	0,25	0,77	1,28	1,20
PRODUCTIVITY						
PROD. LABOR	4,23	4,30	2,77	3,25	5,24	5,00
PROD. LAND	3,83	3,61	3,09	3,35	5,39	4,14
PROD. CAPITAL (TECH)	3,01	3,58	3,12	2,23	3,85	2,82

Table 2. Produce, Inputs and Factors Total Productivity Annual Growth Rate (%)

Source: Gasques *et al.* (2019) – Public Domain Ministry of Agriculture, Livestock and Supply

Below the FTP are the indices for the participation of labor, land, and capital in the economic result of agricultural establishments. It can be seen that labor and land have a negative rate in the period, which indicates a strong tendency to reduce the number of employed persons, as well as the cultivated area (due to the increase in productivity).

Conversely, there is a strong tendency to increase capital, which represents an augment of investments in technology. This index has a median growth in the period 1975-79, a weak performance during the “lost decade” (1980s), returns to median levels in the 1990s, but it has grown phenomenally in the last 17 years, demonstrating that technology came to strongly impact the Brazilian agriculture since the end of the 20th century.

On the other hand, labor and land productivity rates have been growing at high rates. Workforce productivity grew at an annual rate of 4.23%, which essentially reflects the improvement in the level of formal and informal qualification, and the use of equipment that increases work quality. Regarding the productivity of the land, it increases due to investments in research that result in seeds better adapted to the region it is planted, as well as products that allow for better soil preparation (GASQUES *et al*, 2019; ALVES *et al*, 2012).

DISCUSSION

The economic formation of Brazil was built based on tropical monocultures’ cycles that fed an agro-export model that reached exhaustion with the great depression of 1929. With the collapse of the international market, Getúlio Vargas was led to break 430 years of agroeconomic mimicry to make a shift to an industrialization model based on import substitution. At that time, there were only small manufacturing activities, without much market consistency. As the Brazilian oligarchic elite had savings from decades of agricultural exports and was concerned about the future of their investments, Vargas urged them to invest in their own country and worked to increase domestic income through incentives to form a middle class with consumption capacity.

The accelerated investment process in the industry starts to offer better jobs in urban areas, which leads to the exodus of families from the countryside to the city. These families, who previously produced their food, now have to buy it, which puts pressure on the agricultural sector that was unable to cope with the growth in demand. When the need for agricultural diversification comes up, the country’s dependency on food production from the south region also comes up, a situation far from ideal.

Vargas had already witnessed rice (1906) and wheat (1920) growing projects when he was Rio Grande do Sul state governor. Besides, he had Argentina as an example, which had a very diversified list of export products and which was much less affected by the fall of the American stock market in 1929. At that time, he did not know it yet, but the success of these cultivars was due to the temperate climate. Vargas, now as president, starts to implement similar projects across the country, but he comes up against the technical limitations of growing these cultivars in the central-southeast region, where the climate is tropical and the Cerrado biome is found.

With the identification of these limitations, projects to develop cultivars more appropriate for the Brazilian climate emerge, as well as solutions for high acidity soil (high

pH), as is the case in the cerrado. In the early 1930s, Brazilian researchers found, in the application of limestone, an efficient solution for the correction of acidity. On the other hand, the company Agroceres started to produce hybrid corn seeds in the 1940s, best suited for the Brazilian climate, a company that came to join the Rockefeller group in 1950.

The industrialization project is boosted by investments in base industries, which leads GDP to grow around 6.3% per year between 1945 and 1960 (IBGE, 2020). Therefore, there was a growing generation of new consumers in the country, with per capita income on the rise, whose demand for consumer products was naturally feeding the industry sector growth, but which also put even more pressure on food production.

In the early 1950s, in addition to the problems caused by retrograde agrarian structures, there were also social conflicts caused both by forces that were fighting for change and by those that resisted progressive demands (PRADO, 2010). In a time of economic growth, but politically and socially troubled, Juscelino Kubistchek took office as President in 1956, after almost having suffered a coup d'état by the military. In his government, Kubistchek opens the market to foreign industries to continue to substitute imports. To finance his government's plan (called 'fifty years in five', which included the new capital Brasília), several loans are taken from American financial institutions, which lead his government to end with a great debt, and with serious socioeconomic problems that had been escalating and converging to a major crisis. This situation is aggravated by the political instability of Jânio Quadros and João Goulart's governments, who came up with proposals for base reforms considered to be of communist tendency, which led to the military coup in 1964 (PRADO, 2010).

The facts demonstrate that the American government was supportive of the military coup in Brazil (PINTO; FLEISCHER; PANDOLFI, 1994). There was a request for fuel supply by the Brazilian military, which was promptly answered by the United States. A curious fact, however, the Brazilian government, on the eve of a military coup, requesting fuel. Brazil was certainly not just running out of fuel, but reaching an extreme financial difficulty. The authors affirm that, after the coup, there was financial support, renegotiation of the Brazilian debt and other actions that later came to incorporate the implementation of the Green Revolution. The narrative was to 'modernize Brazilian agriculture', but it put Brazil in a situation of dependence on American products and technology, in addition to heavy loans that took the Brazilian external debt to the level of 53.8% of GDP in 1984 when the military left the government.

The military government put in place a fiscal organization agenda which improved the economic situation in the late 1960s. With the resumption of the job market, the military sees in a strong economy a way to legitimize the military regime for effectiveness, that is, to reinforce the argument that there was compensation for the loss of freedom in economic growth. Within this context, the modernization of agriculture became an urgent matter for being a link to the supply of food to society; for becoming a consumer of industrialized inputs;

for generating income internally; for leveraging exports, generating foreign exchange; and for providing labor to other sectors (industry and services).

In the early 1970s, the first PND (National Development Plan) did not impact the sector for being too much restricted to certain areas and products. In the second PND, though, the new plan ratifies the need to “adapt the techniques to local ecological conditions”, and recognizes that “the possibilities for the contribution of imported technology [were] limited”. This recognition leads the government to continue investing with priority in research and rural extension, which culminates in the creation of EMBRAPA and EMBRATER, and which demonstrates that technological development was being carried out internally, through public policies and by Brazilian institutions. Large-scale monocropping projects reproduced quickly, but the growth based on the increase in productivity would only come later, with a more consistent technological advance.

According to Alves, Contini and Gasques (2008), from 1931 until the 1970s, the country’s grain productivity remained stagnant. CONAB data (2020) show that the increase in productivity started to assume a more consistent profile (above 1,200 Kg/ha) in the 1979/80 harvest, exceeds the historical landmark of 1,500 Kg/ha in 1987, reaches 3000 Kg/ha in 2008, and comes up to a phenomenal 3,830 Kg/ha in the 2018/19 harvest. It can be observed, therefore, that the increase in productivity, so propagated by the green revolution, only really occurred in Brazil in the 1980s, as a result of the strong performance in research carried out by Embrapa, followed by the creation of postgraduate courses, but still investing in rural extension through Embrater. This recipe caused a real scientific revolution and made Brazilian grain production explode (Ibid., p.72-73).

Considering all the investment made by the government around agricultural modernization, as can be seen in the item ‘productivity’ in Table 2, most of the initial impact was due to investments in labor qualification (4.30%) and the expansion of planted areas (3.61%), although 3.58% of investment in technology cannot be underestimated. The results improved at the end of the ‘70s, but they dropped a lot in the ‘80s (the “lost decade”), and only started to assume a stronger growth trend after 1997, when new technologies, better adapted to Brazilian biomes (special emphasis for soybeans in the Cerrado), made Brazilian production jump both in production and in productivity.

It can be concluded that the process of implementing the green revolution projects in Mexico, India and the Philippines has very different characteristics from what happened in Brazil. In reality, Brazil did not have an external technological package implemented in its territory, but rather, a demand for agriculture modernization that was gradually met throughout 40 years of profound structural transformations, and through public policies elaborated by the offices that followed. Obviously, American companies and ‘capitalism’ did profit a lot in the process, but a fundamental part of the package – the seeds – was developed in the country. Investments’ results, however, began to appear in the second half of the 1970s and became truly revolutionary at the end of the 1990s.

REFERENCES

AGROCERES. **Agroceres 70 Anos - Você vê, você confia!** [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://agroceres.com.br/Painel/uploads/11052016121225.pdf>>.

ALCÁNTARA, C. H. DE. The 'Green Revolution' as history: the Mexican experience*. **Development and Change**, v. 5, n. 2, p. 25–44, maio 1974.

ALMEIDA, F. P. DE; PESSOA, V. L. S. QUEM PERDEU COM A MODERNIZAÇÃO AGROPECUÁRIA?: Considerações sobre as relações de troca na avicultura brasileira (1970-1985 e 1986-2008). **Geo UERJ**, v. 1, n. 21, p. 120–134, 2010.

ALVES, C. T. **A Revolução Verde na Mesorregião Noroeste do RS (1930-1970)**. [s.l.] Universidade de Passo Fundo, 2013.

ALVES, E. *et al.* Um modelo de produção para a agricultura brasileira e a importância da pesquisa da Embrapa. **Revista de Política Agrícola**, v. 1, n. 4, p. 35–59, 2012.

ALVES, E. R. DE A.; CONTINI, E.; GASQUES, J. G. Evolução da produção e produtividade da agricultura Brasileira. **Agricultura Tropical: Quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**, p. 67–99, 2008.

BACHA, C. J. C.; DANELON, L.; BEL FILHO, E. DEL. Evolução da taxa de juros real do crédito rural no Brasil - Período de 1985 a 2003. **Teoria e Evidência Econômica, Passo Fundo**, v. 14, n. 26, p. 43–70, 2005.

BAER, WERNER. **A Economia Brasileira**. 2a. ed. São Paulo: Nobel, 2002.

BIGGS, S.; ELLIS, F. Evolving themes in rural development 1950s-2000s. **Development Policy Review**, v. 19, n. 4, p. 437–448, 2001.

BRINKMANN, B. M. Fighting World Hunger on a Global Scale: The Rockefeller Foundation and the Green Revolution in Mexico. **The Rockefeller Foundation**, p. 1–8, 2009.

BUAINAIN, A. M. *et al.* **O Mundo Rural no Brasil do Século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília: Embrapa, 2014.

BUAINAIN, A. M. *et al.* **O Mundo Rural No Brasil Do Século 21**. [s.l.: s.n.].

BUTTEL, F. H. **Transiciones agroecológicas en el siglo xx: análisis preliminar Agricultura y sociedad**, 1995.

CASTRO, A. C. CIÊNCIA E TECNOLOGIA PARA A AGRICULTURA: Uma Análise dos Planos de Desenvolvimento. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, 1984.

CASTRO, J. DE. Geografia da fome. O dilema brasileiro: pão ou aço. **Rio de Janeiro**, p. 361, 1984.

CHELOTTI, M. C.; CASTANHO, R. B. Territórios da Lavoura de Arroz e de Soja no Rio Grande do Sul: Especificidades na Produção do Espaço Agrário Regional. **Sociedade & Natureza**, v. 18, n. 34, p. 115–132, 2006.

CONAB. **CONAB - Acompanhamento das Safras Brasileiras**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>>. Acesso em: 26 fev. 2020.

CUNHA, L. A.; SAVOLDI, A. Uma Abordagem sobre a Agricultura Familiar, PRONAF e a Modernização da Agricultura no Sudoeste do Paraná na Década de 1970. **Revista Geografar**, v. 5, n. 1, p. 25–45, 2010.

EASTERBROOK, G. *Forgotten Benefactor of Humanity*. 1997.

FREITAS, G. R. DE; CRUZ, M. J. R. DA; RADOMSKY, G. F. W. PÓS-DESENVOLVIMENTO: A Desconstrução do Desenvolvimento. *Em: Introdução as Teorias do Desenvolvimento Local*. Port: Editor UFRGS, 2016. p. 92–98.

GASQUES, J. G. *et al.* Produtividade da Agricultura Brasileira – Algumas atualizações. **MAPA - SPA**, 2019.

GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. **A Agricultura Brasileira: Desempenho, Desafios e Perspectivas**. Brasília: IPEA, 2010. v. 0

GRISA, C.; SCHNEIDER, S. (ORG.). **Políticas Públicas de Desenvolvimento Rural no Brasil**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2015.

HIRST, M. E. S. **As Relações Brasil-Estados Unidos desde uma Perspectiva Multidimensional: Evolução Contemporânea, Complexidades Atuais e Perspectivas para o Século XXI**. Porto Alegre: UFRGS, 2011.

IBGE. **Estatísticas do Século XX**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

____. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>.

KOHLHEPP, G. Tipos de colonização agrária dirigida nas florestas brasileiras: exemplos históricos. **Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 4, n. 3, p. 102–121, 2015.

MONIZ BANDEIRA, L. A. **A Presença dos Estados Unidos no Brasil (2 Séculos de História)**. 2 Ed. ed. Rio de Janeiro: Ed. Civilização Brasileira S/A, 1978.

NAVARRO, Z. Desenvolvimento Rural no Brasil: Os Limites do Passado e os Caminhos do Futuro. **Estudos Avançados**, v. 15, n. 43, p. 83–100, 2001.

OLIVEIRA, D. Produção de conhecimentos e inovações na transição agroecológica: o caso da agricultura ecológica de Ipê e Antônio Prado/RS. p. 230, 2014.

PATEL, R. The Long Green Revolution. **Journal of Peasant Studies**, v. 40, n. 1, p. 1–63, 2013.

PESAVENTO, S. J. **RS: agropecuária colonial e industrialização**. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1983.

PINTO, A. P.; FLEISCHER, D.; PANDOLFI, D. **21 Anos de Regime Militar: Balanços e Perspectivas**. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1994.

PRADO JÚNIOR, C. **História Econômica do Brasil**. 20. ed. São Paulo: Brasiliense, 1979.

PRADO, L. C. D. O desenvolvimentismo autoritário de 1968 a 1980. **O Desenvolvimento econômico brasileiro e a Caixa**, p. 23–34, 2010.

RANGEL, I. DE M. A historia da dualidade brasileira.pdf. **Revista de Economia Política**, v. 1, n. 4, p. 5–34, 1981.

____. **A questão agrária e o ciclo longo**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

RODRÍGUEZ, A. G.; SEPÚLVEDA, S.; ECHEVERRI, R. Hacia un enfoque territorial del desarrollo rural. **Perspectivas Rurales Nueva Época**, v. 5, n. 10, p. 31–78, 2001.

SANZ, B.; MENDONÇA, H. O lado obscuro do 'milagre econômico' da ditadura: o boom da desigualdade. **El País**, p. 1–7, 2017.

SWAMINATHAN, M. S. Norman E. Borlaug (1914–2009): Plant scientist who transformed global food production. **Nature**, v. 461, n. 894, 2009.

TRUMAN, H. S. Inaugural Address of the President Harry S. Truman. **Bartleby.com**, 1949.

WIETHÖLTER, S. **Calagem no Brasil**. Embrapa CNPT. Passo Fundo - RS: 2000.

Table 2. Produce, Inputs and Total Factor Productivity. Table 2 was elaborated by the Ministry of Agriculture, Livestock, and Supply, and is, therefore, of Public Domain. Available at <http://www.agricultura.gov.br/noticias/produtividade-da-agropecuaria-cresce-3-43-ao-ano/> NOTA05.02.2019Produtividade002.docx. Access 10 Nov. 2019.

Figure 1. Type your caption here. Obtain permission and include the acknowledgment required by the copyright holder if a figure is being reproduced from another source.

CAPÍTULO 6

BRUCELOSE ANIMAL: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Data de submissão: 10/11/2022

Data de aceite: 02/01/2023

Adriana Prazeres Paixão

Universidade Estadual do Maranhão,
Programa de Pós-graduação Profissional
em Defesa Sanitária Animal
São Luís, Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/9251050234689040>

Tânia Maria Duarte Silva

Universidade Estadual do Maranhão,
Programa de Pós-graduação Profissional
em Defesa Sanitária Animal
São Luís, Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/2808334814052381>

Herlane de Olinda Vieira Barros

Universidade Estadual do Maranhão,
Programa de Pós-graduação Profissional
em Defesa Sanitária Animal
São Luís, Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/8281333471408426>

Sara Ione da Silva Alves

Agência Estadual de Defesa Agropecuária
do Maranhão <http://lattes.cnpq.br/6240407060312360>

Carla Janaina Rebouças Marques do Rosário

Universidade Estadual do Maranhão,
Programa de Pós-graduação Profissional
em Defesa Sanitária Animal
São Luís, Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/8929786232927576>

Amanda Mara Teles

Universidade Estadual do Maranhão,
Programa de Pós-graduação Profissional
em Defesa Sanitária Animal
São Luís, Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/3933255152524601>

Nancyleni Pinto Chaves Bezerra

Universidade Estadual do Maranhão,
Programa de Pós-graduação Profissional
em Defesa Sanitária Animal
São Luís, Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/7603276259449956>

Danilo Cutrim Bezerra

Universidade Estadual do Maranhão,
Programa de Pós-graduação Profissional
em Defesa Sanitária Animal
São Luís, Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/5619846020646340>

Viviane Correa Silva Coimbra

Universidade Estadual do Maranhão,
Programa de Pós-graduação Profissional
em Defesa Sanitária Animal
São Luís, Maranhão
<http://lattes.cnpq.br/5735297692590207>

RESUMO: Este estudo teve como objetivo explorar teoricamente sobre a brucelose animal sob o aspecto qualitativo, por meio

da análise e síntese das informações, fundamentadas em citações de fontes de pesquisa. O método utilizado foi a revisão bibliográfica descritiva, no período entre 2021 e 2022, por meio de bases de dados, como: Scielo, Elsevier, Web of Science, Scopus, PubVet e Science Direct. Foram utilizados descritores (em inglês e português) tais como, brucelose, zoonose, saúde única, impacto econômico, prevenção e controle, pesquisados em artigos científicos, livros, dissertações e teses. A revisão de literatura proposta neste estudo, sobre a brucelose animal, foi imprescindível por se tratar de uma doença cosmopolita e que gera diversos impactos negativos. Ressalta-se a importância da análise contínua sobre o tema, com o objetivo de proporcionar perspectivas voltadas à prevenção e ao controle efetivo da sanidade animal e a adoção de políticas públicas relacionadas à saúde única.

PALAVRAS-CHAVE: *Brucella abortus*; zoonose; saúde única.

ANIMAL BRUCELLOSIS: A REVIEW OF THE LITERATURE

ABSTRACT: This study aimed to explore theoretically about animal brucellosis under the qualitative aspect, through the analysis and synthesis of information, based on citations of research sources. The method used was a descriptive literature review, in the period between 2021 and 2022, through databases such as Scielo, Elsevier, Web of Science, Scopus, PubVet and Science Direct. Descriptors were used (in English and Portuguese) such as brucellosis, zoonosis, single health, economic impact, prevention and control, searched in scientific articles, books, dissertations and theses. The literature review proposed in this study on animal brucellosis was essential because it is a cosmopolitan disease that generates several negative impacts. We emphasize the importance of continuous analysis on the subject, aiming to provide perspectives aimed at the prevention and effective control of animal health and the adoption of public policies related to the single health.

KEYWORDS: *Brucella abortus*; zoonosis; single health.

1 | INTRODUÇÃO

A atividade agropecuária tem assumido importante participação econômica, tornando-se relevante para o aumento da geração de riqueza e crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil. O país se destaca por possuir um dos principais rebanhos bovinos comerciais, considerado o segundo maior produtor mundial de carne, com aproximadamente 215 milhões de cabeças, apresentando-se como um dos grandes esteios da economia brasileira (IBGE, 2017; EMBRAPA, 2019; ABIEC, 2020).

A produtividade do setor está condicionada a diversos fatores da cadeia produtiva, sendo um deles a prevenção e controle de doenças, principalmente as zoonoses, que são patologias de interesse para a saúde pública, com destaque para a brucelose.

A brucelose animal é uma doença infectocontagiosa, ocasionada por bactérias do gênero *Brucella*, de caráter crônico e de fácil disseminação. Acarreta prejuízos econômicos diretos e indiretos, considerada como doença de caráter ocupacional por causar incapacidade laboral nos seres humanos que fazem parte do grupo de risco, como veterinários, laboratoristas e auxiliares de abatedouros (FARIAS et al., 2019).

A enfermidade é caracterizada como infecção da esfera reprodutiva e o abortamento no terço final da gestação de fêmeas bovídeas é um dos principais sinais clínicos, além do nascimento de crias fracas ou natimortos, redução da produção de leite e retenção de placenta, já nos machos, causa orquite, epididimite e infertilidade.

Quanto à distribuição no mundo, países como, Bélgica, Dinamarca, Alemanha, Holanda, Suécia, Austrália, Japão e Canadá implantaram programas sanitários e já erradicaram a brucelose, no entanto há um aumento do número de casos na Ásia Central e Sudeste Asiático (ZHANG et al., 2018; OIE, 2019). Em países africanos possui endemicidade elevada, em animais e seres humanos (CÁRDENAS et al., 2019; DADAR; SHAHALI; WHATMORE, 2019).

A doença está disseminada nos países da América do Sul, inclusive no Brasil e diversos estados brasileiros têm realizado estudos de caracterização epidemiológica com prevalência bastante heterogênea. Com o objetivo de reduzir o impacto negativo da brucelose e tuberculose no rebanho bovino e bubalino, além de colocar em evidência a competitividade da pecuária nacional, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), instituiu no ano de 2001, o Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal (PNCEBT) (BRASIL, 2006; FERREIRA NETO, 2018).

Segundo a Instrução Normativa (IN) nº 10/2017, que estabelece o regulamento técnico do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal (PNCEBT), as Unidades da Federação devem ser classificadas de acordo com o grau de risco para brucelose. Define, ainda, os procedimentos sanitários a serem adotados de acordo com esta classificação (BRASIL, 2017).

Por ser uma zoonose emergente e ter consequência na comercialização internacional de animais, produtos e subprodutos, a brucelose é de notificação obrigatória, conforme a Instrução Normativa (IN) nº 50 de 24 de setembro de 2013 e está inserida na lista das doenças de múltiplas espécies do Código Sanitário para Animais Terrestres da Organização Mundial de Sanidade Animal (BRASIL, 2013; WOA, 2022;). Dada à importância epidemiológica, econômica, ambiental e para a saúde pública da brucelose, objetivou-se explorar dados literários sobre a enfermidade de forma a contribuir com o avanço e progresso da ciência na atualidade.

2 | METODOLOGIA

Para a realização deste estudo foi utilizado o método de revisão bibliográfica narrativa, com o objetivo de explorar teoricamente o tema sob o aspecto qualitativo, por meio da análise e síntese das informações, fundamentadas em citações de fontes de pesquisa em bases de dados, como: Scielo, Elsevier, Web of Science, Scopus, PubVet e Science Direct.

O levantamento foi realizado no período entre 2021 e 2022, utilizando os seguintes

descritores (em inglês e português) para pesquisa nas bases supracitadas: brucelose, zoonose, saúde pública, impacto econômico, etiologia e patogenia. Foram considerados artigos científicos, livros, dissertações e teses. Foram excluídos os arquivos, que após análise do conteúdo, não estavam relacionados ao tema proposto.

3 | REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Definição

A brucelose é uma zoonose de alta prevalência, de caráter crônico, causada pela bactéria do gênero *Brucella*, que acomete todas as espécies domésticas, silvestres e o homem, com impacto na reprodução, ocasionando abortamento, principalmente nas fêmeas bovídeas. Possui distribuição universal, de fácil disseminação, que afeta o desenvolvimento da pecuária e comércio internacional, gerando prejuízos sanitários, econômicos e sociais ao sistema produtivo. É uma enfermidade de caráter ocupacional e que gera severos danos à saúde pública (OIE, 2016; FARIAS et al., 2019; JIÃO et al., 2021; LOPES et al., 2022).

3.2 Etiologia

As bactérias do gênero *Brucella* pertencem à classe *Proteobacteria*, ordem *Rhizobiales*, família *Brucellace*. São cocobacilos gram-negativos, imóveis, intracelulares facultativos, não esporulados, que medem de 0,6 a 1,5 μm x 0,5 a 0,7 μm (VELASCO et al., 2000; REDKAR et al., 2001; PROBERT et al., 2004).

Os microrganismos do gênero *Brucella* apresentam resistência aos fatores ambientais, permanecem em locais úmidos e com matéria orgânica, sem incidência direta da luz solar e em pH neutro, podendo sobreviver, por período prolongado, em pastagens, anexos fetais e fetos abortados. São suscetíveis ao tratamento pelo calor, com o uso da pasteurização, por exemplo, e soluções como, o hipoclorito de sódio, álcool 70%, cal, cloro, cresol, fenol e formol, que devem ser empregados na desinfecção do ambiente, equipamentos e instalações (PAULIN; FERREIRA NETO, 2003; BRASIL, 2006; LAGE et al., 2008).

A classificação antigênica do gênero *Brucella* é baseada na constituição química da parede celular do microrganismo, sendo dividido em duas linhagens, dependendo da presença ou ausência da cadeia de polissacarídeo O na molécula de lipopolissacarídeo (LPS). Da linhagem lisa ou clássica fazem parte *B. abortus*, *B. melitensis* e *B. suis* e, da linhagem rugosa que se caracterizam com a ausência da cadeia O na membrana celular da bactéria, fazem parte as espécies *B. canis* e *B. ovis* (PAULIN; FERREIRA NETO, 2003; LAGE et al., 2008; SOLA et al., 2014; MEGID, 2016).

Foram reconhecidas onze espécies no gênero *Brucella* e suas respectivas predileções por hospedeiros específicos: *B. abortus* (bovinos e bubalinos), *B. melitensis* (ovinos e caprinos) e *B. canis* (cães), são as que infectam o ser humano com maior frequência, *B.*

ovis (ovinos), *B. suis* (suínos), *B. ceti* e *B. pinnipedialis* (mamíferos marinhos), *B. inopinata* (humanos), *B. microti* (roedores), *B. neotomae* (ratos do deserto), *B. vulpis* (raposas) e *B. papionis* (babuíños) (MEDIG, 2016; SOLER-LLORENS et al., 2016; SPICKLER, 2018).

3.3 Patogenia e sinais clínicos

A infecção natural por *Brucella* spp. ocorre por meio do contato do agente etiológico com a mucosa dos orifícios nasal, ocular ou genital e/ou por soluções de continuidade na pele, sendo a mucosa orofaríngea a principal porta de entrada para os bovídeos (BISHOP et al., 1994; ACHA e SZYFRES, 2001). O grau de patogenicidade das bactérias do gênero *Brucella* está relacionado com os mecanismos que permitem sua invasão, sobrevivência e multiplicação intracelular nas células do hospedeiro, mantendo-as protegidas da ação do sistema imune (ARÉSTEGUI et al., 2001; NIELSEN et al., 2004; XAVIER et al., 2009).

Após penetrar na mucosa, as bactérias são fagocitadas principalmente por macrófagos e carregadas até os linfonodos regionais, onde se multiplicam e podem permanecer por semanas a meses, levando à hiperplasia e linfadenite (BISHOP et al., 1994; BATHKE, 1988; LAGE et al., 2008; NETA et al., 2009), com a multiplicação inicial, atingem a corrente sanguínea por meio do duto torácico, dentro dos macrófagos ou livres no plasma (XAVIER et al., 2010) e atinge os tecidos do hospedeiro, colonizando principalmente órgãos ricos em células do sistema mononuclear fagocitário: baço, fígado, linfonodos, aparelho reprodutor masculino, útero e úbere (ACHA & SZYFRES, 2001; PAULIN, 2003; BRASIL, 2006).

Os órgãos afetados pelo gênero *Brucella* são aqueles que oferecem elementos fundamentais para o seu metabolismo, como o eritról, encontrado no útero gravídico, tecidos mamários, osteoarticulares e órgãos do sistema reprodutor masculino (SOLA et al., 2014). O feto também produz o eritról e é o provável responsável pela predileção da infecção por este órgão (LOPES; ZAPPA, 2013).

Ao atingir a placenta, a bactéria tem predileção pelo epitélio trofoblástico, resultando em placentite necrótica (BRASIL, 2006). Essas lesões necróticas-inflamatórias placentárias levam ao comprometimento da circulação materno-fetal, impedindo a passagem de nutrientes e oxigênio da mãe para o feto, provocando assim o aborto (ACHA; AZYFRES, 2003). Após o aborto a bactéria migra para outros órgãos, como a glândula mamária e os linfonodos supramamários, podendo desencadear mastite crônica ou manter-se quiescente nos linfonodos mamários até a gestação subsequente (GRASSO; PAULIN, 2000).

Os machos podem apresentar geralmente orquite e epididimite e aumento de uma ou de ambas as bolsas escrotais, acometidas por edema doloroso e agudo. As vesículas seminais, quando acometidas, podem apresentar aumento de volume, que pode ser detectado na palpação retal. Esses touros normalmente ficam estéreis quando a orquite é aguda, mas poderão retornar à fertilidade normal se um dos testículos estiver intacto (RADOSTITS et al., 2007).

Quando o patógeno acomete o aparelho locomotor, gera infecções articulares

levando a bursite, sobretudo nas articulações carpianas, tarsianas, vértebras torácicas e lombares, podendo também atingir a medula óssea e a bainha dos tendões (LOPES; ZAPPA, 2013).

3.4 Imunologia

As células epiteliais são barreiras físicas que fornecem a primeira linha de defesa, estão localizadas nas superfícies das mucosas do intestino, vias gênito-urinárias e respiratórias do hospedeiro. Não só bloqueiam os agentes patogênicos entéricos invasores, como também desencadeiam respostas imunes por parte das células imunitárias. Estas células expressam receptores do sistema imunitário inato e podem reconhecer agentes patogênicos microbianos e subsequentemente produzir mediadores pró-inflamatórios (ABREU, 2010).

Brucella spp. induz apenas uma fraca resposta pró-inflamatória nas células epiteliais intestinais, mas produz uma resposta significativa através de quimiocinas (GORVEL et al., 2009). Os sucos gástricos da cavidade intestinal expõem a bactéria a um ambiente extremo de baixo pH e enzimas digestivas (DELPINO et al., 2007).

3.5 Aspectos epidemiológicos

Conforme a Organização Mundial de Saúde Animal (OIE), a brucelose está classificada em três categorias: i) enzoótica, com abrangência dos países que estão infectados ou livres da doença por um período de tempo inferior a três anos; ii) não enzoótica, os países nesta categoria estão livres da doença por um período de três anos e; iii) livre de brucelose, países sem registro do agente patogênico (OIE, 2018).

Considerada doença de caráter zoonótico emergente ou reemergente ocasionou grandes prejuízos mundialmente. Países como América Central e do Sul, África e partes da Ásia apresentam prevalências altas, enquanto os países localizados na Oceania e alguns da Europa, como Bélgica, Dinamarca, Finlândia, Alemanha, Irlanda, Luxemburgo, Holanda e Suécia, possuem a condição sanitária de livres para a brucelose ou uma baixa prevalência, por implantarem há mais de vinte anos programas para o controle e erradicação da doença (ZHANG et al., 2018; AIRES; COELHO; DA SILVEIRA NETO, 2018; CÁRDENAS et al., 2019; OIE, 2019; SAYOUR et al., 2020).

Países da América Latina realizaram estudos epidemiológicos para a caracterização da brucelose. A Argentina realizou inquérito no ano de 2004, apresentando prevalência de 2,15% para a espécie bovina e de 12,4% para o rebanho (ARGENTINA, 2014; FERREIRA NETO, 2018). Após uma década, a prevalência foi de 0,81% para os animais e de 12,35% nos rebanhos, evidenciando que as medidas sanitárias adotadas a partir de 2004 foram satisfatórias, o que contribuiu com a redução de casos da doença em animais, porém, não constatado em rebanhos (ARGENTINA, 2014).

No Chile, a adoção de estratégias para o controle da brucelose consiste em um

sistema de vigilância para rebanhos infectados, tais como: a identificação de anticorpos no leite e soro de animais em abatedouros, averiguação e notificações relacionadas a abortamento, busca de todos os testes sorológicos reagentes positivos e sorologia em animais de feira (CHILE, 2014).

No Brasil, no ano de 1975, foi realizado inquérito soroepidemiológico e o percentual encontrado de animais reagentes positivos foi de 2,5% na região Nordeste, 4% na região Sul, 4,1% na região Norte, 6,8% na região Centro-Oeste e 7,5% na região Sudeste. Os dados de notificações oficiais, no período entre 1988 a 1998, demonstraram que a prevalência da enfermidade ficou entre 4 e 5% (BRASIL, 2005).

Em 2001, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento implantou o Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal – PNCEBT, que incluiu a realização de inquéritos sorológicos, visando estimar a prevalência e análise de fatores de risco associados à presença das doenças nos rebanhos, como ferramentas para a tomada de decisões do Programa. No primeiro momento, diversos estados brasileiros realizaram estudos sorológicos, e os resultados mostraram uma situação de endemia em todas as regiões do país (BRASIL, 2006; MOTA et al., 2016).

Devido à relevância da brucelose no contexto nacional e com vistas ao mercado internacional, abrangendo as cadeias produtivas de carne, leite e derivados, foi realizado entre os anos de 2001 a 2016 um novo mapeamento, com o objetivo de elaborar estratégias mais eficazes para o controle da doença. O estudo evidenciou que a brucelose se apresenta com a prevalência de aproximadamente 85% no rebanho brasileiro e que é variável entre as Unidades Federativas, assim como, entre regiões do mesmo estado (POESTER et al., 2009; FERREIRA NETO et al., 2016; BRASIL, 2020b). As maiores ocorrências foram observadas por Leal Filho et al. (2016), na região Centro-Oeste (MS - 30,6%) e as menores na região Sul (SC - 0,91%), detectadas por Baumgarten et al. (2016).

3.6 Transmissão e disseminação

As principais fontes de infecção da brucelose bovina são representadas pelas fêmeas gestantes infectadas, que eliminam grandes quantidades do agente em descargas uterinas por ocasião do aborto ou parto durante todo o período puerperal (aproximadamente 30 dias pós expulsão do feto), contaminando pastagens, água, alimentos e fômites; pelos fetos abortados e membranas fetais; pelo leite; e pelos machos, através do sêmen (BRASIL, 2006; ALVES; VILLAR, 2011)

O hábito dos bovinos de lambar e cheirar animais recém-nascidos, fetos abortados, ou mesmo perineo de animais recém paridos, favorece a propagação da enfermidade. Dessa maneira, a porta de entrada mais comum para os bovinos é o trato digestório, entretanto, as mucosas nasal e ocular também são importantes (ALVES; VILLAR, 2011; CARVALHO NETA et al., 2010; DE PAULA et al., 2015).

A transmissão por meio da ordenha mecânica deve ser ponderada, tendo em vista,

que vetores como os cães, o homem e outras espécies de animais, podem atuar como meios de propagação (XAVIER et al., 2010). O contágio pela monta natural é irrelevante entre bovinos e bubalinos, pois, nesta circunstância, o sêmen é depositado na vagina, onde há barreiras naturais inespecíficas que dificultam o processo de transmissão. Entretanto, um touro infectado por *B. abortus* não deve ser utilizado como doador de sêmen no procedimento de inseminação artificial, devido a introdução do líquido fecundante ocorrer diretamente no útero, permitindo infecção da fêmea, mesmo com pequenas quantidades do agente (COSTA, 2001; RADOSTITS et al., 2007).

A principal porta de entrada é a via oral pela ingestão de água e alimentos contaminados, devido ao hábito dos bovinos em lambar ou cheirar bezerras de vacas infectadas (LAGE et al., 2008; EL-SAYED; AWAD, 2018). A partir disso, ocorre um curto período de bacteremia e as bactérias se alojam em diversos órgãos, principalmente do sistema linfático, e devido a sua capacidade de sobreviver dentro de macrófagos, sua disseminação pelo organismo ocorre de forma facilitada (ALVES; VILLAR, 2011).

O período de incubação da brucelose nos bovinos pode ser de poucas semanas até meses ou anos. Em animais não gestantes, o agente infecta preferencialmente, linfonodos, glândula mamária, baço e fígado (CORBEL, 2006). Em machos, atinge o aparelho reprodutor, causando orquite, com conseqüente infertilidade por diminuição da qualidade espermática (ALVES; VILLAR, 2011).

Quando a fêmea se torna gestante, as bactérias alcançam o útero onde multiplicam-se abundantemente nos cotilédones, córion e líquidos fetais, causando lesões e destruição das vilosidades (DIAZ APARÍCIO, 2013), provocando abortos, principalmente na primeira gestação após a infecção (ALVES; VILLAR, 2011). Nas gestações subsequentes, a probabilidade da ocorrência de abortos reduz, devido a uma resposta imune capaz de reduzir a dimensão e a intensidade das lesões causadas por *Brucella* (LAGE et al 2008; SELEEM; BOYLE; SRIRANGANATHAN, 2010).

Após o parto ou abortamento as fêmeas infectadas continuam eliminando a bactéria através dos fluidos e anexos fetais por aproximadamente 30 dias (ALVES; VILLAR, 2011). Outras importantes formas de eliminação da bactéria se caracterizam pelo leite e sêmen (MOTA et al., 2016), embora a transmissão de um touro infectado a uma vaca sadia pela monta natural seja baixa devido a mecanismos de imunidade inespecífica no trato reprodutivo da fêmea (ALVES; VILLAR, 2011; MOTA et al., 2016; LINDAHL et al., 2019).

Desta maneira, a inseminação artificial é considerada um fator de proteção para a doença em virtude do controle da brucelose realizado nas centrais de inseminação. Pois, caso fosse utilizado sêmen de touros infectados, devido ao fato de que na técnica da inseminação artificial o sêmen é depositado diretamente no útero, a capacidade de infectar a fêmea ocorre mesmo em pequenas doses (MOTA et al., 2016).

3.7 Impactos econômicos

A integração de estudos nos campos da epidemiologia e economia estão sendo aplicados na sanidade animal, visando o entendimento das relações causais das doenças, de modo a permitir a avaliação dos danos econômicos e otimizar medidas de prevenção e controle de enfermidades (LUCAS, 2006).

Os prejuízos econômicos ocasionados pela brucelose ocorrem de forma direta, com aspectos relativos à produtividade (abortamento, mortalidade perinatal, esterilidade, aumento no intervalo entre partos, retenção de placenta, eliminação de animais reagentes positivos e redução na produção de leite) e indiretos (gastos com medidas preventivas e de controle, com a saúde pública e proibição da comercialização de animais e de seus produtos) (LAGE et al., 2008; ALFIERI; ALFIERI, 2017; CÁRDENAS et al., 2019).

Conforme Santos et al. (2013), no Brasil, as estimativas com as perdas relacionadas à brucelose foram de R\$ 420,12 e R\$ 226,47, para o rebanho leiteiro e corte, respectivamente, considerando cada fêmea infectada na faixa etária acima de 24 meses.

O prejuízo total aferido foi de R\$ 892 milhões (equivalentes a \$ 448 milhões de dólares americanos). A cada 1% de variação na prevalência, foi considerada a variação de 155 milhões de reais no custo da brucelose bovina no país. No município de Flor do Sertão/SC, Possa et al. (2021) constataram que a média dos valores anuais de perdas econômicas foi de R\$ 14.747,92 (US\$ 3.546,79), com variação entre R\$ 9.586,25 a R\$ 24.491,87 (US\$ 2.305,44 – US\$ 5.890,16).

3.8 Impactos na saúde pública

A Organização Mundial de Saúde Animal (WOAH), cita que 75% das doenças humanas infecciosas e emergentes têm origem animal. A brucelose por ser zoonose de distribuição global é considerada uma das maiores preocupações de saúde pública, pois, é subdiagnosticada em seres humanos, sobretudo em países de baixa e média renda (GHANBARI, 2020; LINDAHL et al., 2020; WOA, 2022).

A relevância da enfermidade ocorre principalmente pela ingestão de leite cru ou de produtos lácteos e cárneos não submetidos ao tratamento térmico, oriundos de animais infectados, que podem conter patógenos viáveis, o que representa risco para a população humana consumidora. O contato direto ou indireto com fluidos fetais e anexos placentários, manipulação de carcaça e vísceras no abate, também constituem meios de infecção (BRASIL, 2006; LAGE et al., 2008).

A brucelose é classificada como doença ocupacional e afeta os profissionais que desenvolvem atividades com maior risco de exposição ao agente como: médicos veterinários, laboratoristas, açougueiros, funcionários de abatedouros e tratadores de animais, pois, são frequentemente expostos a animais com o agente, materiais biológicos contaminados e vacinas anti-*Brucella* spp. atenuadas vivas, suscetíveis a ocasionar a

doença em humanos. No Brasil, segundo o Ministério da Saúde a brucelose é de notificação de agravo ocupacional, conforme a Portaria nº 1.339/1999 (BRASIL, 1999; LAWINSKY et al., 2010; MEGID, 2016).

Considerando o potencial antroponozoonótico da brucelose, na atual tendência global, a abordagem sobre saúde única, tem sido utilizada como instrumento para o controle, prevenção, preparação e resposta a doenças zoonóticas, com vistas a equilibrar de forma sustentável a saúde de pessoas, animais e ecossistemas, com atuação multisetorial nos âmbitos local, regional, nacional e mundial (CDC, 2022; WOA, 2022).

3.9 Diagnóstico

O diagnóstico desta afecção consiste em procedimentos confirmatórios por métodos laboratoriais diretos ou indiretos, associado à anamnese clínica, com a observação de sinais como o abortamento no final da gestação, nascimento crias fracas, natimortos e infertilidade de machos e fêmeas e, de dados epidemiológicos, fundamentados no histórico do rebanho (POESTER et al., 2005).

Os métodos diretos são considerados padrão ouro, podem ser estabelecidos pela identificação do agente, apresentam uma maior especificidade e menor sensibilidade, e englobam as técnicas de cultivo bacteriológico e biologia molecular, como a reação em cadeia de polimerase - PCR, a partir de amostras de feto abortado, swabs vaginais, sêmen e leite (BRASIL, 2006; LAGE et al., 2008; BRASIL, 2006; DADAR; SHAHALI; WHATMORE, 2019). A técnica de PCR é o método de diagnóstico mais seguro, porém, as dificuldades para sua execução (custo, tempo, limitação para uso em grandes rebanhos, alto risco para o laboratorista), tornaram os métodos sorológicos os mais utilizados (CORBEL et al., 2006; DE PAULA et al. 2015).

Já nos métodos indiretos, ocorre a detecção da reação entre antígenos de *Brucella* spp. e anticorpos produzidos em resposta a uma infecção prévia, por meio de aglutinação, fixação de complemento ou imunofluorescência, além de imunodifusão em gel de ágar, Ensaio de Imunoabsorção Enzimática (ELISA), hemólise indireta e Western Blot (DADAR; SHAHALI; WHATMORE, 2019).

De acordo com o PNCEBT, o teste sorológico de diagnóstico preconizado como prova de triagem para brucelose é o Antígeno Acidificado Tamponado (AAT). É um teste de aglutinação em placa simples, de caráter qualitativo (não indica a titulação dos anticorpos), de alta sensibilidade e de fácil execução. Apresenta elevada seletividade para identificação da subclasse IgG1, uma vez que este diminui a atividade dos anticorpos IgM em se ligar ao antígeno (PAULIN; FERREIRA NETO, 2002; CORBEL et al., 2006). Os resultados positivos no AAT poderão ser submetidos a teste confirmatório, como o 2-Mercaptoetanol (2-ME), que é mais específico, e executado pela Rede Nacional de Laboratórios Agropecuários do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA), constituída por Lanagros e laboratórios credenciados pelo MAPA (BRASIL, 2017).

A Instrução Normativa nº 10/2017 estabelece o Teste de Fixação de Complemento (FC) também como confirmatório, realizado em laboratórios oficiais, recomendado pela WOAH como referência para fins de trânsito internacional, visto que a técnica apresenta melhor relação de sensibilidade e especificidade. O Teste de Polarização Fluorescente (FPA) pode ser empregado como teste único ou confirmatório em animais reagentes ao Teste do AAT ou inconclusivos ao Teste do 2-ME (BRASIL, 2017).

O Teste do Anel em Leite (TAL), pode ser utilizado para o monitoramento da condição sanitária de propriedade livre para brucelose ou como diagnóstico em sistemas de vigilância epidemiológica (BRASIL, 2017). Este teste baseia-se em aglutinação, tendo como fator limitante a probabilidade do surgimento de resultados falso-positivos, no caso de leites levemente ácidos (LAGE et al., 2008). O Teste de ELISA competitivo, que revela anticorpos no leite, têm demonstrado ser de grande valor diagnóstico, pois apresenta sensibilidade e especificidade altas (BAUMGARTEN et al., 2014).

3.10 Prevenção e controle

A vigilância epidemiológica, a implementação de programa de imunização com o uso de vacinas vivas em massa em áreas endêmicas, ferramentas de diagnósticos confiáveis, controle do reservatório, eliminação de animais positivos, fiscalização em eventos agropecuários e o controle do trânsito de animais, representam estratégias eficazes para a prevenção e controle da brucelose (DORNELES; SRIRANGANATHAN; LAGE 2015; BRASIL, 2017).

No Brasil, conforme o PNCEBT, fêmeas das espécies bovina e bubalina, na faixa etária de três a oito meses devem ser obrigatoriamente vacinadas, com dose única de vacina viva liofilizada, elaborada com amostra de *Brucella abortus* (B19). Entretanto, é facultado ao produtor, a utilização da vacina contra brucelose não indutora da formação de anticorpos aglutinantes, amostra RB51, somente na espécie bovina. Os estados da Unidade da Federação classificados como “A” quanto ao grau de risco, a exemplo de Santa Catarina, com prevalência inferior a 2%, excluem-se da medida compulsória de vacinação de bezerras com a cepa *Brucella abortus* (B19) (BRASIL, 2017; BRASIL, 2020).

A normativa nº 10/2017, preconiza como medida de controle, que animais reagentes positivos devem ser isolados do rebanho, afastados da produção leiteira e abatidos no prazo máximo de trinta dias após o diagnóstico, em estabelecimento sob serviço de inspeção oficial. Na impossibilidade de abate sanitário, os animais devem ser submetidos à eutanásia no estabelecimento de criação (BRASIL, 2017).

4 | CONCLUSÃO

A brucelose é uma zoonose que ocasiona problemas significativos no comércio nacional e internacional de animais e subprodutos, em consequência da baixa fertilidade

em rebanhos bovinos e altos custos com programas de controle e erradicação. É relevante para saúde pública por ser caracterizada como doença ocupacional, visto que indivíduos, como médicos veterinários, laboratoristas, tratadores e funcionários de abatedouros frigoríficos são frequentemente expostos a animais e materiais biológicos contendo o agente etiológico.

A vacinação de fêmeas das espécies bovinas e bubalinas com as cepas B19 e RB51 constitui-se como medida de prevenção mundialmente. No Brasil, é uma das estratégias implementadas pelo MAPA, além da classificação das Unidades Federativas de acordo com o grau de risco da enfermidade, com o objetivo de reduzir a prevalência e a incidência da brucelose no país. Com a globalização, a discussão sobre saúde única está cada vez mais em evidência, em virtude da estreita relação entre o ambiente, os seres humanos e animais, que podem resultar em transmissão de doenças infecciosas.

Desta forma, concluímos que a revisão de literatura proposta neste estudo, sobre a brucelose animal, foi imprescindível por se tratar de uma doença cosmopolita e que gera diversos impactos negativos. Ressalta-se a importância da análise contínua sobre o tema, com o objetivo de proporcionar perspectivas voltadas à prevenção e ao controle efetivo da sanidade animal e a adoção de políticas públicas relacionadas à saúde única.

REFERÊNCIAS

ABIEC (Brasil). Perfil da Pecuária no Brasil. **Beef REPORT**, Brasília/DF, ano 2020, p. 1-50. Disponível em: <<http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020/>>. Acesso em: 22 jun. 2022.

ABREU MT. Toll-like receptor signalling in the intestinal epithelium: how bacterial recognition shapes intestinal function. **Nat Rev Immunol**. 10(2):131-144, 2010.

ACHA, P. N.; SZYFRES, B. **Zoonosis y enfermedades transmissibles comunes al hombre ya los animales: clamidiose, rickettsiose y virose**. 3. ed. Washington, D. C: Organização Pan-Americana da Saúde, 2003. Disponível em: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/710>. Acesso em: 21 jul. 2022.

ACHA, P. N.; SZYFRES, B. **Zoonosis y enfermedades transmissibles comunes al hombre y a los animales**. Volumem I: bacteriosis y micosis. 3.ed. Washington: Organización Panamericana de La Salud, 28-56, 2001.

AIRES, D. M. P.; COELHO, K. O.; SILVEIRA NETO, O. J. Brucelose bovina: aspectos gerais e contexto nos programas oficiais de controle. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, 5 (30), 2018.

ALFIERI, A. A; ALFIERI, A. F. Doenças infecciosas que impactam a reprodução de bovinos. **Rev Bras Reprod Anim**, 41(1): 133- 139, 2017.

ALVES, A. J. S.; VILLAR, K. S. Brucelose Bovina e sua situação sanitária no Brasil. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**. São Paulo: Conselho Regional de Medicina Veterinária, 9(2): 12–17, 2011.

ARÉSTEGUI, M. B.; GUALTIERI, S. C.; DOMÍNGUEZ, J.; SCHAROVSKY, O. G. El género *Brucella* y su interacción con el sistema mononuclear fagocítico. **Veterinaria México**, Mexico, 32(2): 131-139, 2001.

ARGENTINA (Argentina). Servicio Nacional de Sanidad Y Calidad Agroalimentaria. **Informe del muestreo para determinación de prevalencias de brucelosis bovina en la zona de mayor producción bovina en la República Argentina Año 2014**. Buenos Aires, 2014. Disponível em: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/15_dinforme_final_muestreo_brucelosis_bovina_ano_2014_10-12-15.pdf>. Acesso em: 10 maio 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES (2020). Beef REPORT - **Perfil da Pecuária no Brasil**. Disponível em: <<http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020/>>. Acesso em: 22.jun.2022.

BATHKE, W. Brucellosis. In: BEER, J. (Ed.). **Doenças infecciosas em animais domésticos: doenças causadas por vírus, clamídias, rickettsiose, micoplasmose**. São Paulo: Roca, 2:144-160, 1988.

BAUMGARTEN, K. D.; VELOSO, F. P.; GRISI-FILHO, J. H. H.; FERREIRA, F.; AMAKU, M.; DIAS, R. A.; HEINEMANN, M. B.; GONÇALVES, V. S. P.; FERREIRA NETO, J. S. Prevalence and risk factors for bovine brucellosis in the State of Santa Catarina, Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, 37(5): 3425-3436, 2016.

BISHOP, G. C.; BOSMAN, P. P.; HERR, S. Bovine brucellosis. In: COETZER, J. A. N.; THOMSON, G. R.; TUSTIN, R. C. (Ed.). **Infectious diseases of livestock**, 2:1053-1066, 1994.

BRASIL (Brasil). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 50, de 10 de setembro de 2013**. Brasília/DF: Diário Oficial da União, ano 2013, 86:47-25, 2013.

BRASIL (Brasil). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa SDA Nº 10, de 03 de março de 2017**. Regulamento Técnico do PNCEBT e classificação quanto ao grau de risco. Brasília/DF: Diário Oficial da União, 20 jul. 2017.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Guia de vigilância epidemiológica**. Secretaria de Vigilância em Saúde – 6. ed. – Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Diagnóstico Situacional do PNCEBT: programa nacional de controle e erradicação da brucelose e tuberculose animal**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Saúde Animal. Divisão de Sanidade dos Ruminantes – Brasília: MAPA/AECS, 102 p.; 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/pncebt/DSPNCEBT.pdf>>. Acesso em: 15.mai.2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 10, de 10 de março de 2017. **Diário Oficial da União**, Brasília DF, n. 116, 20. jun. 2017. Seção 1, p. 4.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal (PNCEBT)**. Brasília: MAPA/SDA/DSA, 2006. 188 p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/url/ITEM/3D2720AF1E0FD67FE040A8C07502246C>.

CÁRDENAS, L; AWADA, L; TIZZANI, P; CÁCERES, P; CASAL, J. Characterization and evolution of countries affected by bovine brucellosis (1996-2014). **Transbound Emerg Dis**, 66(3):1280-1290, 2019.

CARVALHO NETA, A. V. C.; MOL, J. P. S.; XAVIER, M. N.; PAIXÃO, T. A.; LAGE, A. P.; SANTOS, R. L. Patogênese da brucelose bovina. **The Veterinary Journal**, 184(2): 146-155, 2010.

CHILE. Ministerio de Agricultura. Servicio Agrícola y Ganadero. **Ocurrencia de la tuberculosis bovina en Chile (2000-2014)**. Agosto, 2014.

CORBEL, M. J. **Brucellosis in humans and animals**. World Health Organization in collaboration with the Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Organisation for Animal Health, 2006. 89 p.

DADAR, M.; SHAHALI, Y.; WHATMORE, A. M. Brucelose humana causada por produtos lácteos crus: uma revisão sobre a ocorrência, principais fatores de risco e prevenção. **Int J Food Microbiol**, 292: 39-47, 2019.

DE PAULA, C.L.; MIONI, M.S.R.; APPOLINÁRIO, C.M.; KATAYAMA, E.R.; ALLENDORF, S.D.; MEGID, J. Detecção de *Brucella* spp. em leite bovino não pasteurizado através da Reação de Cadeia pela Polimerase (PCR). **Arquivo Instituto Biológico**, 82:1-5, 2015.

DELPINO, M. V.; MARCHESINI, M. I.; ESTEIN, S. M.; COMERCI, D. J.; CASSATARO, J.; FOSSATI, C. A.; BALDI, P. C. A bile salt hydrolase of *Brucella abortus* contributes to the establishment of a successful infection through the oral route in mice. **Infect Immun**, 75(1):299-305, 2007.

DIAZ APARICIO, E. Epidemiology of brucellosis in domestic animals caused by *Brucella melitensis*, *Brucella suis* and *Brucella abortus*. **Rev Sci Tech.**, 32(1):42-51; 53-60, 2013.

DORNELES, E. M. S.; LIMA, G.; TEIXEIRA-CARVALHO, A.; ARAUJO, M. S. S.; MATIAS-FILHO, O. A.; SRIRANGANATHAN, N.; AL QUBLAN, N.; HEINEMANN, M. B.; LAGE, A. P. Immune response of calves vaccinated with *Brucella abortus* S19 or RB51 and revaccinated with RB51. **PLOS ONE**, 10(9): e0136696, 25 p, 2015.

EL-SAYED, A.; AWAD, W. Brucellosis?: Evolution and expected comeback. **International Journal of Veterinary Science and Medicin**, 6: S31-S35, 2018.

EMBRAPA (Brasil). Embrapa suínos e aves. **Estatísticas: Desempenho da produção**. 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>>. Acesso em: 27 abr. 2022.

FARIAS, L.G.B. et al. Brucelose e tuberculose bovina na microrregião de Penedo, estado de Alagoas, Brasil. **Environmental Smoke**, 2(3): 42-51, 2019.

FERREIRA NETO, J.S. Brucellosis and tuberculosis in cattle in South America. Review Article. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. 55(2): 1-23, 2018.

GHANBARI, M.K.; Gorji, H.A.; Behzadifar, M.; Sane, N.; Mehedi, N.; Bragazzi, N.L. One health approach to tackle brucellosis: A systematic review. **Trop. Med. Health** 48: 86, 2020.

GORVEL JP, MORENO E, MORIYÓN I. Is *Brucella* an enteric pathogen? **Nat Rev Microbiol**, 7(3):250, 2009.

GRASSO-PAULIN, L.M.S. **O combate à brucelose bovina**. São Paulo: 2000. 112p. [Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal, Univ. de São Paulo].

IBGE. Indicadores IBGE. **Estatística da produção pecuária**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/pesquisa/18/1645>>. Acesso em: 15.mai.2021.

JIÃO, H.; ZHOU, Z.; LI, B.; XIAO, Y.; LI, M.; ZENG, H.; GUO, X.; GU, G. The mechanism of facultative intracellular parasitism of *Brucella*. **Int J Mol Sci**, 22(7): 3673, 2021.

LAGE, A. P.; POESTER, F. P.; PAIXÃO, T. A.; SILVA, T. M. A.; XAVIER, M. N.; MINHARRO, S.; MIRANDA, K. L.; ALVES, C. M.; MOL, J. P. S.; SANTOS, R. L. Brucelose bovina: uma atualização. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, 32(3): 202-212, 2008.

LOPES, B. B.; ZAPPA, V. Brucelose bovina. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, ano X, n. 20, p. 1-22, 2013.

LOPES, C. S.; MELO JÚNIOR, A. M de; VARELLA, G. O. M; ARAUJO, R. F; ANGELO, F. F; SALES, J. N de S. Importantes doenças bacterianas, virais e parasitárias abortivas em bovinos: Revisão. **Research, Society and Development**, 11(4): p., 2022.

LUCA, M. J. et al., *Brucella microti*-like prevalence in French farms producing frogs. **Transboundary an Emerging Diseases**, 67(2): 617-625, 2020.

LUCAS, A. de. **Simulação de impacto econômico da brucelose bovina em rebanhos produtores de leite das regiões Centro Oeste, Sudeste e Sul do Brasil**. 2006. Tese (Doutorado em Epidemiologia Experimental e Aplicada às Zoonoses) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo/SP, 2006.

MEGID, J. **Doenças infecciosas em animais de produção e companhia/** Jane Megid, Márcio Garcia Ribeiro, Antonio Carlos Paes. 1º Edição. Editora Roca: Rio de Janeiro, 2016.

MOTA, A.L.A.A.; FERREIRA, F.; NETO, J.S.F.; DIAS, R.A.; AMAKU, M.; GRISI-FILHO, J.H.H.; TELLES, E.O.; GONÇALVES, V.S.P. Large-scale study of herd-level risk factors for bovine brucellosis in Brasil. **Acta Tropica**. v. 164, 2016.

NETA, A. V. C.; MOL, J. P. S.; XAVIER, M. N.; PAIXAO, T. A.; LAGE, A. P.; SANTOS, R. L. Pathogenesis of bovine brucellosis. **The Veterinary Journal**, 184(2): 146-155, 2009.

NETO, F. J.S.; SILVEIRA, G.B.; ROSA, M.B. et al. Analysis of 15 years of the National Program for the Control and Eradication of Animal Brucellosis and Tuberculosis, Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, 37 (5):3385-402, 2016.

NIELSEN, K.; SMITH, P.; WIDDISON, J.; GALL, D.; KELLY, L.; NICOLETTI, P. Serological relationship between cattle exposed to *Brucella abortus*, *Yersinia enterocolitica* O:9 and *Escherichia coli* O157:H7. **Veterinary Microbiology**, 100, (1-2): 25-30, 2004.

OIE. Office International Des Epizzoties. Terrestrial Manual, 2016. Disponível em:<http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/2.01.04_BRUCELOSIS.pdf>. Acesso em: 27/abri/2022.

OIE. 2018. OIE-listed diseases, infections and infestations in force in 2018. Disponível em:<<http://www.oie.int/en/animal-health-in-the-world/oie-listed-diseases-2018>>. Acesso em: 15 jun.2022.

PAULIN L. M.; FERREIRA NETO J. S. **O Combate à Brucelose Bovina: situação brasileira**. Jaboticabal: Funep, 2003. 154p.

POSSA, M. G; BERNARDI, F; PINTO NETO, A; CATTELAM, J; NASCIF JUNIOR, I. A; TRENKEL, C. K. G; MOTA, M. F. Epidemiologia e impacto econômico da ocorrência da brucelose em um município do Estado de Santa Catarina. **Research, Society and Development**, 10(3): ,2021.

RADOSTITS, O. M; BLOOD, D. C; GAY, C. C. **Clínica Veterinária**. 9. ed. Rio de Janeiro/RJ: Guanabara Koogan, 2002. 1877 p.

REDKAR, R; ROSA, S; BRICKER, B; VECCHIO, V DEL. Detecção em tempo real de *Brucella abortus*, *Brucella melitensis* e *Brucella suis*. **Mol Cell Probes**, 15(1):43-52, 2001.

SANTOS, R. L; MARTINS, T. M; BORGES, A. M; PAIXÃO, T. A. Economic losses due to bovine brucellosis in Brazil. **Pesq. Vet. Bras.**, 33(6): 759-764, 2013.

SAYOUR, A. E; EBAUOMY, E; ABEL-HAMID, N. H; MAHROUS, A; CARYCHO, D; COOLEY, M. B; ALHADDY, M. Impressão digital MLVA de *Brucella melitensis* circulando entre o gado e casos de doença humana esporádica no Egito. **Transbound and Emerging Diseases**, 67(5): 2435-2445, 2020.

SOLA, M. C; FREITAS, F. A. de; SENA, E. L. de S; MESQUITA, A. J. de. Brucelose bovina: revisão. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer, Goiânia/GO**, 10(18): 686-714, 2014.

SOLER-LLORENS, P. F. et al. A *Brucella* spp. Isolate from a Pac-Man Frog (*Ceratophrys ornata*) Reveals Characteristics Departing from Classical Brucellae. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, 6(116): 1-16, 2016.

SPICKLER, A. R. **Brucellosis: *Brucella abortus***. Factsheet. 12 p., maio 2018. Disponível em: Acesso em 20 outubro 2022.

WOAH. One Health Joint Plan of Action lauched to address health, 2022. Disponível em: < <https://www.woah.org/en/one-health-joint-plan-of-action-launched-to-address-health-threats-to-humans-animals-plants-and-environment/>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

XAVIER, M. N; COSTA, E. A; PAIXÃO, T. A; SANTOS, R. L. The genus *Brucella* and clinical manifestations of brucellosis. **Ciência Rural**, 37(7): 2252-2260, 2009.

XAVIER, M. N; PAIXÃO, T. A; HARTIGH, A. B; TSOLIS, R. M; SANTOS, R. L. Pathogenesis of *Brucella* spp. **The Open Veterinay Science Journal**, 4:109-118, 2010.

XAVIER, M. N. **Desenvolvimento de PCR espécie-específico para o diagnóstico da infecção por *Brucella ovis* e avaliação comparativa de métodos sorológicos**. 2009. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

ZHANG, N.Z.; HUANG, D.; WU, W.; LIU, J.; LIANG, F.; ZHOU, B.; GUAN, P. Animal brucellosis control or eradication programs worldwide: a systematic review of experiences and lessons learned. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 160, 2018.

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE DANOS PARA *Spodoptera frugiperda* (J.E.SMITH) EM CULTURA DE MILHO CONVENCIONAL E TRANSGÊNICO

Data de aceite: 02/01/2023

Renan de Oliveira Almeida

Bolsista PIBIC/FA/CLM/UENP/curso de
Agronomia

José Celso Martins

Prof. Associado do curso de Agronomia
CLM/UNIVERSIDADE ESTADUAL DO
NORTE DO PARANÁ/UENP
Bandeirantes –PR

RESUMO: O estudo foi conduzido em área experimental da fazenda escola Prof. Dr. Eduardo Meneghel Rando na UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ/*Campus* Luiz Meneghel, no município paranaense de Bandeirantes, durante a segunda época de cultivo do milho de 2021/22. Foram empregadas sementes da KWS, sendo K9310VIP3 (Transgênico) e K7600 (Convencional), tendo como objetivo comparar métodos de avaliação de danos para a lagarta do cartucho do milho *S. frugiperda*, em cultivares de milho convencional e transgênico. O delineamento experimental empregado foi blocos ao acaso com parcelas subdivididas no tempo (Split-Plot), empregando-se 24 blocos, dois métodos de avaliações nas parcelas, sendo o primeiro a contagem do

número de lagartas vivas em 10 plantas/parcela, no outro, foram atribuídas notas para os danos causados pelas lagartas em 10 plantas marcadas/parcela, seis épocas de avaliações efetuadas aos 7; 14; 21; 28; 35 e 42 dias após a emergência (DAE) das plantas. Os resultados obtidos permitiram concluir que independentemente do cultivar empregado, as metodologias testadas, para avaliação de danos de *S. frugiperda* em cultura de milho, se equivaleram. O experimento não foi conduzido até a colheita.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação de danos, amostragem, lagarta do cartucho, milho.

COMPARATIVE STUDY BETWEEN HARM ASSESSMENT METHODS FOR *Spodoptera frugiperda* (J.E.SMITH) IN CONVENTIONAL AND TRANSGENIC CORN CROP

ABSTRACT: The study was conducted in an experimental area of the farm school Prof. Dr. Eduardo Meneghel Rando at the STATE UNIVERSITY OF NORTE DO PARANÁ/*Luiz Meneghel Campus*, in the municipality of Bandeirantes, Paraná, during the second corn growing season of 2021/22. Seeds of KWS were used, k9310VIP3 (TRANSGENIC) and K7600 (Conventional),

with the objective of comparing methods of damage assessment for the caterpillar of the cartridge of corn *S. frugiperda*, in conventional and transgenic corn cultivars. The experimental design used was randomized blocks with plots subdivided in time (Split-Plot), using 24 blocks, two methods of evaluations in the plots, the first being the counting of the number of live caterpillars in 10 plants/plot, in the other, were assigned notes for the damage caused by the caterpillars in 10 marked plants/plot, six times of evaluations performed at 7; 14; 21; 28; 35 and 42 days after emergence (DAE) of the plants. The results obtained allowed us to conclude that, regardless of the cultivar employed, the methodologies tested for the evaluation of damage *S. frugiperda* in corn crop, were equivalent. The experiment was not conducted until harvest.

KEYWORDS: Damage assessment, sampling, cartridge caterpillar, corn.

INTRODUÇÃO

O cultivo de milho no Brasil se intensificou por conta dos avanços tecnológicos, das exportações de carnes brasileiras e a possibilidade de cultivá-lo o ano todo em algumas regiões do país. Aliados aos três períodos de cultivo estão outros hospedeiros das pragas de importância econômica na cultura, o que contribui para as dificuldades no manejo e controle delas (MÔRO; FRITSCHÉ, 2015). A lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) pertence a Ordem Lepidoptera e é uma espécie nativa das regiões tropicais do continente americano, encontrada desde a região Sul dos Estados Unidos até a Argentina (NAGOSHI; MEAGHER, 2008). Para Brunini (1997) as condições favoráveis à presença da espécie *S. frugiperda* são baixa quantidade de chuva e temperatura mínima de 16 °C e máxima de 27 °C. A praga mais disseminada e mais importante na cultura do milho no Brasil é a *S. frugiperda* (CRUZ, 1985). A perda na produção varia de 15 a 34% na cultura do milho (CARVALHO, 1970; CRUZ E TURPIN, 1982; CRUZ et al, 1996). A amostragem das pragas em uma lavoura dará a certeza da presença delas e possibilitará a tomada de decisão segura de como fazer seu controle. Nesse sentido Farias et al (2001) desenvolveram um plano de amostragem sequencial para *S. frugiperda* em cultura de milho, levando-se em conta somente se a lagarta está ou não presente na unidade amostral. Resultados encontrados por Martins (2021), permitiram concluir que no início da infestação, enquanto as lagartas estão nos primeiros instares, a avaliação dos danos através de notas foi mais eficiente. À medida que as lagartas se desenvolveram, o método de avaliação através da contagem do número de lagartas se mostrou mais eficiente. O objetivo do experimento foi comparar métodos de avaliação de danos para a lagarta do cartucho do milho *S. frugiperda*, em cultivares de milho convencional e transgênico.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em área experimental da fazenda escola Prof. Dr. Eduardo Meneghel Rando/UENP/Campus Luiz Meneghel, no município paranaense de Bandeirantes,

latitude 23°06'36" S; longitude 50°22'03" W e altitude de 420 m (GOOGLE EARTH, 2021), durante a segunda época de cultivo de 2021/22. Na semeadura manual, foram constituídas parcelas de 35 m² (5 x 7 m) com espaçamento de 0,9 m nas entrelinhas e densidade de 6 sementes/m. empregando-se sementes da KWS, sendo K9310VIP3 (Transgênico) e K7600 (Convencional). O delineamento experimental empregado foi blocos ao acaso com parcelas subdivididas no tempo (Split-Plot), empregando-se 24 blocos, seis avaliações efetuadas aos 7; 14; 21; 28; 35 e 42 dias após a emergência (DAE) das plantas. Foram testadas duas metodologias para avaliação de danos causados pelas lagartas. Em uma delas foram tomadas ao acaso 10 plantas/parcelas, abertos os cartuchos e contado o número de lagartas encontradas vivas. Na outra, foram atribuídas notas, em 10 plantas marcadas/parcela, conforme escala descrita abaixo. Para a análise estatística dos dados, foram feitas as seguintes considerações: as parcelas sorteadas dentro dos blocos receberam os dois tratamentos nas vinte e quatro repetições, parcelas subdivididas no tempo (Split-Plot). A escala de notas empregadas nas avaliações de danos *S. frugiperda* foram: plantas sem danos (nota 0), plantas com folhas raspadas (nota 1), plantas com furos nas folhas (nota 3), plantas com cartucho destruído (nota 4), plantas mortas (nota 5), conforme Carvalho (1970). Para comparar-se as médias foi empregado o teste F de Fisher, conforme Barbin (2003); Pimentel Gomes (2000) e Canteri et al (2001). O experimento não foi conduzido até a colheita.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em se tratando do número de lagartas por planta os tratamentos com milho convencional obtiveram uma média de 0,62 lagartas por planta, já os tratamentos com milho transgênico obtiveram uma média de 0,25 lagartas/planta; comparando o número de lagartas por dia teve-se uma média nos 7,14,21 DAE de 0,2 lagartas por planta, já nos 28,35 DAE a média foi de 0,5 lagartas por planta, e nos 42 DAE a média foi de 0,8 lagartas/planta; as médias aproximadas do número de lagartas por DAE foram as seguintes: Convencional: 7 DAE (0,33), 14 DAE (0,33), 21 DAE (0,25), 28 DAE (0,83), 35 DAE(0,79), 42 DAE (1,2), Transgênico: 7 DAE (0,2), 14 DAE (0,2), 21 DAE (0,25), 28 DAE (0,16), 35 DAE(0,25), 42 DAE (0,41).

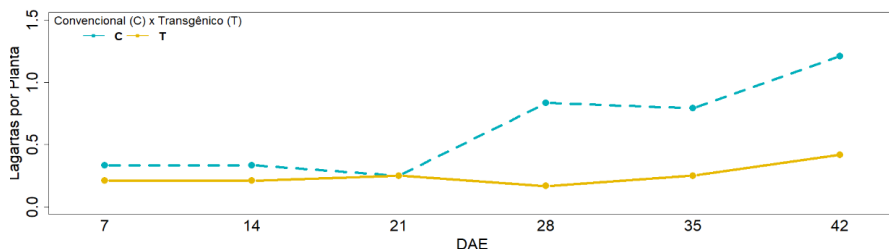


Figura 1. Número de lagartas por planta, em função dos dias após a emergência. Bandeirantes-Paraná, 2022

Se tratando da avaliação de acordo com o dano nas folhas os resultados foram os seguintes, com 7 DAE o milho convencional obteve dano 0(80%),1(2%), 2(17,5%), já o transgênico teve dano 0(65,5%), 2(33,75%); com 14 DAE o convencional teve dano 0(41,6%),1(33%), 2(25%), já o transgênico teve dano 0(57,5%),1(1,7%), 2(40,4%); com 21 DAE o convencional teve dano 0(50,5%),1(2%), 2(38,3%), 3(9,1%), já o transgênico teve dano 0(52%),1(1,7%), 2(38,8%), 3(7,5%); com 28 DAE o convencional teve dano 0(32%),1(7,5%), 2(47%), 3(13,3%), já o transgênico teve dano 0(34%),1(5,8%), 2(45%), 3(15%); com 35 DAE o convencional teve dano 0(50,8%),1(4,6%), 2(33,8%), 3(10,8%), já o transgênico teve dano 0(55,8%),1(0,8%), 2(42,5%), 3(0,8%); com 42 DAE o convencional teve dano 0(65,4%),1(0,8%), 2(22,5%), 3(11,2%), já o transgênico teve dano 0(73,3%),1(0,5%), 2(26,2%).

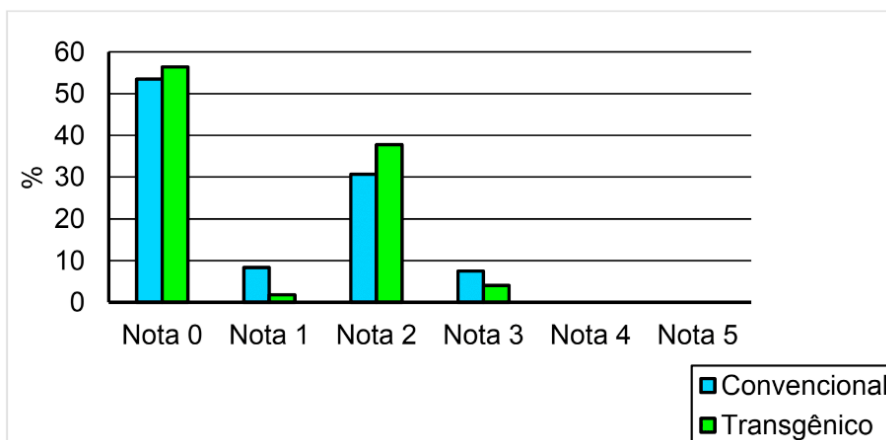


Figura 2. Distribuição da frequência das notas por danos causados pela *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) em cultura de milho convencional e transgênico. Bandeirantes-Paraná, 2022.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitiram concluir que independentemente do cultivar empregado, as metodologias testadas, para avaliação de danos de *S. frugiperda* em cultura de milho, se equivaleram.

REFERÊNCIAS

BARBIN, D. **Planejamento e análise de experimentos agronômicos**. Arapongas: Midas, 2003.

BRUNINI, O. Manejo agrometeorológico de pragas na cultura do milho visando a aplicação de agroquímicos: uma análise preliminar. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA, 5, 1997. Assis. Anais.... Campinas: Instituto Agronômico, 1997. p. 7-11

CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E. A.; GODOY, C. V. Sasm-Agri: 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.

CARVALHO, R. P. L. Danos, flutuação da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) e susceptibilidade de diferentes genótipos de milho em condições de campo. 1970. 170p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) ESALQ/USP, Piracicaba-SP.

CRUZ, I.; OLIVEIRA, L. J.; OLIVEIRA, A. C.; VASCONCELOS, C. A. Efeito do nível de saturação de alumínio em solo ácido sobre os danos de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) em milho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. Jaboticabal, v. 25, n. 2, p 293-297, 1996.

CRUZ, I. Pragas da cultura do milho em condições de campo: métodos de controle e manuseio de defensivos. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA-CNPMS. 75p, 1986 (Circular, 10).

CRUZ, I.; TURPIN, F. T. Efeito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estágios de crescimento da cultura de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 17, n. 3, p 355-359, 1982.

FARIAS, P. R. S.; BARBOSA, J. C.; BUSOLI, A. C. Amostragem sequencial (presença-ausência) para *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 4, p 691-695, 2001.

GOOGLE EARTH. Imagens 2021 CNES/Astrium. Disponível em <<http://www.google.com/maps.>> Acessado em 28/mar/2021.

MARTINS, J.C. **Estudo comparativo entre métodos de avaliação de danos para *Spodoptera frugiperda* (J.E.SMITH) em cultura de milho**. In: Desenvolvimento sustentável, interdisciplinaridade e Ciências Ambientais, Kristian Andrade Paz de La Torre (org.). Ponta Grossa, PR: Atena Editora, Cap. 1; pag. 1-7; 2021, V.1, E-book.

MÔRO, G. V.; FRITSCH NETO, R. **Importância e usos do milho no Brasil**. In: BORÉM, A; GALVÃO, J.C.C.; PIMENTEL, M, A. (ed.) Milho do plantio à colheita. Viçosa, MG: Ed. UFFV. cap.1, p 9-23, 2015.

NAGOSHI, R. N.; MEAGHER, R. L. Review of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) genetic complexity and migration. **Entomologist**, Gainesville, v. 91, n. 4, p. 546-554. 2008.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba, 2000.

INFLUÊNCIA DA QUALIDADE DE REBOLOS NO PLANTIO MECANIZADO E FALHAS NA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR

Data de aceite: 02/01/2023

Murilo Battistuzzi Martins

Prof. Doutor, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS Cassilândia/MS

Aldir Carpes Marques Filho

Prof. Doutor, Universidade Federal de Lavras – UFLA Lavras/MG

Fernanda Scaranello Drudi

Doutora em Agronomia (Energia na Agricultura)

Jefferson Sandi

Prof. Doutor, Faculdade La Salle – Lucas do Rio Verde/MT

João Vitor Paulo Testa

Doutor em Agronomia (Energia na Agricultura)

Kléber Pereira Lanças

Prof. Doutor, Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP Botucatu/SP

falhas de brotação da cultura de cana-de-açúcar. O experimento foi realizado no município de Lençóis Paulista – SP. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis repetições em dois sistemas de preparo do solo, sendo preparo convencional do solo e preparo profundo em faixa. O plantio mecanizado foi utilizado uma plantadora da marca DMB, modelo PCP 6000, tracionada por um trator agrícola 4x2 TDA com potência no motor de 235 cv, a uma velocidade de deslocamento de 6,0 km h⁻¹, sendo realizado o plantio de 2 linhas da cultura simultaneamente. A menor porcentagem de rebolos considerados perfeitos, propiciou maiores porcentagens de falhas após a realização do plantio mecanizado de cana-de-açúcar.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação, mecanização agrícola, *Saccharum spp.*

INFLUENCE OF THE QUALITY OF REBOLS IN MACHINING PLANTS AND FAILURES IN THE CULTURE OF SUGAR CANE

ABSTRACT: The mechanical harvesting process to obtain the grinding wheels to be used in the planting has a direct relationship. The objective of this work was to evaluate

RESUMO: O processo de colheita mecanizada para obtenção dos rebolos a serem utilizados no plantio possui relação direta. O trabalho teve por objetivo avaliar a influência da qualidade dos rebolos utilizados no plantio mecanizado e as

the influence of the quality of the grinding wheels used in the mechanized planting and the failure of sprouting of the sugarcane crop. The experiment was carried out in the city of Lençóis Paulista - SP. The experimental design was completely randomized with six replications in two soil tillage systems, being conventional tillage and deep tillage. The mechanized planting was used a planter DMB brand, model PCP 6000, driven by a tractor agricultural 4x2 TDA with power in the engine of 235 hp, at a speed of displacement of 6.0 km h⁻¹, being carried out the planting of 2 lines of culture simultaneously. The lower percentage of grinding wheels considered to be perfect gave rise to higher percentages of failure after the mechanized planting of sugarcane.

KEYWORDS: Evaluation, agricultural mechanization, *Saccharum* spp.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar nos últimos anos passou por uma forte expansão da produção devido às expectativas relacionadas à produção de energia renovável, assim essa cultura representa uma atividade de grande importância para o desenvolvimento econômico do país (NASCIMENTO et al., 2015).

Atualmente praticamente todo processo de cultivo da cana-de-açúcar é realizado de forma mecanizada, desde o plantio até a colheita, sendo que em algumas etapas os processos se complementam, como no plantio mecanizado em que as mudas utilizadas (toletes) são colhidas através de colhedoras de cana-de-açúcar.

O processo de colheita mecanizada para obtenção dos rebolos a serem utilizados no plantio possui relação direta, conforme descreve Hockings et al. (2000), onde a qualidade dos rebolos colhidos por colhedoras de cana-de-açúcar são altamente dependentes de cultivar, afiação das lâminas do rolo picador, rendimento da máquina (t h⁻¹) e relação entre velocidades dos rolos alimentadores e do rolo picador. Além disso, trabalhar com baixa taxa de colheita e utilizando velocidades uniformes nos rolos alimentadores, pode minimizar os danos aos rebolos durante o corte pelo picador.

O trabalho teve por objetivo avaliar a influência da qualidade dos rebolos utilizados no plantio mecanizado e as falhas de brotação da cultura de cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Lençóis Paulista – SP. O solo da área experimental, um Latossolo Vermelho, segundo a classificação da EMBRAPA (2013). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis repetições em dois sistemas de preparo do solo.

Um sistema de preparo do solo foi convencional através de grade aradora (pesada) de arrasto com 28 discos recortados de 28 polegadas cada disco e espaçamento entre discos de 0,28 metros, em seguida foi realizada uma subsolagem, com um subsolador montado com 4 hastes e ponteiras com asa, espaçadas de 1,5 metros entre hastes, tanto

a grade como o subsolador foram tracionados por um trator agrícola modelo 4x2 TDA com potência no motor de 245 cv. Outro sistema de preparo profundo em faixa foi com equipamento que possui uma haste subsoladora e enxada rotativa para preparo profundo do solo, denominado “penta”. O equipamento acoplado ao terceiro ponto do trator e à tomada de potência (TDP), possui uma haste para subsolagem de até 0,80 metros de profundidade, com enxada rotativa composta por 16 lâminas podendo trabalhar a uma profundidade de 0,30 metros, ainda permitindo a aplicação de insumos em diferentes profundidades (0,40 e 0,80 metros), sendo acionado por uma trator agrícola 4x2 TDA de 295 cv de potência no motor.

Para o plantio mecanizado foi utilizado uma plantadora da marca DMB, modelo PCP 6000 com capacidade de depósito de 6 toneladas de reboło, sendo realizado o plantio de 2 linhas da cultura simultaneamente. A plantadora foi tracionada por um trator agrícola 4x2 TDA com potência no motor de 235 cv, a uma velocidade de deslocamento de 6,0 km h⁻¹. O espaçamento de plantio foi alternado de 1,40 x 0,50 m entre linhas

Foram analisados no sulco de plantio os rebolos depositados pela plantadora de cana-de-açúcar, para verificação da qualidade do corte realizado pelos facões picadores da colhedora durante a colheita mecanizada, sendo classificados como perfeitos, quando não houvesse fissuras em ambas as extremidades, danificada, quando somente um dos lados apresentasse fissuras e imperfeito quando em ambas as extremidades fossem observadas as fissuras.

Após o plantio conforme metodologia proposta por Rodrigues (1995), que descreve época em que o perfilhamento se encerra e tem-se o estabelecimento da cultura foi realizada a quantificação de falhas através da metodologia proposta por Stolf (1986) na qual considera falhas como a ausência de plantas de cana-de-açúcar em distâncias acima de 0,50 m. Dessa maneira foi contabilizado o número falhas e o somatório dos metros de falhas acima de 0,50 m, nos 20 m de comprimento de cada linha por parcela.

Os dados foram submetidos a análise estatística, efetuada pelo software Minitab (16). Os dados foram comparados através de médias pelo teste *T-student*, utilizando o valor P (probabilidade) >0,05 para detecção de diferenças significativas ao nível de 5 % de probabilidade e teste qui-quadrado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade dos rebolos em porcentagem é apresentada na tabela 1. Observa-se que houve diferença para os rebolos considerados perfeitos em relação aos imperfeitos e com extremidade danificada ($p < 0,01$), sendo que no sistema de preparo convencional do solo a porcentagem de rebolos perfeitos (45,27%), foi menor em relação ao preparo com penta (71,13%), diferença que pode acarretar no insucesso do desenvolvimento da cultura.

Tratamento	Perfeitos (%)	Imperfeitos (%)	Extremidade danificada (%)
Preparo convencional	45,27	43,68	11,05
Preparo profundo em faixa	71,13	11,08	17,78

TABELA 1. Qualidade dos rebolos (%)

A determinação da qualidade dos rebolos possui influência no desenvolvimento da cultura, como observado por Cebim (2008), que concluiu que os danos provocados pelo fracionamento dos colmos em rebolos, através do sistema picador das colhedoras, reduziram a qualidade, gerando maior número de falhas na cultura.

Na porcentagem de falhas houve diferença estatística, para os tratamentos avaliados, conforme tabela 2.

Tratamentos	Porcentagem de falhas (%)
Preparo convencional	31,20 a
Preparo profundo em faixa	28,10 b
CV (%)	6,47

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem pelo teste de t ($\alpha=5\%$).

TABELA 2 - Porcentagem de falhas (%)

O preparo convencional apresentou a maior quantidade de falhas (31,20%) quando comparado ao sistema de preparo profundo em faixa (28,10%), essa diferença pode estar relacionada a qualidade dos rebolos que foram depositados nos sulcos de plantio, que podem afetar na brotação e propiciar maior índice de falhas, como discutido anteriormente.

Segundo o índice de falhas proposto por Stolf (1986), a porcentagem de falhas obtidas de 31,20% para o preparo convencional do solo e 28,10% no preparo com penta, podem ser considerados como valores médios.

Bramley (2009) considera viável o monitoramento das falhas pós-plantio por meio de imagens aéreas que poderão servir para identificação dos locais com falhas na lavoura e assim realizar o replantio dessas áreas. Naik et al. (2013) sugerem que o replantio das áreas falhadas seja feito utilizando mudas de cana-de-açúcar (3 a 5 folhas), sendo transplantadas diretamente no solo preparado, afim de mantendo a qualidade da lavoura.

CONCLUSÕES

A menor porcentagem de rebolos considerados perfeitos, propiciou maiores porcentagens de falhas após a realização do plantio mecanizado de cana-de-açúcar, porém se torna imprescindível verificar demais fatores que possam contribuir para esse efeito.

REFERÊNCIAS

BRAMLEY, R.G.V. Lessons from nearly 20 years of Precision agriculture research, development, and adoption as a guide to its appropriate application. **Crop and Pasture Science**, Collingwood, v. 60, n. 3, p. 197–217, 2009.

CEBIM, G.J. **Plantio mecânico de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*): desempenho operacional e econômico**. 2008. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade Estadual de São Paulo, Piracicaba, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

HOCKINGS, P.R.; NORRIS, C.P., DAVIS, R.J. **Chopper systems in cane harvesters: Results of a test program**. Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol., Vol. 22: 250–255. 2000.

NASCIMENTO, M. R. R. do; RODRIGUES, W. O. P.; SCHLINDWEIN, M. M. **Reflexos do setor canavieiro para o crescimento econômico da microrregião de dourados em Mato Grosso do Sul**. Organizações Rurais & Agroindustriais, Lavras, v. 17, n. 2, 2015, p. 149–162, 2015.

NAIK, R.; ANNAMALAI, S.J.K.; NAIR, N.V.; PRASAD, N.R. **Studies on mechanization of planting of sugarcane bud chip settlings raised in portrays**. Sugar Tech, New York, v. 15, n. 1, p. 27–35, 2013.

RODRIGUES, D. J. **Fisiologia da Cana-de-Açúcar**. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Campus de Botucatu. Botucatu, 1995. p. 101

STOLF, R. **Metodologia de avaliação de falhas nas linhas de cana-de-açúcar**. STAB, Piracicaba, v. 4, n. 6, p. 22-36, jul./ago. 1986.

LEVANTAMENTO DE DOENÇAS BIÓTICAS EM ROSA DO DESERTO (*Adenium obesum*) Forssk. Roem

Data de submissão: 08/11/2022

Data de aceite: 02/01/2023

Carlos Wilson Ferreira Alves

Universidade Federal de Mato Grosso,
Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais
ICAA
Sinop – MT
<http://lattes.cnpq.br/1359384317977393>

Daiane Lopes de Oliveira

Universidade Federal de Mato Grosso,
Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais
ICAA
Sinop – MT
<http://lattes.cnpq.br/5753600371814451>

Solange Maria Bonaldo

Universidade Federal de Mato Grosso,
PPGA/Instituto de Ciências Agrárias e
Ambientais ICAA
Sinop - MT
<http://lattes.cnpq.br/3703629752105309>

RESUMO: *Adenium obesum* Forssk. Roem, comumente conhecida como rosa do deserto, é uma planta ornamental, da família das Apocynaceae, caracterizada por sua belíssima floração, e exuberante caule espesso, tornou-se preferência no setor paisagístico. O objetivo desse trabalho foi realizar levantamento das principais doenças bióticas que afetam

a cultura da rosa do deserto. Diagnoses foram realizadas em folhas, flores, botão floral e raízes de plantas sintomáticas de rosa do deserto, através de isolamentos direto e indireto em meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (BDA). Os microrganismos encontrados foram identificados e posteriormente preservados. Fotos dos sintomas do material vegetal e sinais dos microrganismos foram obtidas, bem como desenvolvimento das colônias em placas de Petri. No total 80 amostras passaram pelo processo de diagnose, onde encontrou-se os seguintes microrganismos: *Fusarium* sp., *Colletotrichum* sp., *Choanephora* sp., *Bipolaris* sp., *Corynespora* sp., *Pythium* sp. *Curvularia* sp., *Cladosporium* sp., *Aspergillus* sp. e bactérias. Folhas e flores apresentam a maior incidência de microrganismos, sendo *Fusarium* sp., *Colletotrichum* sp., *Choanephora* sp. e *Corynespora* sp. os mais incidentes na cultura de rosa do deserto.

PALAVRAS-CHAVE: Paisagismo, Fitopatologia, Microrganismos.

SURVEY OF BIOTIC DISEASES IN DESERT ROSE (*Adenium obesum*) Forssk. Roem

ABSTRACT: *Adenium obesum* Forssk. Roem, popularly known as desert rose, it is an ornamental plant belonging to the Apocynaceae family, became a preference in the landscape sector for its beautiful flowering and lush stem. The objective of this work was to execute a survey of main biotic diseases affect the desert rose crop. Diagnoses were made in leaves, flowers, floral button, and roots of symptomatic desert rose plants, through direct and indirect isolation in culture medium Potato Dextrose Agar (PDA). The microorganisms found were identified and later preserved. Pictures of the plant material symptoms and microorganisms' signs were taken, as well as colonies development in Petri dishes. In total, 80 samples went through the diagnosis process, the following microorganisms were found: *Fusarium* sp., *Colletotrichum* sp., *Choanephora* sp., *Bipolaris* sp., *Corynespora* sp., *Pythium* sp., *Curvularia* sp., *Cladosporium* sp., *Aspergillus* sp., e bacterium. Leaves and flowers had a higher incidence of microorganisms, and *Fusarium* sp., *Colletotrichum* sp., *Choanephora* sp. e *Corynespora* sp. were the most incident in desert rose crop.

KEYWORDS: Landscaping, Phytopathology, Microorganisms.

1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, cerca de 8 mil produtores trabalham na produção de flores e plantas ornamentais, juntos cultivam aproximadamente 350 espécies com cerca de três mil variedades, segundo dados do Instituto Brasileiro de Floricultura - IBRAFLO. Gerando aproximadamente 200.000 empregos diretos nos quais 39,53% desse valor estão associados à produção, 53% ao varejo, 4,22% a distribuição e o restante em demais funções (IBRAFLO, 2017).

Em 2014, uma área aproximadamente de 15.000 hectares, estava sob cultivo de plantas ornamentais, produção essa que entre 2012 e 2016 gerou faturamento médio de 5,72 bilhões de reais. Apesar do bom rendimento econômico estudos relacionados às plantas ornamentais não têm acompanhado o mesmo ritmo da produção (SILVEIRA, 2016), sendo poucos os trabalhos relacionados ao cultivo dessas plantas. Afetando assim diretamente a floricultura, que é um ramo da horticultura que trabalha com a produção nacional de plantas ornamentais (flores de corte, plantas de vasos, mudas, sementes, partes vegetativas) visando o lucro e o crescimento econômico (KAMPF, 2005).

A floricultura tem investido em tecnologias de produção, como ambientes protegidos e plantio suspenso, visando produzir durante o ano todo e atender a demanda exigente de mercado, que em sua maior parte é europeu (FERNANDES, 2015).

Dentre as plantas ornamentais, a Rosa do deserto (*Adenium obesum*) é uma das preferidas dos consumidores, devido a sua belíssima floração, caudex espesso, e fácil adaptação ao clima do país, além disso, possui um alto valor agregado (JUNIOR, 2017). Apesar do aumento significativo na produção de rosas do deserto, pesquisas científicas sobre a cultura não acompanharam esse crescimento, impossibilitando tratamentos culturais

adequados (McBRIDE et al., 2014). Para os aspectos fitossanitários, a situação não é diferente, Junior (2017) relata sobre a ocorrência de insetos fitófagos, entretanto, são escassas as informações sobre doenças.

No ano de 2015, a Clínica de diagnose de doenças de plantas da UFMT/Sinop começou a receber amostras de rosa do deserto, sintomáticas com suspeitas de doenças para diagnoses, oriundas diversos estados brasileiros.

Portanto diante dessa problemática, e falta de informações na literatura sobre essa espécie, o presente trabalho realizou um levantamento das principais doenças bióticas que acometem rosas do deserto (*Adenium obesum*).

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção das amostras de rosa do deserto e localização do trabalho

Os materiais sintomáticos foram obtidos através de visitas as floriculturas da região de Sinop/MT, viveiros de produção de mudas, e recebidas no laboratório de Microbiologia/Fitopatologia da Universidade Federal de Mato Grosso/Campus Sinop.

2.2 Diagnoses dos materiais

Os materiais infectados passaram por procedimentos de identificação macroscópica e microscópica, por meio de lupa e microscópio (ALFENAS & MAFIA, 2016). Ao observar os sintomas e sinais da planta foi realizado isolamento direto para plantas com sinais visíveis de microrganismos e isolamento indireto para as plantas que apresentavam apenas os sintomas de doenças (ALFENAS & MAFIA, 2016).

Após os isolamentos foram realizadas repicagens, visando à obtenção de cultura pura do microrganismo desejado e, após esse procedimento a identificação destes foi realizada baseada na sua morfologia, com auxílio de microscópio óptico.

Os fungos foram preservados em tiras de papel-filtro, com intuito de manter os isolados por mais tempo em laboratório, e para a realização das análises moleculares, para a identificação das espécies.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Número de amostras e fitopatógenos associados

Foram realizadas diagnoses em 80 amostras, oriundas de 4 estados brasileiros (Figura 1) divididas morfológicamente em: folhas, flores, botão e raiz (Figura 2). Os principais microrganismos encontrados foram: *Fusarium*, *Colletotrichum*, *Choanephora*, *Bipolaris* e *Corynespora* (Figura 3).

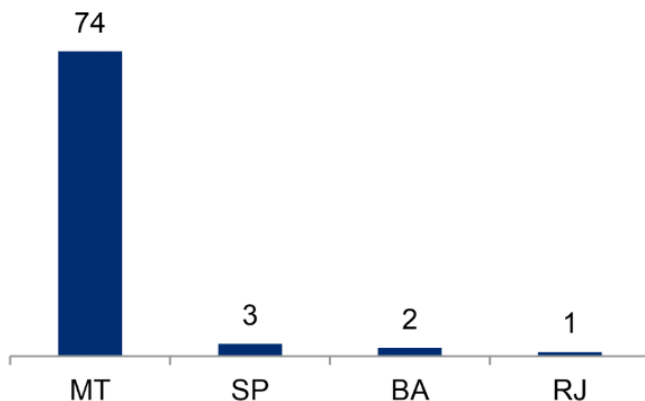


Figura 1. Número de amostras de rosa do deserto sintomáticas, recebidas de diferentes estados brasileiros.

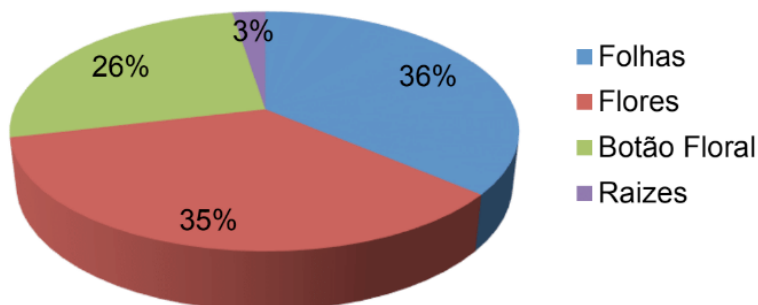


Figura 2. Porcentagem de cada estrutura de rosa do deserto submetida às análises de diagnose.

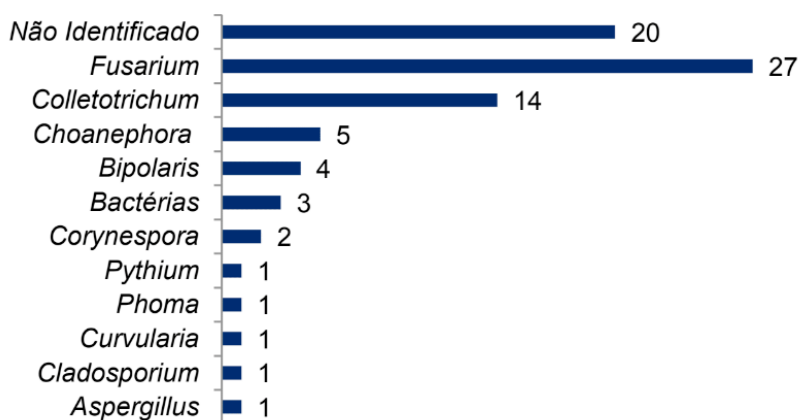


Figura 3. Relação de microrganismos encontrados em amostras sintomáticas de rosa do deserto.

3.2 *Choanephora* sp.

3.2.1 Podridão úmida nas flores causada por *Choanephora* sp.

Flores apresentando sinais (Figura 4A) foram submetidas à diagnose, onde isolou-se *Choanephora* sp.. As colônias apresentam coloração branca a bege, micélio cotonoso, rápido crescimento e, os sinais na planta são estruturas pretas, conhecidas como esporângios, que contém os esporos do fungo (Figura 4).

As flores e botões florais de *A. obesum* que sofrem com ataque de *Choanephora* sp. em três dias são totalmente destruídas, ao iniciar o apodrecimento tendem a abortar da planta e, a esporulação do fungo acontece, no início do apodrecimento, acelerando a queda da flor.

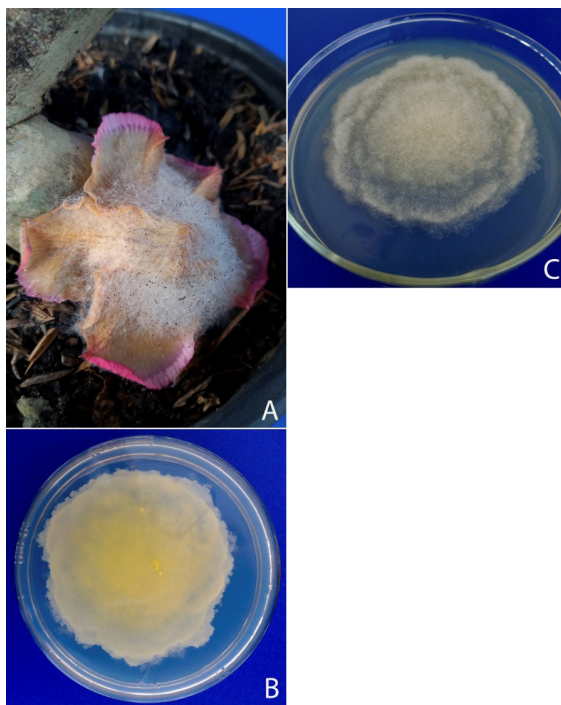


Figura 4. *Choanephora* sp. A- Esporos de *Choanephora* em flor. B e C- Crescimento micelial do fungo. Fonte: Alves (2020).

3.3 *Colletotrichum* sp.

Colletotrichum sp. foi o segundo microrganismo mais encontrado em rosa do deserto, estando presentes em 18% das amostras, principalmente nas folhas, quatro isolados foram analisados e caracterizados pelos sintomas, sinais e estruturas.

3.3.1 Isolado da Folha

O primeiro isolado de *Colletotrichum* sp. na folha inicia os sintomas nas nervuras, com pequenas manchas irregulares, e ao evoluir provoca seca nas folhas, e conseqüentemente queda, afetando diretamente os processos fisiológicos da planta. A colônia do fungo possui coloração preta em meio de cultura BDA, e crescimento micelial rasteiro (Figura 5).

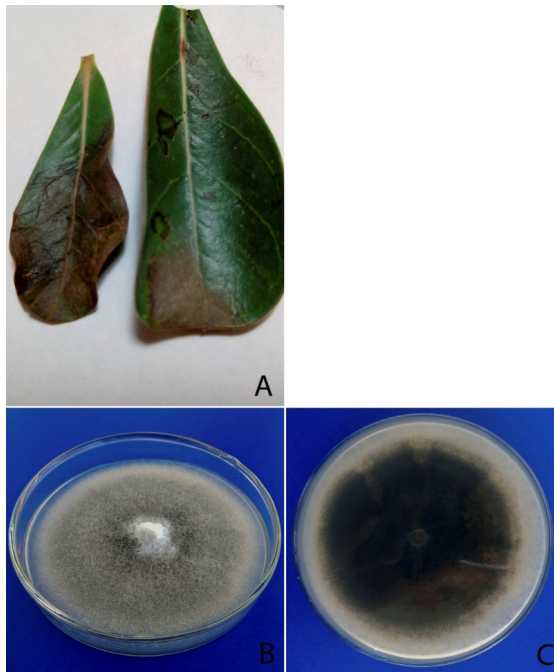


Figura 5. *Colletotrichum* sp. isolado de folhas de rosa do deserto sintomáticas A-Sintomas B-Crescimento micelial, C- Crescimento micelial parte inferior da placa. Fonte: Alves (2020).

O segundo isolado de *Colletotrichum* sp. apresenta sintomas de seca nas folhas, sendo que a folha amarelada, apresenta distúrbio nutricional na planta, e possivelmente facilita a entrada do microrganismo. Os sintomas iniciam pelas nervuras, e evoluem para toda a folha. Na figura 6B é possível observar o crescimento micelial do fungo (AMORIM, 2018). As colônias, em meio de cultura BDA, possuem coloração branca quando nova e ao envelhecer tornam-se pretas (Figura 6).

O terceiro isolado de *Colletotrichum* sp. apresenta manchas nas folhas, seguida de seca e, ao evoluir os sintomas, sinais de crescimento micelial surgem, sobre a superfície da folha, levando a queda da folha. O crescimento micelial possui coloração cinza que com o passar dos dias torna-se escuro (Figura 7).

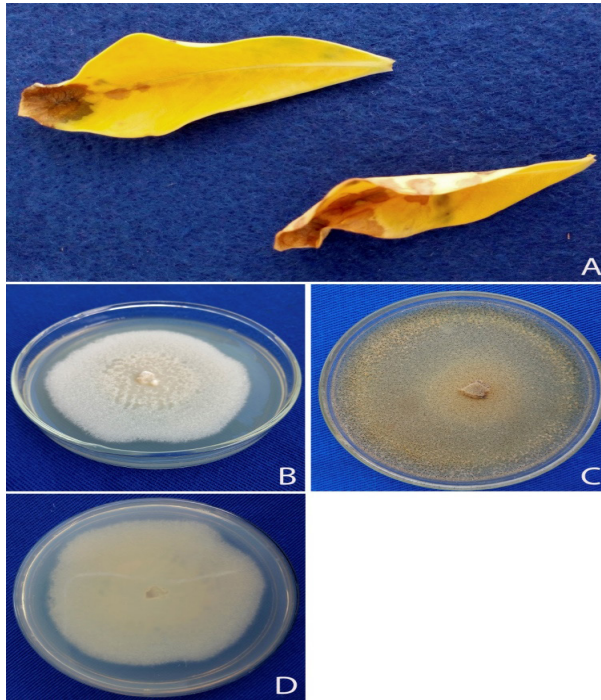


Figura 6. *Colletotrichum* sp. A- Sintomas. B e C- Crescimento Micelial. Fonte: Alves, (2020).

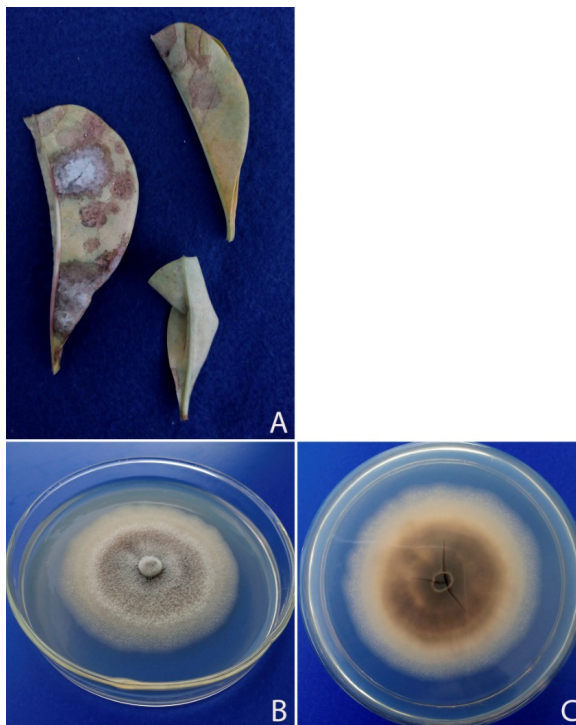


Figura 7. *Colletotrichum* sp. A- Folha com sintomas B e C- Crescimento micelial. Fonte: Alves (2020).

O quarto isolado de *Colletotrichum* sp, também da folha (Figura 8), inicia os sintomas com manchas na superfície foliar, e com a evolução da doença sinais do fitopatógeno aparecem sobre as lesões necrosadas. O fungo também produz acérvulos, em meio de cultura, e com 5 dias de crescimento, há o início da produção de esporos do fungo (Figura 8b).

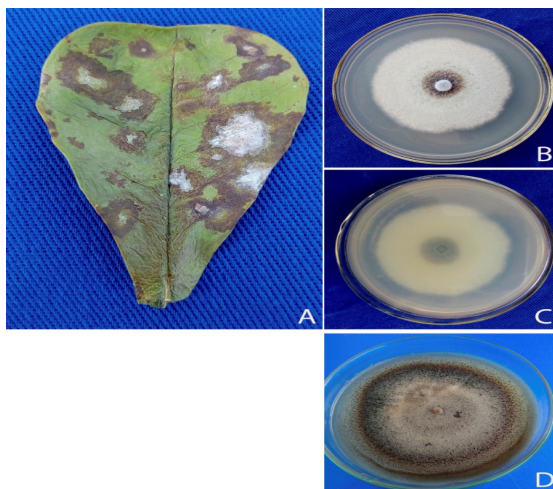


Figura 8. *Colletotrichum* sp. A- Sintomas na folha. B e C- Crescimento Micelial. Fonte: Alves (2020).

3.4 *Fusarium* sp.

O gênero *Fusarium* sp. foi o mais encontrado em plantas de *A. obesum* e corresponde aproximadamente 35% das amostras avaliadas, estando presente em todas as estruturas da planta, sendo extremamente agressivo, ao atacar as florações da planta. Isolados de *Fusarium* sp. foram avaliados, caracterizados as estruturais conidiais, incidência de sintomas, aparecimento de sinais, e o crescimento micelial em meio de cultura BDA.

3.4.1 *Botão Floral*

Dois isolados de botão floral foram selecionados, após observação de rápida decomposição da planta e crescimento micelial acelerado. O primeiro isolado (Figura 9), apresenta crescimento micelial branco, tendendo ao alaranjado no centro da placa (Figura 9A), os sintomas são apodrecimento de coloração escura, e com a evolução dos sintomas o fungo apresenta sinais.

O segundo isolado de *Fusarium* sp. (Figura 10), apresenta crescimento micelial totalmente branco, sintomas iniciando com pequenas manchas pretas, evoluindo até afetar todo o botão floral com apodrecimento. Com o ataque de *Fusarium*, o botão floral não inicia abertura das pétalas, e conseqüente tende a abortar da planta, reduzindo a floração. Na evolução das manchas o fungo expressa sinais por meio de crescimento micelial, cotonoso

e branco, as estruturas dos fungos são macroconídios e microconídios.

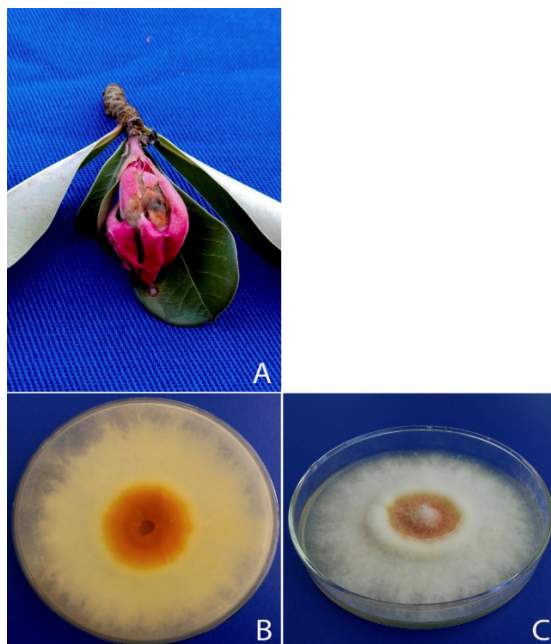


Figura 9. *Fusarium* sp. A - Sintomas de *Fusarium* sp. em botão floral. B e C - Crescimento Micelial. Fonte: Alves (2020).

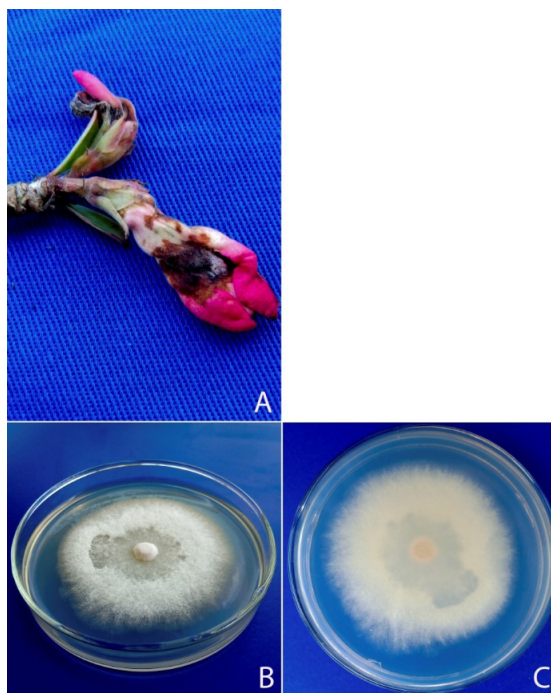


Figura 10. *Fusarium* sp. A- Sintomas em Botão floral. B e C- Crescimento Micelial. Fonte: Alves (2020).

3.4.2 Flor

Dois isolados das flores foram avaliados, o primeiro fungo possui crescimento micelial branco, cotonoso afeta as pétalas de rosa, causando podridão e secando completamente a flor. Os sintomas iniciam com pequenas manchas nas bordas da flor de coloração marrom, evoluindo até provocar o abortamento das flores (Figura 11). As estruturas são macroconídios e microconídios.

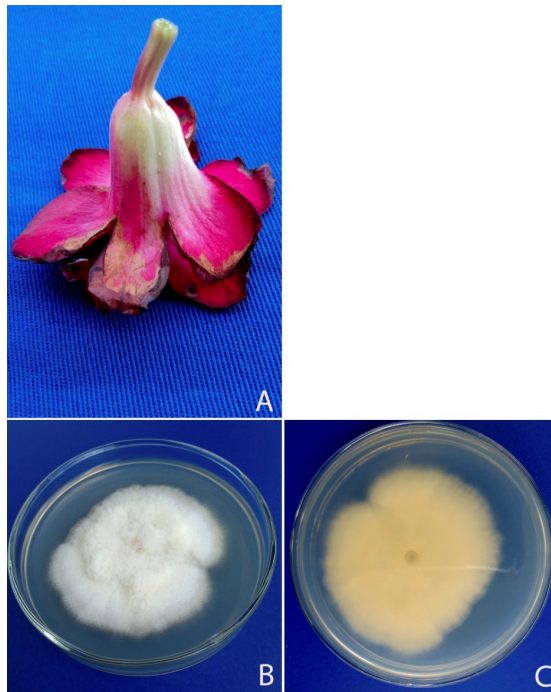


Figura 11. *Fusarium* sp. A- Sintomas em flores. B e C- Crescimento Micelial. Fonte: Alves (2020).

O segundo isolado de *Fusarium* sp. provoca apodrecimento nas flores, os sintomas iniciam com pequenas manchas de coloração marrom e evolui até apodrecer por completo as flores da rosa, o crescimento micelial rasteiro com coloração tendendo ao laranja, o patógeno é extremamente agressivo, afetando diretamente a floração da rosa do deserto (Figura 12). Possui macroconídios e microconídios em sua estrutura.

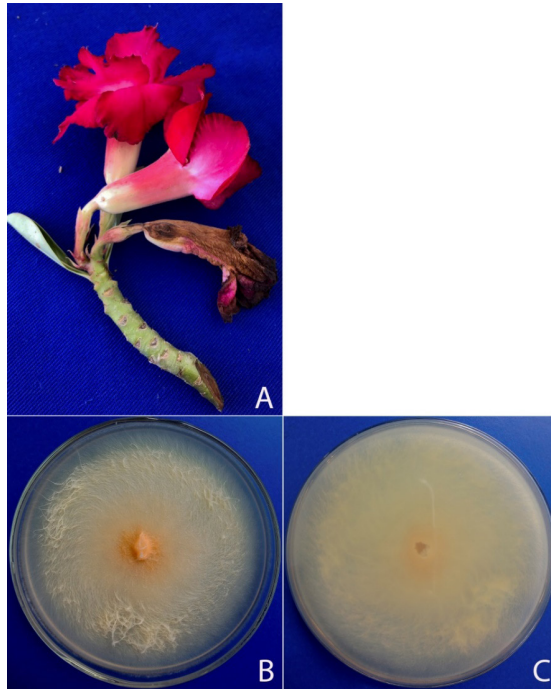


Figura 12. *Fusarium* sp. A- Sintomas em Flores. B e C- Crescimento Micelial. Fonte: Alves (2020).

3.4.3 Folha

O isolado de *Fusarium* sp. da folha foi isolado e caracterizado, os sintomas dão início com pequenos pontos de amarelecimento na folha, e geralmente ocorre na nervura principal. Deficiência nutricional favorece a entrada desse microrganismo e, com a evolução do fungo as nervuras vão apodrecendo até provocar a queda da folha. O crescimento micelial é de coloração branca tendendo ao amarelo, cotonoso, e desenvolve-se rapidamente em meio de cultura BDA, produzindo macroconídios e microconídios. (Figura 13).

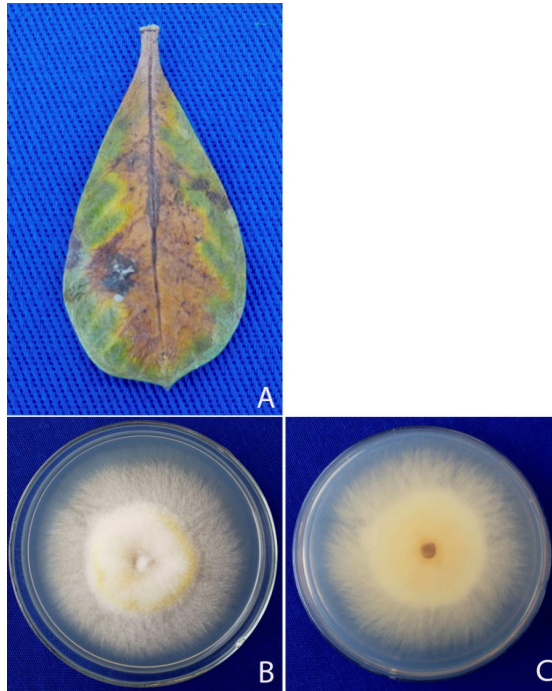


Figura 13. *Fusarium* sp. A- Sintomas em folhas. B e C- Crescimento Micelial. Fonte: ALVES (2020).

3.4.4 Raiz

O isolado de *Fusarium* sp. da raiz (Figura 14), apresenta crescimento micelial sobre as estruturas, afetando diretamente o desenvolvimento da rosa do deserto, pois, impede a absorção de nutrientes pela planta. De coloração laranja o crescimento micelial cottonoso, atinge a área da placa em poucos dias e, a reprodução desse fungo ocorre por meio de macroconídios e microconídios.

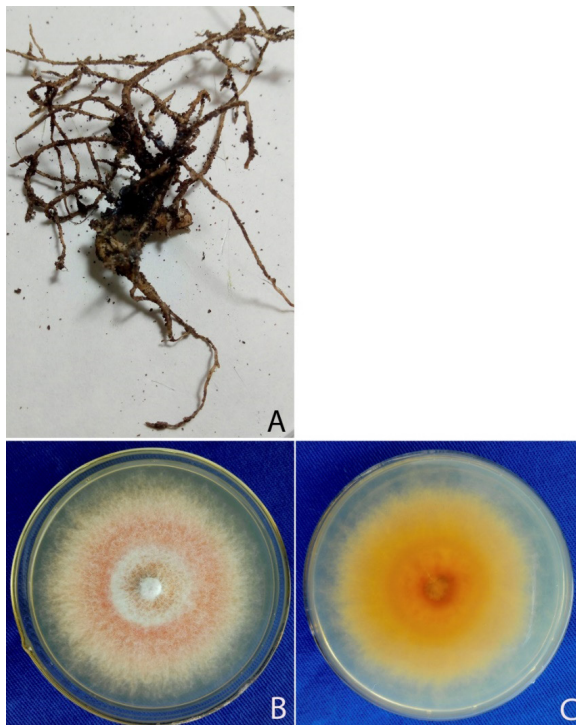


Figura 14. *Fusarium* sp. A- Sintomas em raízes. B e C- Crescimento Micelial. Fonte: Alves (2020).

3.5 *Corynespora* sp.

O gênero *Corynespora* sp. foi isolado de duas amostras de flores de rosa do deserto, mas é um fungo de grande importância, pois está presente nas principais culturas agrícolas.

3.5.1 *Flor*

O isolado de *Corynespora* sp. obtido de flores, apresenta sintomas característicos da doença, manchas circulares, com pontos pretos, assemelhando-se a um alvo. Os sintomas aparecem por toda superfície foliar, e ao evoluir causa podridão nas pétalas e sépalas da rosa seguido de abortamento, a colônia do patógeno possui coloração marrom escura, com rápido desenvolvimento em meio de cultura (Figura 15).

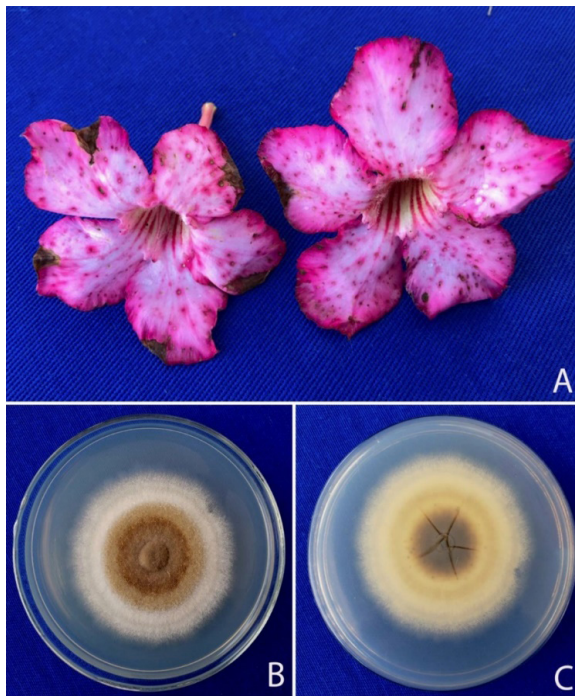


Figura 15. *Corynespora* sp. A- Sintomas em flores. B e C- Crescimento Micelial. Fonte: Alves (2020).

4 | CONCLUSÕES

Fusarium sp., *Colletotrichum* sp., *Choanephora* sp. e *Corynespora* sp. são os principais fungos associados a sintomas de doenças em plantas de Rosa do Deserto.

Choanephora sp. é o patógeno mais agressivo as plantas de Rosa do deserto, em questão botões florais e flores e, *Fusarium* sp. está presente em todas as estruturas da planta, sendo elas, folhas, flores, botões florais e raízes.

REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. **Métodos em fitopatologia**. Viçosa. 2 ed. UFV. 516p. 2016.
- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; FILHO, A. B. **Manual de Fitopatologia: Volume 1 Princípios e conceitos**. 5. ed. Agronômica Ceres, 2018. 573p.7
- FERNANDES, P. V. G. **Os desafios do mercado de flores e plantas ornamentais no Brasil**. 2015. 25f. Especialização (Pós-graduação) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
- IBRAFLOR-INTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA, 2017. **Mercado interno 2017**. Disponível em <<http://www.ibraflor.com/index.php>> Acesso em 15 de janeiro de 2020.
- JUNIOR, L. R. B. **Cultivo de rosa do deserto em diferentes substratos**.31 f. Trabalho de conclusão – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

KAMPF, A.N. **Produção comercial de plantas ornamentais** 1. ed. editora evangraf, 2005. 256 p.

McBRIDE, K.M.; HENNY, R.J.; MELLICH, T.A.; CHEN, J. Mineral nutrition of *Adenium obesum* 'red'. **HortScience**, v.49, n.12, p.1518-1522, 2014.

SILVEIRA, M. P. C. **Avaliação dos parâmetros ecofisiológicos e de crescimento em rosa do deserto sob restrição hídrica associada ao filme de partícula de CaCO₃**. 2016. 46f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) Universidade Federal de Sergipe. Sergipe, 2016.

LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DE CANA-DE-AÇUCAR NA AMAZÔNIA TOCANTINA

Data de submissão: 24/11/2022

Data de aceite: 02/01/2023

Glaucilene Veloso Costa

Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Pará – FAGRO/UFPA, Campus de Cametá- PA
<http://lattes.cnpq.br/7683741855794916>

Lenize Mayane Silva Alves

Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Pará – FAGRO/UFPA, Campus de Cametá- PA
<http://lattes.cnpq.br/8938617883042777>

Silas Eduan Pompeu Amorim

Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Pará – FAGRO/UFPA, Campus de Cametá- PA
<http://lattes.cnpq.br/8632775658868287>

Taciele Raniere da Silva Nascimento

Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Pará – FAGRO/UFPA, Campus de Cametá- PA

Mariana Casari Parreira

Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Pará – FAGRO/UFPA, Campus de Cametá- PA
<http://lattes.cnpq.br/9794274742741223>

Melcleyre de Carvalho Cambraia

Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Pará – FAGRO/UFPA, Campus de Cametá- PA
<http://lattes.cnpq.br/8274791919297924>

RESUMO: O presente trabalho trata de uma análise fitossociológica de plantas daninhas em uma área com cultivo de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) no município de Cametá, no estado do Pará, considerando-se o monocultivo. O levantamento foi realizado em apenas um dia. Avaliaram-se as frequências, densidades, abundância e massa fresca absolutas e relativas, e o índice de valor de importância (IVI), este último, expressa numericamente a importância de uma determinada espécie em uma comunidade, sendo realizado pela soma dos valores de densidade, frequência, abundância e massa fresca expressos em porcentagem. Foram identificadas 16 espécies de plantas daninhas, distribuídas em 10 famílias. A família com maior representatividade foi a Poaceae e a Cyperaceae. A espécie *Rhynchospora nervosa* apresentou o maior índice de valor de importância, seguida pela *Commelina obliqua* e *Echinochloa colona*.
PALAVRAS-CHAVE: *Saccharum officinarum*, plantas daninhas, Amazônia

PHYTOSOCIOLOGICAL SURVEY OF WEEDS IN SUGARCANE CULTURE IN THE TOCANTINE AMAZON

ABSTRACT: The present work deals with a phytosociological analysis of weeds in an area with sugarcane cultivation (*Saccharum officinarum*) in the municipality of Cametá, in the state of Pará, considering monoculture. The survey was conducted in just one day. Absolute and relative frequencies, densities, freshness and fresh mass were evaluated, and the importance value index (IVI), the latter, numerically expresses the importance of a given species in a community, and is performed by summing the density values, frequency, abundance and fresh mass expressed as a percentage. Sixteen weed species were identified, distributed in 10 families. The most representative family was Poaceae and Cyperaceae. *Rhynchospora nervosa* presented the highest importance value index, followed by *Commelina obliqua* and *Echinochloa colona*.

KEYWORDS: *Saccharum officinarum*, weed, Amazon.

INTRODUÇÃO

“Estima-se que o cultivo da cana-de-açúcar já era realizado na Índia cerca de 2500 anos atrás, onde a produção do açúcar a partir de cana se iniciou, tendo chegado à Europa através das Cruzadas” (TEIXEIRA, 2019, p.14). “A cana-de-açúcar tem uma longa história no Brasil, e os primórdios do cultivo datam de 1532.” (CARVALHO, 2009).

Segundo SHIKIDA, (2013): “Os avanços tecnológicos e a adaptação desta cultura à região transformaram São Paulo no maior produtor de cana-de-açúcar e seus derivados, principalmente açúcar e álcool” (SHIKIDA, 2013).

Segundo o boletim da CONAB (2017) o Brasil se desponta em primeiro lugar no ranque dos maiores produtores de cana-de-açúcar do mundo, esse cenário se reverbera tendendo a ser ainda mais favorável por conta das condições edafoclimáticas adequadas ao cultivo, aumento da demanda por combustíveis de fontes renováveis e disponibilidade de grandes áreas (CONAB, 2017, p. 10).

Na Amazonia Tocantina, situada no nordeste paraense a cultura da cana-de-açúcar ainda é produzida em pequena escala por produtores familiares, cultivada na grande maioria para o autoconsumo e quando comercializada é vendida in natura.

As plantas daninhas podem ser um fator limitante no que se refere ao desenvolvimento e produtividade de uma área de plantação de cana-de-açúcar (DE PAULA, 2015). Estas quando presente no agroecossistema competem com a cultura de interesse por água, luz, nutrientes e gás carbônico, podendo ainda dispersar compostos químicos alopatícos capazes de interferir no desenvolvimento saudável da planta assim como servir de hospedeiro para pragas e doenças (Deon et al, 2016).

A melhor alternativa para se efetuar o manejo mais adequado das plantas daninhas ocorre através da identificação das espécies, contagem da presença desses vegetais, obtenção de informação sobre as mais importantes (Oliveira & Freitas, 2008).

Para aquisição de conhecimentos a respeito práticas culturais, dinâmica de infestação, crescimento da população vegetal e impactos causados pela comunidade infestante nos agroecossistemas o levantamento fitossociológico das plantas daninhas mostra se como fundamental (Pitelli, 2000). Deste modo o trabalho teve como objetivo analisar a comunidade infestante existente em uma área produtiva de cana de açúcar na Amazônia Tocantina.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no mês de maio de 2019, em uma propriedade no bairro de bom sucesso, localizada no município de Cametá, no estado do Pará (Amazônia Tocantina), e suas coordenadas geográficas são 2°14'31"S e 49°29'52"W.

Para a avaliação da comunidade infestante, na área cana de açúcar (tamanho de aproximadamente de um hectare) foram coletados cinco quadrados amostrais de um metro quadrado cada. Nesses quadrados amostrais as plantas daninhas presentes foram removidas, mensuradas, classificadas e posteriormente pesadas em balança de precisão para obtenção da massa fresca. A identificação das plantas coletadas foi feita através de livros especializados na área.

A partir das amostragens foram calculados os seguintes parâmetros fitossociológicos: densidade (D) e densidade relativa (Dr), frequência absoluta (Fre) e frequência relativa (FR), abundância absoluta (Abu) e abundância relativa (AbuR), índice de valor de importância (IVI) e importância relativa (IR) e massa fresca relativa (MF).

Foram utilizadas as seguintes fórmulas para o cálculo das variáveis:

$Den (plantas. m^2) = N^{\circ} \text{ total de indivíduos por espécie} / \text{Área total coletada}$

$DenR (\%) = \text{Densidade da espécie} \times 100 / \text{Densidade total de todas as espécies}$

$Fre = N^{\circ} \text{ de parcelas que contém a espécie} / N^{\circ} \text{ total de amostras utilizadas}$

$FreR (\%) = \text{Frequência da espécie} \times 100 / \text{Frequência total de todas as espécies}$

$Abu = N^{\circ} \text{ total de indivíduos por espécie} / N^{\circ} \text{ total de parcelas contendo as espécies}$

$AbunR (\%) = \text{Abundância da espécie} \times 100 / \text{Abundância total de todas as espécies}$

$MF (\%) = \text{Massa fresca} \times 100 / \text{Massa fresca total de todas as espécies}$

$IVI = Frr + Der + Abr + Mfr$

$IR (\%) = IVI \times 100 / IVI \text{ total de todas as espécies}$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total foram encontradas 16 espécies infestando a cultura da cana-de-açúcar, distribuídas em 10 famílias, onde as que se destacaram foram a Poaceae e a Cyperaceae.

(Tabela 1).

Família	Nome científico	Nome popular	Classe
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus amarus</i>	Quebra-pedra	Eudicotiledônea
	<i>Phyllanthus niruri</i>	Quebra-panela	Eudicotiledônea
Asteraceae	<i>Lourteigia ballotifolia</i>	Picão-roxo	Eudicotiledônea
Commelinaceae	<i>Commelina obliqua</i>	Trapoeraba	Monocotiledônea
	<i>Commelina diffusa</i>	Trapoerabana	Monocotiledônea
Poaceae	<i>Urochloa plantaginea</i>	Capim-doce	Monocotiledônea
	<i>Digitaria horizontalis</i>	Capim-colchão	Monocotiledônea
	<i>Echinochloa colona</i>	Capim-arroz	Monocotiledônea
Onograceae	<i>Ludwigia leptocarpa</i>	Cruz-de-malta	Eudicotiledônea
Rubiaceae	<i>Borreria latifolia</i>	Erva-de-lagarto	Eudicotiledônea
Cyperaceae	<i>Cyperus hermaphroditus</i>	Tiririca-de-três-quinas	Monocotiledônea
	<i>Rhynchospora nervosa</i>	Capim-estrela	Monocotiledônea
	<i>Kyllinga brevifolia</i>	Tiririca	Monocotiledônea
Hydroleaceae	<i>Hydrolea spinosa</i>	Amorosa	Eudicotiledônea
Malvaceae	<i>Herissantia crispa</i>	Malva-de-lavar-prato	Eudicotiledônea
Solanaceae	<i>Physalis pubescens</i>	Balãozinho	Eudicotiledônea

Tabela 1 - Comunidade infestante na área produtiva de cana-de-açúcar analisada, Cameté-PA.

Após a análise, verificou-se que a espécie *Echinochloa colona* foi a que apresentou o maior número de indivíduos comparando com as demais, por conseguinte, também resultou em maior densidade relativa e frequência relativa, apresentando a espécie *Rhynchospora nervosa* altos valores nos índices analisados (Tabela 2).

Espécies	N	DR	AR	FR	MFR	IVI
<i>Phyllanthus amarus</i>	12	4,8387097	3,960396	8	1,62852113	18,427627
<i>Lourteigia ballotifolia</i>	7	2,8225806	2,310231	8	3,21302817	16,34584
<i>Commelina obliqua</i>	36	14,516129	7,9207921	12	35,5633803	70,000301
<i>Urochloa plantaginea</i>	4	1,6129032	2,640264	4	0,30809859	8,5612658
<i>Digitaria horizontalis</i>	6	2,4193548	1,320132	12	0,26408451	16,003571
<i>Ludwigia leptocarpa</i>	15	6,0483871	4,950495	8	2,86091549	21,859798
<i>Borreria latifolia</i>	43	17,33871	28,382838	4	6,38204225	56,10359
<i>Cyperus hermaphroditus</i>	1	0,4032258	0,660066	4	0,35211268	5,4154045
<i>Hydrolea spinosa</i>	2	0,8064516	1,320132	4	0,30809859	6,4346822
<i>Herissantia crispa</i>	1	0,4032258	0,660066	4	1,49647887	6,5597707
<i>Commelina diffusa</i>	4	1,6129032	2,640264	4	2,5528169	10,805984
<i>Kyllinga brevifolia</i>	2	0,8064516	1,320132	4	0,26408451	6,3906681
<i>Rhynchospora nervosa</i>	39	15,725806	12,871287	8	33,5387324	70,135826

<i>Echinochloa colona</i>	64	25,806452	21,122112	8	10,2112676	65,139831
<i>Physalis pubescens</i>	5	2,016129	3,30033	4	0,26408451	9,5805436
<i>Phyllanthus niruri</i>	7	2,8225806	4,620462	4	0,79225352	12,235296

N= número de indivíduos, DR= Densidade Relativa, AR=Abundância Relativa, FR= Frequência Relativa, IVI= Índice de Valor de Importância

Tabela 2 - Parâmetros fitossociológicos das espécies encontradas na área produtiva de cana-de-açúcar analisada, Cametá-PA.

Segundo os parâmetros avaliados com relação ao índice de valor de importância (IVI), as plantas daninhas que se destacaram foram a *Rhynchospora nervosa*, *Commelina obliqua* e *Echinochloa colona* (Figura 1), tornando as mais relevantes na análise fitossociológica, sendo o índice analisado a junção dos índices anteriores.

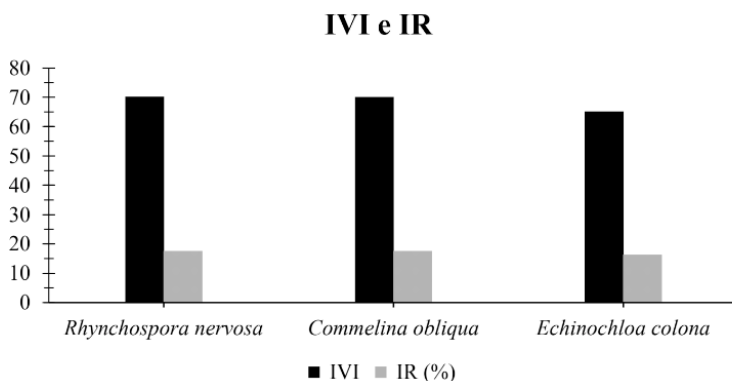


Figura 1 - Índice de valor de importância (IVI) e índice de valor de importância relativo (IR) das três espécies mais relevantes na área produtiva de cana-de-açúcar analisada, Cametá-PA.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelos resultados apresentados as famílias Poaceae e Cyperaceae foram as mais encontradas na área e as espécies *Rhynchospora nervosa*, *Commelina obliqua* e *Echinochloa colona* foram as mais representativas em todos os índices analisados.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, C. P. **Análise da reestruturação produtiva da agroindústria sucroalcooleira**. Maceió: Edufal, 2009.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Cana-de-açúcar**, V.4 – Safra 2017/2018. Terceiro levantamento, dezembro 2017. Disponível em: <https://www.udop.com.br/download/estatistica/conab_levantamento_safras/13abr18_4o_levantamento_safra_conab_2017a2018.pdf>

DEON, A. et al. **Levantamento Fitossociológico de plantas daninhas em sistemas silvibananeiros no norte de Mato Grosso**. 2016. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

DE PAULA, R. J. **Interferência de plantas daninhas no desenvolvimento inicial de mudas meristemáticas de cana-de-açúcar**. 2015. 45 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/128042>>.

OLIVEIRA, A. R.; FREITAS, S. P. **Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar**. Planta Daninha, v. 26, n. 1, p. 33-46, 2008.

PEREIRA, M. F. V. **A inserção recente da cana-de-açúcar no sudoeste da Amazônia: novos indícios da instabilidade do território em Rondônia e Acre**. Interações, Campo Grande, v. 11, n. 2 p. 187-193, jul./dez. 2010.

PITELLI, R. A. **Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas**. Jornal Conserb, v. 01, n. 02, p. 1-7, 2000.

SHIKIDA, P. F. A. Expansão canvieira no Centro-Oeste: limites e potencialidades. **Revista de Política Agrícola**, ano 22, n. 2, p. 122-137, 2013.

TEIXEIRA, E.S. **Um estudo sobre modelos matemáticos de otimização para atividades da cadeia de produção da cana-de-açúcar**. 2019. 89 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências exatas, São José do Rio Preto. Disponível em: <repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/180835/teixeira_es_me_sjrp.pdf?sequence=5&isAllowed=y>, 2019.

LIXIVIAÇÃO DE HERBICIDAS APLICADOS EM PRÉ-EMERGÊNCIA EM SOLO COM COBERTURA VEGETAL

Data de aceite: 02/01/2023

Beatriz Aparecida Blanco Gonsales

Universidade do Estado de Mato Grosso –
Campus Universitário Professor Eugênio
Carlos Stiler
Tangará da Serra, Mato Grosso
ID Lattes: 1878089251619735

Kamilla Ferreira Rezende

Universidade do Estado de Mato Grosso
- *Campus* Universitário Professor Eugênio
Carlos Stiler
Tangará da Serra, Mato Grosso
ID Lattes: 2203230770936127

Daniela Stival Machado

Universidade do Estado de Mato Grosso
- *Campus* Universitário Professor Eugênio
Carlos Stiler
Tangará da Serra, Mato Grosso
ID Lattes: 4577946619183695

Miriam Hiroko Inoue

Universidade do Estado de Mato Grosso
- *Campus* Universitário Professor Eugênio
Carlos Stiler
Tangará da Serra, Mato Grosso
ID Lattes: 5603582678388704

Ana Carolina Dias Guimarães

Universidade do Estado de Mato Grosso -
Campus Universitário de Alta Floresta
Alta Floresta, Mato Grosso
ID Lattes: 5753126877699144

Júlia Rodrigues Novais

Universidade do Estado de Mato Grosso
- *Campus* Universitário Professor Eugênio
Carlos Stiler
Tangará da Serra, Mato Grosso
ID Lattes: 4435068328880582

Gabriel Casagrande Castro

Universidade do Estado de Mato Grosso
- *Campus* Universitário Professor Eugênio
Carlos Stiler
Tangará da Serra, Mato Grosso
ID Lattes: 1484881592326663

Rafael Rodrigues Spindula Thomaz

Universidade do Estado de Mato Grosso
- *Campus* Universitário Professor Eugênio
Carlos Stiler
Tangará da Serra, Mato Grosso
ID Lattes: 8414641606019321

RESUMO: O sistema de Plantio Direto (SPD) atualmente é o mais utilizado em várias regiões do Brasil, tendo em vista, que este se baseia em práticas conservacionistas, tais como: aumento da matéria orgânica, não revolvimento do solo e proporciona uma maior retenção de nutrientes. Diante desse sistema de plantio, o uso de herbicidas aplicados em pré-emergência é

fundamental para controle de plantas daninhas. O uso da cobertura vegetal no solo pode tanto interceptar quanto reter os herbicidas aplicados, reduzindo sua eficiência no controle de plantas indesejadas. Portanto esta revisão tem como objetivo, a compreensão da dinâmica e o potencial de lixiviação de herbicidas aplicados em pré-emergência em solos com diferentes coberturas vegetais. Sabe-se que a lixiviação de um herbicida é influenciada por questões climáticas, propriedades físico-químicas e biológicas do solo, além das características específicas das moléculas. Outro fator está relacionado com a cobertura vegetal presente no solo, uma vez que propicia um acréscimo de atividades microbiológicas, favorecendo a degradação de moléculas do herbicida. Portanto, para a utilização de herbicidas aplicados em pré-emergência, deve-se levar em consideração esses fatores como forma de garantir sua eficiência e evitar perdas por lixiviação.

PALAVRAS-CHAVE: Dessorção, lixiviação, retenção.

LEACHING OF HERBICIDES APPLIED IN PRE-EMERGENCY IN SOIL WITH VEGETABLE COVERAGE

ABSTRACT: The no-tillage system (SPD) is currently the most used in several regions of Brazil, considering that it is based on conservation practices such as: increasing organic matter, not turning the soil and providing greater retention of nutrients. In view of this new planting system, the use of pre-emergence herbicides is essential for weed control. And the use of ground cover can both intercept and retain the herbicides applied, reducing their ability to interfere with the control of unwanted plants. Therefore, this work aims to understand the dynamics and leaching potential of herbicides applied in pre-emergence in soils with different vegetation cover. Herbicide leaching is influenced by rainfall issues, physical-chemical and biological properties of the soil, in addition to the specific characteristics of the chemical's molecules. Another factor is related to the vegetation cover present in the soil, as it provides an increase in microbiological activities, amplifying the degradation of herbicide molecules. Therefore, for the use of pre-emergence herbicides, these factors must be taken into account to ensure their efficiency and avoid leaching losses.

KEYWORDS: Desorption, leaching, retention.

1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a agricultura passou por diversos processos de adaptação, principalmente no modo de cultivo. Atualmente o Sistema de Plantio Direto (SPD), que consiste em plantar diretamente sobre os restos vegetais da safra anterior é o mais utilizado em várias regiões do Brasil, baseando-se em práticas conservacionistas como: aumento da matéria orgânica, não revolvimento do solo e proporcionar a retenção de nutrientes (SALOMÃO, 2020).

Heckler et al. (1998) destacam que o sucesso do Sistema de Plantio Direto se deve a utilização de cobertura vegetal como a palhada, além desse tipo de sistema ser considerado uma das melhores formas de controle da erosão do solo e das plantas daninhas. Estudos realizados observaram que muitos dos herbicidas são retidos na palhada, em contrapartida outros são prontamente lixiviados para o solo (BANKS e ROBISON, 1982; RODRIGUES e

ALMEIDA, 1986; FORNAROLLI, 1997).

O processo de lixiviação é caracterizado pelo transporte no solo de moléculas não-voláteis e solúveis em água, a solubilidade das moléculas dos herbicidas e o índice de precipitação pluvial influenciam no deslocamento no perfil do solo (PRATA et al., 2003). Além da frequência de água, o tipo de solo pode estar intimamente relacionado ao comportamento do herbicida na lixiviação, assim como sua distribuição (NOVAIS et al., 2022).

Contudo, algumas substâncias são de alta solubilidade e são facilmente lixiviadas, principalmente em solos arenosos, já que apresentam baixa capacidade de troca de cátions (MIRANDA, 2013). Neste cenário, este trabalho objetivou compreender a dinâmica e o potencial de lixiviação de herbicidas aplicados em pré-emergência, em solos com coberturas vegetais.

2 | FATORES QUE AFETAM A LIXIVIAÇÃO DE HERBICIDAS

A atividade de lixiviação é caracterizada como a principal forma de movimento de moléculas solúveis em água e não voláteis, este processo é influenciado por alguns fatores tais como: pH e densidade do solo, matéria orgânica e textura do solo (SILVA, 2017).

Deste modo a presença da matéria orgânica no solo age na atividade microbiológica aumentando sua eficiência, porém pode reduzir a persistência de alguns herbicidas (Ferri et al., 2003). Matallo et al. (2003) em estudos com o diuron e tebuthiuron relataram que esses dois herbicidas tiveram a capacidade de lixiviação influenciada pela matéria orgânica. Souza (2017) verificou que teores de matéria orgânica elevada favorece a ação do diuron, reduzindo sua movimentação no perfil do solo, apresentado baixo potencial de lixiviação.

Outro fator que interfere na lixiviação do solo é o pH, na solução do solo ele é responsável pela liberação do cátion H^+ no meio, é um atributo que afeta na atuação do herbicida (CARVALHO, 2013).

Gonçalves et al. (2021) relataram que quando o pH do solo é aumentado o herbicida indaziflam tem uma diminuição de sua sorção. Rocha et al. (2000) também observaram que com a elevação do pH, há uma diminuição na sorção de imazaquin.

Durante estudos do potencial de lixiviação do herbicida fomesafen. Karpinski et al. (2014) constataram que em solos muito argilosos a fitotoxicidade das plantas foram menores quando comparado com solos franco arenosos, Silva et al. (2014) explicam que um dos motivos desta fitotoxicidade ser maior em solos argilosos relaciona com a textura do solo. As distintas texturas de solos merecem atenção, quanto a recomendação do herbicida, visto que, dependendo da molécula podem ter efeitos no controle de plantas daninhas neste caso positivo, porém pode causar injurias para a cultura em questão trazendo assim efeitos negativos.

A lixiviação tem um papel fundamental na incorporação de alguns herbicidas na

superfície, alcançando sementes e ou plantas em germinação, porém em excessiva, podem ser levados para camadas mais profundas do solo, tendo como consequência a limitação de seu potencial de ação, bem como também contaminar o lençol freático (PRATA et al., 2003).

O processo de lixiviação pode ser influenciado por vários fatores, dentre eles: adsorção, solubilidade da molécula em água, correlação da quantidade e a frequência na qual percorre o perfil de solo, uma vez que estas precipitações intensas podem impulsionar a lixiviação desses compostos químicos (MONQUERO et al., 2008; CORREIA, 2018).

Além disso, o herbicida quando aplicado no solo em pré-emergência é capaz de passar por processos de sorção, degradação e ou a lixiviação, mas que podem ser absorvidos por plantas cultivadas, bem como também plantas daninhas (MONQUERO et al., 2008). Neste cenário a mobilidade de herbicidas tem relação direta com as características do solo, teor e tipo de matéria orgânica, a distribuição, tamanhos de partículas, composição, densidade do solo e pH (MONQUERO et al., 2008).

Oliveira (2001) destaca que os processos de degradação de herbicidas e movimentação podem ser afetados por fatores climáticos ou edafoclimáticos, a solubilidade e a estrutura do produto. Portanto o comportamento da lixiviação tende a sofrer alterações de acordo com os diferentes tipos de solo existentes: um exemplo são os solos classificados como arenosos, onde tendem a ter uma maior lixiviação quando comparados com solos argilosos, devido à sua baixa capacidade de troca catiônica (ROSSI et al., 2005; MIRANDA, 2013).

3 | EFEITO DA COBERTURA VEGETAL NO POTENCIAL DE LIXIVIAÇÃO DE HERBICIDAS

De acordo com Santos e Andrade (1992), cobertura vegetal se trata de uma área ou material de origem vegetal que possibilita ao homem sua utilização, contribuindo para a proteção do solo evitando processos erosivos, além de amenizar altas temperaturas e possibilitar maior retenção de água no solo.

Algumas espécies de leguminosas (crotalária, guandu-anão) fazem parte de uma prática conhecida como adubação verde, em que a planta ou adubo verde é cultivado, ou não, com a finalidade expressa de enriquecer o solo com sua massa vegetal (OLIVEIRA, 2014). Além do uso de massa verde como cobertura vegetal, também é utilizado a massa seca como palhada de algumas espécies de gramíneas (milheto, sorgo, brachiaria, aveia-preta) provindas de restos da cultura após a colheita (SPINDULA et al., 1998; CHEER et al., 2006; SOUZA, 2011).

Na agricultura a utilização e manejo de diferentes coberturas vegetais, tem como intuito primário cobrir o solo e proteger de processos erosivos e a lixiviação de herbicidas, a cobertura vegetal não está limitada só a isso atualmente também desempenha a função de

silagem, pastoreio, feno e atua como fornecedora de palha para o plantio direto (PASSOS e MARCOLAN, 2013).

A cobertura vegetal, como a palhada, também pode atuar como uma barreira física no solo interceptando os herbicidas pré-emergentes influenciando sua chegada ao solo. A retenção de herbicidas pela palhada está relacionada com a quantidade e capacidade da biomassa vegetal em cobrir o solo (ISENSEE e SADEGHI, 1994).

Em regiões tropicais o solo apresenta uma baixa concentração de nutrientes e baixa capacidade de retenção, sendo que neste sentido, a lixiviação de herbicidas sofre grande influência da cobertura vegetal presente (OLIVEIRA, 2001). A matéria orgânica adicionada no solo pode favorecer a degradação dos herbicidas, visto que estes favorecem o fornecimento de nutrientes e energia para os microrganismos capazes de acelerar a degradação de moléculas (FELSOT e DZANTOR, 1990).

No entanto, existem casos nos quais alguns herbicidas apresentam alta capacidade de lixiviar mesmo com a presença de palhada (ISENSEE et al., 1990; KELLER e WEBER, 1997). Sigua et al. (1993) atribuíram esse aumento da lixiviação ao fator que, a presença de cobertura vegetal favorece a uma maior infiltração de água no perfil deste solo.

Heatwole et al. (1997) salientam que o solo que apresenta uma maior cobertura vegetal em sua superfície, tem um aumento na estabilidade de seus agregados, macroporos e uma maior capacidade de formar canais tornando este solo bem estruturado. Porém, como consequência os herbicidas tendem a apresentar um maior potencial de lixiviação, sobretudo quando o solo em questão se apresenta saturado por água (WILSON et al., 1998).

Posto isso, a presença de cobertura vegetal nos solos tem a capacidade de elevar os teores de umidade, melhorando assim a permeabilidade e infiltração (PAREDES FILHO, 2011). Solos que apresentam elevadas quantidades de matéria orgânica, são capazes de diminuir o potencial de lixiviação de herbicidas (INOUE et al., 2008).

Ademais a capacidade de um herbicida residual atingir o solo pode ser comprometida com a variação das quantidades de cobertura vegetal presente neste solo. Isso se deve ao fato de que a cobertura vegetal ali presente pode colaborar na retenção do mesmo. Evitando que o herbicida não entra em contato com o solo (CORREIA; DURIGAN; KLINK, 2007). No entanto, de acordo com as características físico-químicas dos herbicidas, a cobertura vegetal atuará de maneira diferente, sendo maior ou menor a influência na sua eficácia (RODRIGUES, 1993).

Matos et al. (2016) destacam que quanto maior o intervalo de tempo entre a aplicação de um herbicida de pré-emergência e a ocorrência de chuvas, menor a quantidade de herbicida lixiviado no solo. Diante disso, é necessário analisar em que período ou época do ano (seco, chuvoso) o herbicida será utilizado e o tipo de palhada, optando por produtos com características físico-químicas que permitam atingir o solo e que sejam menos vulneráveis a perdas.

4.1 LIXIVIAÇÃO DE HERBICIDAS DE PRÉ-EMERGÊNCIA

Os herbicidas em pré-emergência são amplamente utilizados para o controle de plantas daninhas em diversas culturas e a presença das moléculas desses herbicidas nos primeiros centímetros do solo, aumenta a eficiência de controle e reduzir o risco de perdas. No entanto fatores como cobertura vegetal, composição química do herbicida e percolação de água são determinantes para sua lixiviação ou retenção na palhada e no solo.

De acordo com Matte (2021) o herbicida pyroxasulfone aplicado em pré-emergência apresenta capacidade de transpor até 5 t ha⁻¹ na palha de soja e de milho após uma precipitação de 30 mm, sem que ocorra alterações na eficácia de controle de *Digitaria insularis*, quando comparado com a aplicação em solo sem palha.

Outro herbicida que atua em pré-emergência é o tebuthiuron, que de acordo com Tofoli (2009), após 65 mm de chuva nas diferentes quantidades testadas de palha de cana de açúcar, houve lixiviação em torno de 50% do aplicado, às quantidades de palha superiores a 5 t. ha⁻¹ utilizadas apresentaram uma interceptação quase que total do herbicida.

Pesquisas realizadas com matéria seca de trigo (*Triticum aestivum* L.) destacam que a presença das quantidades de 0, 375, 750, 1500, 3000 e 6000 kg ha⁻¹ utilizadas não foram eficientes na retenção do herbicida imazaquin, sendo este lixiviado da palha para o solo com as chuvas que ocorreram após a aplicação. Fatores como a origem da cobertura morta, quantidade e época da primeira irrigação após a aplicação do produto, irrigações subseqüentes, condições climáticas durante e após a aplicação podem influenciar no potencial de lixiviação dos herbicidas (RODRIGUES, 1993).

Em 98 experimento utilizado imazaquin nas doses de zero, 75, 150 e 300 g ha⁻¹, aplicado sobre 7000 e 14000 kg ha⁻¹ de resíduos de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb), apresentaram o mesmo comportamento sendo praticamente todo lixiviado para o solo após a irrigação. Já estudos realizados com os herbicidas diclosulan e o imazaquin demonstraram que independentemente da quantidade de palhada presente na superfície do solo, não tiveram sua eficácia afetada (CORRÊA, 2007).

Selim et al. (2003) relatam que a palha de cana-de-açúcar depositada sobre o solo possui grande capacidade de reter o herbicida atrazine, no entanto, com o decorrer do tempo, devido a lixiviação pela água da chuva, parte do herbicida atinge a superfície do solo e mesmo após uma semana da aplicação com precipitação acumulada de 23 mm, cerca de 22% do herbicida ainda permanecia na palha.

Estudos com biocarvão produzido a partir de palha de milho, na quantidade estudada de 5 t ha⁻¹ evidenciaram também ser eficiente quanto à adsorção de atrazina (SCHMIDT, 2021). Correia (2007), comparando o efeito lixiviante de atrazina em sistema de plantio direto e indireto, constatou que o sistema de plantio direto proporciona menor perda de atrazina por lixiviação, quando comparado ao preparo convencional do solo, justamente devido a retenção na palhada.

O herbicida que permanece nas camadas superficiais do solo, está sujeito ao processo de adsorção, fenômeno intensificado no plantio direto, possibilidade de liberação da atrazina à medida que a palha vai sendo degradada (GEVÃO et al., 2000).

Em experimentos realizados, Rodrigues et al. (2000) observaram que o imazaquin presente na palhada, após grande intensidade pluviométrica foi lixiviado para o solo, sendo o mesmo observado com o sulfetrazone e cerca de 50% do metribuzin permaneceu no solo após as intensidades pluviométricas. Constatou-se ainda que herbicida metribuzin quando submetido a uma precipitação de 30 mm, foi detectado a presença deste herbicida em uma profundidade de 15 cm.

As intensidades de chuvas maiores tendem a aumentar a diluição do metribuzin, isso se deve ao fato de que possui uma alta solubilidade. Em razão disso, há uma menor adsorção o que resulta em uma maior movimentação de moléculas no solo (SAVAGE, 1976). Na tabela a seguir, é apresentado a relação dos tipos de cobertura utilizados em herbicidas que são utilizados em pré-emergência.

Autores	Princípio ativo	Cultura	Cobertura vegetal	Quantidade de palhada (t ha⁻¹)	Precipitação	Efeito
Matte (2021)	Pyroxasulfone	Soja/milho	milho	5	30 mm	Lixiviativo
Rodrigues (1993)	Imazaquin	Soja	trigo, aveia preta	6	15 mm	Lixiviativo
Tofoli (2009)	Tebuthiuron	Cana de açúcar	cana de açúcar	5	65 mm	Lixiviativo
Selim (2003)	Atrazine	Cana, milho	cana de açúcar	5	22 mm	Retenção
Rodrigues (2000)	Metribuzin	Soja	Aveia-preta	3,7	48 mm	Lixiviativo

Tabela 1. Relação de trabalhos e tipos de coberturas utilizadas em herbicidas de pré-emergência.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os processos que corroboram para o desempenho dos herbicidas no solo está a lixiviação. O potencial de lixiviação é influenciado pelos componentes químicos do herbicida (solubilidade, adsorvidade, volatilidade e degradabilidade), condições climáticas no momento da aplicação (precipitação pluvial, temperatura e luminosidade), fatores edáficos (disponibilidade de água no solo, granulometria) e também o tipo e quantidade de cobertura vegetal ou palhada presente no solo. Portanto para compreensão da dinâmica de lixiviação dos herbicidas de pré-emergência em diferentes coberturas vegetais, deve se levar em consideração os fatores apresentados.

REFERÊNCIAS

BANKS, P. A.; ROBINSON, E. L. The influence of straw mulch on the soil reception and persistence of metribuzin. **Weed Science**, Champaign, v.30, n.2, p.164-8. 1982.

CARVALHO, B.C. **Plantas Daninhas**. 1 ed. Lages –Santa Catarina, 2013.92p.

CHERR, C. M.; SCHOLBERG, J. M. S.; McSORLEY, R. Green manure approaches to crop production: a synthesis. **Agronomy Journal**, Madison, v. 98, n. 2, p. 302-319, Mar./Apr. 2006.

CORREIA, N. M. Comportamento dos herbicidas no ambiente. **Embrapa Hortaliças**. Brasília, DF, p. 30, 2018.

CORREIA, F. V et al. Infiltração de atrazina em Latossolo submetido aos sistemas de plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 1617-1625, 2007.

CORREIA, N. M; DURIGAN, J. C; KLINK, U. P. Influência do tipo e da quantidade de resíduos vegetais na eficácia de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da soja. **Bragantia**, [S.L.], v. 66, n. 1, p. 111-120, 2007.

FORNAROLLI, D. A. **Influência da cobertura morta no comportamento do herbicida atrazine**. Dissertação de Mestrado; UEL-Londrina, PR, 1997.

FELSOT, A.S.; DZANTOR, E.K. Enhancing biodegradation for detoxification of herbicide waste in soil. In: RACKE, K.D.; COATS, J.R. (Ed.). **Enhanced biodegradation of pesticides in the environment**. Washington, D.C.: ACS, 1990. p. 68-81.

FERRI, M. V. W.; VIDAL, R.A.; FLECK, N. G.; CASSOL, E. A.; GOMES, P. A. **Lixiviação do herbicida acetoclor em solo submetido à semeadura direta e ao preparo convencional**. Pesticidas: Revista Ecotoxicológica e Meio Ambiente, Curitiba, v. 13, n. 2, p. 147-156, 2003.

GEVAO, B.; SEMPLE, K.T.; JONES, K.C. Bound pesticide residues in soils: a review. **Environmental Pollution**, v.108, p.3-14, 2000.

GONÇALVES, A V.; FERREIRA, L. R.; TEIXEIRA, M. F. F.; FREITAS, F. C. L.; D'ANTONINO, L. **Sorption of indaziflam in brazilian soils with different ph values**. Rev. Caatinga, Mossoró, v. 34, n. 3, p. 494 – 504, jul. – set., 2021.

GUERRA, N et al. Potencial de lixiviação de herbicidas utilizados na cultura da cana-de-açúcar. **Revista Campo Digital**, v. 11, n. 1, 2016.

HEATWOLE, C. D. et al. Movement of field-applied atrazine, metolachlor, and bromide in a sandy loam soil. **American Society of Agricultural and Biological Engineers.**, v. 40, n. 5, p. 1267-1276, 1997.

HECKLER, J. C.; HERNANI, L. C.; PITOL, C. Palha. In: SALTON, J. C.; HERNANI, L. C. FONTES, C. Z. (Org). **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a EMBRAPA responde**. Brasília: EMBRAPA-SP; Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. p. 37-49.

INOUE, M. H. et al. Calagem e o potencial de lixiviação de imazaquin em colunas de solo. **Planta Daninha**, v. 20, p. 125-132, 2002.

- INOUE, M. H et al. Lixiviação e degradação de diuron em dois solos de textura contrastante. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, p. 631-638, 2008.
- ISENSEE, A. R.; NASH, R. G.; HELLING, C. S. Effect of conventional vs. no-tillage on pesticide leaching to shallow groundwater. **J. Environ. Quality**, v. 19, n. 3, p. 434-440, 1990.
- ISENSEE, A. R; SADEGHI, A. M. Efeitos da lavoura e da chuva nos níveis de resíduos de atrazina no solo. **Weed Science Society of America**, v.42, n.3, p.462-467, 1994.
- KELLER, K. E.; WEBER, J. B. Soybean (*Glycine max*) influences metolachlor mobility in soil. **Weed Science Society of America**., v.45, n.6, p.833-841, 1997.
- MATTE, W. D et al. Controle de *Digitaria insularis* em função da aplicação de pyroxasulfone sobre diferentes níveis de palha de soja e de milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 1, n. 1, 2022.
- MATOS, A. K. A de et al. Dynamics of preemergent herbicides in production systems with straw. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 15, n. 1, p. 97-106, 2016.
- MATALLO, M. B. LUCHINI, L. C.; GOMES, M.A.F.; SPADOTTO, C. A.; CERDEIRA, A.L., MARIN, G.C. **Lixiviação dos herbicidas tebutiuron e diuron em colunas de solo**. Pesticidas: Revista Ecotoxicol e Meio Ambiente, Curitiba, v. 13, p. 83-90, jan./dez. 2003.
- MIRANDA, M. C. C ; DA SILVA SANTOS, D; SERON, H. **Lixiviação de potássio proveniente de diferentes fontes de potássio em dois tipos de solo**. XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2013.
- MONQUERO, P. A. et al. Potencial de lixiviação de herbicidas no solo submetidos a diferentes simulações de precipitação. **Planta Daninha**, v. 26, p. 403-409, 2008.
- NOVAIS, J. R. et al. Potencial de lixiviação de pyroxasulfone e pyroxasulfone+ flumioxazin em solo submetidos à diferentes simulações de precipitação. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 1, p. 2800-2812, 2022.
- OLIVEIRA, M.F. Comportamento de herbicidas no ambiente. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J. (Ed.). **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001. p. 315-362.
- OLIVEIRA, L. E. Z. **Plantas de cobertura: Características, benefícios e utilização**. 2014. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
- PAREDES FILHO, M. V. Compostagem de lodo de esgoto para uso agrícola. **Revista Agroambiental**, Barreiras. v.3, n.3, p.73-80, 2011.
- PRATA, F.; CARDINALI, V. C. B.; LAVORENTI, A.; TORNISIELO, V. L.; REGITANO, J. B. Glyphosate sorption and desorption in soils with different phosphorous levels. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 1, p. 175-180, 2003.
- PASSOS, A. M. A.; MARCOLAN, A. L. **Sistema plantio direto: plantas de cobertura**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2013.

RODRIGUES, B. N. et al. Influência da cobertura morta na retenção do imazaquin em plantio direto de soja. **Planta Daninha**, v. 18, p. 231-239, 2000.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, FS de. **Guia de herbicidas** 7 ed. Londrina: Edição dos autores. 764p, 2018.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Influência da cobertura morta no comportamento dos herbicidas atrazine e metolachlor no sistema de plantio direto**. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, Londrina, PR. Resultados de pesquisa da Área de Herbologia, safras 1984/85 e 1985/86. Londrina, 1986.

RODRIGUES, B. N. Influência da cobertura morta no comportamento dos herbicidas imazaquin e clomazone. **Planta Daninha**, v. 11, n. 1 e 2, p. 21-28, 1993.

RODRIGUES, B. N.; DE LIMA, J; YADA, I. FU. Retenção pela palhada, de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da soja, em plantio direto. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 1, n. 1, p. 67-72, 2000.

ROCHA, W. S. B. et al. **Influência do pH na sorção de imazaquin em um Latossolo Vermelho Acriférrico**. R. Bras. Ci. Solo, v. 24, n. 3, p. 649-655, 2000.

ROSSI, C. V. S.; ALVES, P. L. C. A.; MARQUES JUNIOR, J. Mobilidade do sulfentrazone em latossolo vermelho e em chernossolo. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 701-710, 2005.

SALOMÃO, P. E. A. et al. A importância do sistema de plantio direto na palha para reestruturação do solo e restauração da matéria orgânica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, p. e154911870-e154911870, 2020.

SAVAGE, K.E. Adsorption and mobility of metribuzin in soil. **Weed Science**, v.24, n.5, p. 525-528, 1976.

SILVA, A. P. **Potencial de lixiviação de herbicidas utilizados na cultura da cana-de-açúcar em um solo de textura média**. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, p. 91. 2017.

SILVA, G.R.; D'ANTONINO, L.; FAUSTINO, L.A.; SILVA, A.A.; FERREIRA, F.A.; TEIXERA, C.C.; COSTA, A.I.G. **Mobilidade do Fomesafen em Solos Brasileiros**. **Planta Daninha**, v.32, n.3, p.639-645, 2014.

SCHMIDT, Camila Jussara et al. Adsorção de atrazina por biocarbvão de palha de milho ativado em colunas de solo. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. e396101522826-e396101522826, 2021.

SANTOS, A. F. ANDRADE, J. A. O quadro natural. In: **Delimitação e regionalização do Brasil semi-árido: Sergipe**. UFSE, 1992. P.10-57.

SELIM, H. M.; ZHOU, L.; ZHU, H. Herbicide retention in soil as affected by sugarcane mulch residue. **Journal Environmental Quality**, v.32, p.1445-1454, 2003.

SIGUA, G. C.; ISENSEE, A. R.; SADEGHI, A. M. Influence of rainfall intensity and crop residue on leaching of atrazine through intact no-till soil cores. **Soil Science**, v. 156, n. 4, p. 225-232, 1993.

SOUZA, L. D.; SOUZA, L. S. **Benefícios das coberturas vegetais para melhorar a sustentabilidade do mamoeiro.** 2011.

SOUZA, F. C. P. **Lixiviação e Sorção de Diuron em Solos Cultivados com Guaranazeiro (Paullinia cupana, var. Sorbilis, (Mart.) Ducke) NO AMAZONAS.** Dissertação: Mestrado em Agronomia Tropical. Universidade Federal do Amazonas Faculdade de Ciências Agrárias, Manaus, 2017.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de; TEIXEIRA, M. G.; SOUZA, F. A. de; DE-POLLI, H.; PERIM, A.; GRAVINA, G. do A.; AQUINO, A. M. de; SANTOS, A. L. dos; DALCOMO, J. M. **Avaliação de leguminosas para cobertura do solo. Seropédica: Embrapa Agrobiologia,** 1998. 19 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 55).

TANETANI, Y.; Kaku, K.; Kawai, K.; Fujioka, T.; Shimizu, T. Action mechanism of a novel herbicide, pyroxasulfone. **Pesticide Biochemistry and Physiology,** v.95, n.1, p.47-55, 2009.

TOFOLI, G. R. et al. Dinâmica do tebuthiuron em palha de cana-de-açúcar. **Planta daninha,** v. 27, p. 815-821, 2009.

WILSON, G. V. et al. Tillage and cover crop effects on saturated and unsaturated transport of fluometuron. **Soil Science Society of America Journal.,** v. 62, n. 1, p. 46-55, 1998.

MANEJO MICROBIOLÓGICO DE TRIPES NA CULTURA SOJA

Data de submissão: 09/12/2022

Data de aceite: 02/01/2023

Emanuele Finatto Carlot

Centro de Ensino Superior Riograndense
Sarandi- RS
ORCID: 0000-0001-5889-4447

Giovani Finatto Carlot

Centro de Ensino Superior Riograndense
Sarandi-RS
ORCID: 0000-0002-5922-1954

Jenifer Filipini de Oliveira

Centro de Ensino Superior Riograndense
Sarandi-RS
ORCID: 0000-0002-1153-7693

Thais Pollon Zanatta

Centro de Ensino Superior Riograndense
Sarandi-RS
ORCID: 0000-0001-8908-5394

Daniela Meira

Centro de Ensino Superior Riograndense
Sarandi-RS
ORCID: 0000-0001-7843-4472

RESUMO: A soja é o principal produto do agronegócio brasileiro, sendo uma importante fonte de óleo e proteína para a alimentação humana e animal. A sua expansão, em área plantada e produção, está diretamente relacionada aos avanços

tecnológicos e melhorias no manejo. Porém, esta expansão é acompanhada pelo aumento do ataque de pragas e doenças, sendo estes os principais fatores que limitam a produtividade. Os produtos biológicos vem sendo uma alternativa bem aceita nos últimos tempos no controle biológico de pragas. Com base nisso, o objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência de manejo de tripes da soja com uso do produto Assertive e Álaabo, recomendando assertivamente o manejo biológico e eficiente para o controle de tripes na cultura da soja. O experimento foi realizado no CESURG, no município de Sarandi/RS. Foram avaliados diferentes manejos de inseticidas químicos e biológicos na cultivar de soja BMX Zeus IPRO. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições. As avaliações do número médio de tripes foram avaliados antes da aplicação do inseticida, aos 5 dias após a primeira aplicação, segunda, terceira aplicação e aos 10 dias após a terceira avaliação. A contagem de tripes foi realizada pela contagem de indivíduos no terço superior e médio de 5 plantas de cada unidade experimental. Foi realizado as avaliações de rendimento de grãos, peso de mil grãos, altura de planta, altura de inserção

do primeiro legume, número de legumes e número de grãos por legume. Nos tratamentos utilizados não foi possível identificar nenhuma diferença estatística significativa nos testes aplicados. Contudo, é possível verificar que o uso de manejo biológico é importante, porque além de não prejudicar o meio ambiente como um químico ele também se torna importante não prejudicando a saúde do aplicador.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo biológico, *Glycine max*, insetos praga.

MICROBIOLOGICAL MANAGEMENT OF THIRDS IN SOYBEAN CULTURE

ABSTRACT: Soybean is the main product of Brazilian agribusiness, being an important source of oil and protein for human and animal food. Its expansion, in terms of planted area and production, is directly related to technological advances and improvements in management. However, this expansion is accompanied by an increase in the attack of pests and diseases, these being the main factors that limit productivity. Biological products have been a well-accepted alternative in recent times in biological pest control. Based on this, the objective of this work was to evaluate the efficiency of management of soybean thrips using the product Assertive and Álaabo, assertively recommending the biological and efficient management for the control of thrips in the soybean crop. The experiment was carried out at CESURG, in the municipality of Sarandi/RS. Different managements of chemical and biological insecticides were evaluated in the soybean cultivar BMX Zeus IPRO. The experimental design used was randomized blocks with four replications. The evaluations of the average number of thrips were evaluated before the application of the insecticide, at 5 days after the first application, second, third application and at 10 days after the third evaluation. The thrips count was performed by counting individuals in the upper and middle third of 5 plants of each experimental unit. Grain yield, thousand-grain weight, plant height, height of insertion of the first pod, number of pods and number of grains per pod were evaluated. In the treatments used, it was not possible to identify any statistically significant difference in the applied tests. However, it is possible to verify that the use of biological management is important, because in addition to not harming the environment like a chemical, it also becomes important not harming the health of the applicator.

KEYWORDS: Biological management, *Glycine max*, insect pests.

1 | INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é o principal produto do agronegócio brasileiro, sendo uma importante fonte de óleo e proteína para a alimentação humana e animal. Os Estados Unidos, Brasil e Argentina são os maiores produtores mundiais, e juntos produzem mais de 80% do volume total produzido em todo o mundo (USDA, 2021). No Brasil, desde 1970 a área destinada ao cultivo de soja tem crescido todos os anos, e na safra 2021/22 estima-se que haja mais um ponto crescente na produção da safra, um crescimento de cerca de 3,9% comparado às safras anteriores.

A expansão da cultura da soja no país, em área plantada e produção, está diretamente relacionada aos avanços tecnológicos e melhorias no manejo (ANDRADE et al., 2016;

CATTELAN & DALL'AGNOL, 2018). Entretanto, esta expansão é acompanhada pelo aumento do ataque de pragas e doenças, sendo estes os principais fatores que limitam a produtividade de grãos. Os produtos biológicos vem sendo uma alternativa bem aceita nos últimos tempos no controle biológico, os entomopatógenos vem sendo um bom controlador de pragas agrícolas nas lavouras, eles conseguem reduzir drasticamente a população dos invasores, sendo menos invasivo nas plantas. (ARAÚJO JÚNIOR et al., 2009). Além de os produtos biológicos serem positivos em vários âmbitos como menos poluição, menos degradação do meio ambiente, ainda são produtos que as plantas se adaptam bem ao tipo de manejo usado, porque além de tudo é uma solução natural (Sujii et al., 2002).

Na cultura da soja são relatados diversos estudos com resultados positivos, utilizando controle dos fungos e parasitas, tudo isso com monitoramento integrado de pragas (MIP). Além disso, também foram obtidos bons resultados quanto aos custos de safra, foi possível reduzir os custos com intervenções biológicas (HOFFMANN-CAMPO et al., 2000). Pode-se citar diversas culturas com emprego de sucesso dos biológicos, entre elas está a cana-de-açúcar. Nessa cultura foi possível identificar um alto nível de controle de insetos pragas, como bicudo *Sphenophorus levis* e mariposa *Diatraea saccharalis*. Neste controle é notório que são usadas doses estudadas para cada tipo de controle das pragas (CONCEIÇÃO & DA SILVA, 2011).

Os fungos endofíticos são um grupo de agentes biológicos altamente especializados, que possuem potencial biopesticida além de outros compostos que favorecem o crescimento vegetal (LACEY et al., 2015). Mais de 100 gêneros de fungos são conhecidos com esse potencial, entretanto, comercialmente poucos gêneros têm sido explorados como *Beauveria*, *Metarhizium*, *Isaria* e *Lecanicillium* (LACEY et al., 2015). Jaber e Ownley (2018) ressaltam o potencial dos fungos endofíticos no manejo integrado de inúmeros patógenos e insetos pragas. Os autores destacam que ainda há lacunas e diversas questões a serem respondidas, como seu potencial e efetividade de controle em culturas agrícolas.

Neste contexto, o desenvolvimento de pesquisa com foco no controle de insetos pragas com emprego de produtos comerciais com fungos ativos, torna-se de extrema importância para o incentivo de controle integrado na cultura da soja. Aliado à crescente expansão do cultivo agrícola, demanda por alimentos em quantidade e qualidade, o emprego de manejo biológico pode ser uma alternativa viável economicamente e sustentável.

O trabalho teve como objetivos avaliar a eficiência de manejo de tripes da soja com uso do produto Assertive e Álaabo, recomendando assertivamente o manejo biológico e eficiente para o controle de pragas na cultura da soja.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Faculdade CESURG, localizada no município de Sarandi no estado do Rio Grande do Sul, às margens da rodovia Leonel de Moura Brizola-

BR-386 no Beira Campo, nas coordenadas geográficas 27°99'47" S, 52°89'69" O. O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (Santos et al., 2018). De acordo com a classificação climática de Koppen é subtropical úmido - Cfa, com temperatura média anual de 19,1°C, e precipitação média anual de 2.100 mm (Alvares et al., 2013).

Foram avaliados diferentes manejos de inseticidas químicos e biológicos (Tabela 1) na cultivar de soja avaliada foi BMX Zeus IPRO. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta por oito linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento de 0,45 m entre linhas, e densidade de 12 plantas m⁻¹. A semeadura foi realizada na primeira quinzena de Dezembro de 2021, com adubação na linha.

Manejo	V6 + 15 ¹	V8 + 15	R3 + 15
1	Acefato	Talisman	Sperto
2	Alaabo ³ (1,5 L ha)	Assertive (1,5 L ha)	Alaabo (1,5 L ha)
3	Assertive (1,5 L ha) + Acefato	Talisman	Sperto (1,5 L ha)
4	Sem aplicação	Sem aplicação	Sem aplicação

¹ Estádio de desenvolvimento da cultura da soja de acordo com Fehr e Caviness (1979).

²Assertive (fungos ativos *Metarhizium anisopliae* + *Beauveria bassiana*).

³Álaabo (fungo ativo *Isaria fumosorosea*).

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados para manejo de insetos pragas.

As avaliações do número médio de tripes foram avaliados antes da aplicação do inseticida (AVA1). Avaliado aos 5 dias após a primeira aplicação (AVA2), segunda (AVA3), e terceira aplicação (AVA4), e aos 10 dias após a terceira avaliação (AVA5). A contagem de tripes foi realizada pela contagem de indivíduos no terço superior e médio de 5 plantas de cada unidade experimental. As aplicações foram realizadas nas datas dia 12 de Janeiro, 24 de Janeiro, 01 de Fevereiro e 8 de Fevereiro, respectivamente.

No estágio de colheita (R9, Fehr e Caviness, 1979) foi realizado as avaliações de rendimento de grãos (RG, kg ha⁻¹), mensurado a partir da colheita e trilha de três linhas centrais com comprimento de 2 m de cada unidade experimental, com umidade corrigida para 13%. O peso de mil grãos (PMG, g) será obtido a partir de oito repetições de 100 grãos por parcela (BRASIL, 2009). Além disso, foram coletadas oito plantas de cada unidade experimental para aferição da altura de planta (AP), altura de inserção do primeiro legume (AIP), número de legumes (NL), número de grãos por legume (NLG).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as variáveis que revelaram significância a 5% de probabilidade de erro pelo teste F, foram submetidas ao

teste de Tukey ($P < 0,05$). Para análise dos dados foi utilizado o software estatístico R (R Core Team, 2019).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a avaliação de contagem de tripes antes e após o manejo, não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 2). Os valores médios para cada avaliação, considerando média entre a contagem do terço médio e terço superior, esta apresentada na Figura 1. Pode-se observar que na primeira avaliação (AVA1), realizada antes do manejo, havia alta pressão do inseto. Essa alta pressão foi intensificada com elevadas temperaturas, baixa umidade relativa e período de estiagem durante a safra 2021/22.

Fator de variação	GL	AVA	AVA	AVA	AVA	AVA
		1	2	3	4	5
Tratamento	3	0,247 ^{ns}	26,926 ^{ns}	11,799 ^{ns}	25,31 ^{ns}	8,275 ^{ns}
Bloco	3	2,414 ^{ns}	15,653 ^{ns}	9,563 ^{ns}	12,63 ^{ns}	3,763 ^{ns}
Resíduo	9	11,456	15,308	22,294	18,825	3,955
Total	15					
CV (%)		36,19	50,54	48,19	91,12	72,85

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro para o teste F. ^{ns} Não significativo. GL: graus de liberdade.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para contagem de tripes para cultivar BMX Zeus IPRO submetida a diferentes tratamentos para controle de insetos. Sarandi, RS, 2022.

Apesar de não haver diferença significativa, podemos observar que a partir da segunda avaliação (AVA2), depois do manejo com produtos biológicos e químicos, houve redução do número de tripes em relação a testemunha. Sendo assim, verifica-se que houve controle de tripes com ambos os manejos.

No controle com biológicos, população controla população, aonde uma dela é estudada para ser posta em tal ambiente acabando com a população indesejável. Alguns dos controles biológicos já estão presentes no ambiente, então se trabalha na proliferação de agentes biológicos, mas também o cuidado com os que já se encontram lá (Juliana, Jurca Gricolli, & De Oliveira, 2013/2014). Dentro dos três tipos de controles naturais, eles são colocados com predador, parasita e endopatógeno, essas classificações são feitas no MIP. O predador é maior que sua presa, já o parasita é menor e depende de seu hospedeiro para seu crescimento e por fim os endopatógenos são usados para causar doenças em insetos, no qual no controle biológico tem sido o mais utilizado, pois é aplicado para o controle de inimigos naturais (De Oliveira, 2006).

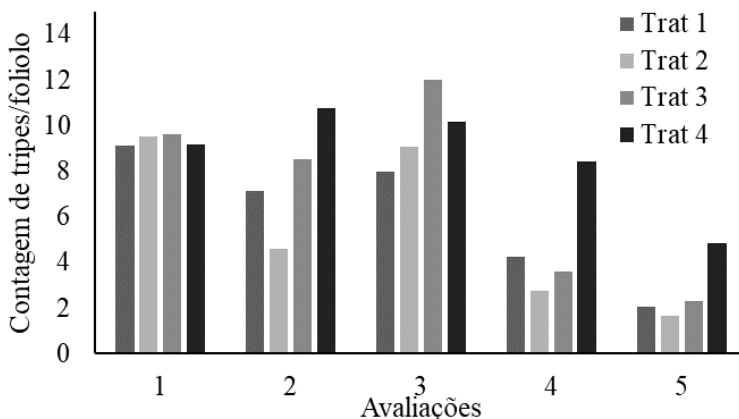


Figura 1. Médias para as cinco avaliações de contagem de tripes realizadas para cultivar BMX Zeus IPRO submetida a diferentes tratamentos para controle de insetos na safra 2021/22. Sarandi, RS, 2022.

Para os caracteres agrônômicos analisados não houve diferença estatística para o teste F a 5% de probabilidade de erro (Tabela 3). Os valores médios para variável observado em cada tratamento está apresentado na Tabela 4.

Fator de variação	GL	Quadrado Médio							PMS (g)	RG (kg ha ⁻¹)
		ALT (cm)	IPL (cm)	NR	NL1	NL2	NL3			
Tratamento	3	1,22 ^{ns}	10,34 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,57 ^{ns}	2,21 ^{ns}	22,53 ^{ns}	1370,0 ^{ns}	16400,1 ^{ns}	
Bloco	3	20,67 ^{ns}	17,22 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,39 ^{ns}	1,29 ^{ns}	63,47 ^{ns}	5747,12 ^{ns}	7062,4 ^{ns}	
Resíduo	9	17,37	22,47	0,13	0,24	1,33	18,14	2330,7	6727,0	
Total	15									
CV (%)		6,8	30,45	14,74	25,64	10,19	20,63	7,63	9,4	

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro para o teste F. ^{ns} Não significativo. GL: graus de liberdade.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para altura de planta (ALT), altura de inserção do primeiro legume (IPL), número de ramificações (NR), número de legumes com um grão (NL1), com dois grãos (NL2) e três grãos (NL3), peso de mil sementes (PMS), rendimento de grãos (RG) para cultivar BMX Zeus IPRO submetida a diferentes tratamentos para controle de insetos. Sarandi, RS, 2022.

Como foi possível ver nos resultados apresentados (Tabela 3) não foi possível visualizar diferença significativa para rendimento de grãos. O maior rendimento de grãos foi observado para o tratamento 2, o qual foi utilizado apenas produtos biológicos para o manejo de insetos, com 2.718,3 kg ha⁻¹. Desta forma, pode-se destacar a importância e eficiência do uso de manejo de insetos com produtos biológicos.

Tratamento	ALT (cm)	IPL (cm)	NR	NL1	NL2	NL3	PMS (g)	RG (kg ha ⁻¹)
1	61,8	13,9	2,6	1,8	11,1	20,2	208,5	2.293,9
2	61,7	14,5	2,8	1,7	11,5	22,3	196,0	2.718,3
3	60,7	17,3	2,5	2,5	12,3	22,6	199,3	2.294,7
4	60,9	16,6	2,2	1,7	10,5	17,5	196,3	2.354,2

Tabela 3. Médias para as variáveis altura de planta (ALT), altura de inserção do primeiro legume (IPL), número de grãos (NG), número de ramificações (NR), número de legumes com um grão (NL1), com dois grãos (NL2) e três grãos (NL3), peso de mil sementes (PMS), rendimento de grãos (RG) para cultivar BMX Zeus IPRO submetida a diferentes tratamentos para controle de insetos. Sarandi, RS, 2022.

Junto com o controle biológico, as vantagens começam na aplicação onde o aplicador não é submetido a riscos à saúde, também evita as poluições e contaminações de solos e águas. Mas com o Manejo Integrado de Pragas (MIP) é possível garantir uma estratégia (GALLO et al., 1988). Além disso, torna-se cada vez mais necessário a preservação de recursos naturais. E com certeza a parte econômica deve ser considerada, pois com o controle químico houve aumentos excessivos, levando em conta este e os outros fatores o controle biológico continua sendo a melhor escolha para obter uma lavoura de alta produtividade.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos tratamentos utilizados não foi possível identificar nenhuma diferença significativa nos testes aplicados. Contudo, é possível verificar que o uso de manejo biológico é importante, porque além de não prejudicar o meio ambiente como um químico ele também se torna importante não prejudicando a saúde do aplicador.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ANDRADE, F. R.; NÓBREGA, J. C. A.; ZUFFO, A. M.; JUNIOR, V. P. M.; RAMBO, T. P.; SANTOS, A. S. Características agrônomicas e produtivas da soja cultivada em plantio convencional e cruzado. **Revista de Agricultura**, v.91, n.1, p.81-91, 2016.
- CATTELAN, A. J.; DALL'AGNOL, A. The rapid soybean growth in Brazil. **Oilseeds & fats Crops and Lipid**, v. 25, n.1, D102, p1-12, 2018.

CONCEIÇÃO, L. L.; DA SILVA, C. M. **O CONTROLE BIOLÓGICO E SUAS APLICAÇÕES NA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR**. Revista Campo Digital, [S. l.], v. 6, n. 1, 2011. Disponível em: <http://periodicos.grupointegrado.br/revista/index.php/campodigital/article/view/925>. Acesso em: 8 abr. 2022.

DE OLIVEIRA, Alan Martins et al. **Controle biológico de pragas em cultivos comerciais como alternativa ao uso de agrotóxicos**. 2006.)

FAS/USDA. Foreign Agricultural Service - United States Department of Agriculture. **World Agricultural Production**. Circular Series WAP 9-21, September, 2021. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>. Acesso em 22 Setembro, 2019.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, RP.L.; BATISTA, G.C. de; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B. **Manual de entomologia agrícola**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1988, 531p.

JABER, Lara R.; OWNLEY, Bonnie H. **Can we use entomopathogenic fungi as endophytes for dual biological control of insect pests and plant pathogens?**. *Biological control*, v. 116, p. 36-45, 2018.

SANTOS, Humberto Gonçalves et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018., 2018.

MICROALGAS COMO MATÉRIA-PRIMA PARA BIOPRODUTOS

Data de submissão: 17/11/2022

Data de aceite: 02/01/2023

Alice Azevedo Lomeu

UFRRJ, Dep. de Engenharia
Seropédica – RJ
<http://lattes.cnpq.br/2780156717889377>

Henrique Vieira de Mendonça

UFRRJ, Dep. de Engenharia
Seropédica – RJ
<http://lattes.cnpq.br/8897355054570578>

RESUMO: Os desafios da recuperação econômica no pós-pandemia têm impactado diretamente as decisões tomadas pelos países em relação ao meio ambiente. As mudanças climáticas têm causado catástrofes ambientais em diversas partes do planeta e a principal preocupação é a redução dos gases de efeito estufa. Os biocombustíveis se apresentam como uma alternativa bastante atrativa para substituição de combustíveis fósseis. Microalgas são uma matéria-prima que tem sido estudada extensivamente nas últimas décadas. O principal desafio é encontrar maneiras de tornar o processo de produção de biocombustíveis a base de microalgas factível em termos de custo-benefício. O cultivo de microalgas pode seguir os mais diversos caminhos, variando a modalidade

de cultivo (heterotrófico, autotrófico ou mixotrófico), o sistema de cultivo (aberto ou fechado), condições de cultivo (meio de cultivo, temperatura, iluminação, nutrientes, entre outros). Além disso, microalgas podem ser utilizadas como matéria-prima para fabricação de suplementos alimentares para humanos e animais, pigmentos para a indústria e fertilizantes. No âmbito global, o Brasil é protagonista na produção de biocombustíveis, sendo um dos maiores produtores de etanol. Estudos mostram que o país apresenta um grande potencial para a produção de biodiesel e as microalgas podem alavancar este setor. O capítulo apresenta um estudo da arte sobre o cultivo de microalgas e seus bioprodutos. Ainda, busca discutir a produção de biocombustíveis no cenário brasileiro e os próximos passos.

PALAVRAS-CHAVE: Microalgas, Biocombustíveis, Cenário brasileiro.

MICROALGAE AS RAW MATERIAL FOR BIOPRODUCTS

ABSTRACT: The challenges for economy recover in post-pandemic have influenced the decisions taken by countries concerning the environment. The climate changes

have caused environment catastrophes in several parts of the planet and the main concern is reducing the emissions of greenhouse gases. Biofuels are a very attractive alternative to replace fossil fuels. Microalgae as feedstock has been extensively studied in the past decades. The main challenge is to find ways to make the production process of microalgae biofuel feasible regarding the cost-benefit. Microalgae cultivation can present a number of different pathways, varying the type of cultivation (heterotrophic, autotrophic or mixotrophic), system of cultivation (open or close), conditions of cultivation (medium, temperature, light, nutrients, among others). Furthermore, microalgae can be use as feedstock for human and animal supplementation, pigments for the industry and fertilizers. At a global level, Brazil is protagonist producing biofuel, being one of the biggest producers of ethanol. Studies point out that the country have a great potential to produce biodiesel and microalgae can project this sector. This chapter presents a state-of-art about microalgae cultivation and their bioproducts. Additionally, intends to discuss the biofuel production in the Brazilian scenario and the next steps.

KEYWORDS: Microalgae; Biofuel; Brazilian scenario.

BREVE HISTÓRICO DO CULTIVO DE MICROALGAS

Microalgas são microrganismos unicelulares fotossintetizantes. A primeira menção ao cultivo de microalgas com o intuito de produção de energia data da época da segunda guerra mundial, contudo foi apenas nos anos 70 que essa matéria-prima começou a ganhar espaço, graças a crise energética que se abateu no mundo (DAHIYA, 2020), contudo há registros do povo Asteca utilizando microalgas como fonte de alimento (GANTAR e SVIRČEV, 2008).

Do ponto de vista da geração de energia, as microalgas não eram tidas como matéria-prima economicamente viável no começo do século 21, devido ao seu grande consumo de energia nos processos de colheita e conversão em biocombustíveis (MONDAL et al., 2022). E embora muito ainda haja muito a ser feito para tornar o processo mais viável, os autores afirmam que o cultivo de microalgas se tornou mais factível com os avanços da ciência. Hoje, o mercado global de microalgas chega a mais de 30 mil toneladas de biomassa produzida por ano (JANSSEN; WIJFFELS; BARBOSA, 2022).

TIPOS DE CULTIVO

Microalgas podem ser cultivadas em três diferentes modalidades, sendo, cultivo heterotrófico, autotrófico ou mixotrófico. O cultivo autotrófico é aquele em que a biomassa necessita de luz para assimilar o carbono inorgânico e produzir energia, processo conhecido como fotossíntese. Já no modo heterotrófico, o carbono orgânico é metabolizado pela biomassa, sem que haja necessidade de luz. E finalmente, o cultivo mixotrófico acontece quando os dois modos citados anteriormente são combinados, onde a biomassa assimila tanto o carbono orgânico quanto o inorgânico (LI et al., 2019).

De acordo com Ruiz et al. (2022), o cultivo heterotrófico leva vantagem sob o

autotrófico, já que a produtividade de biomassa e de lipídios é consideravelmente maior no primeiro. Barros et al. (2019) utilizaram o cultivo de *Chlorella vulgaris* em modo heterotrófico e autotrófico e avaliaram a possibilidade de cultivo em fotobiorreatores de painel de 100 m³. Enquanto o experimento autotrófico levou 13 dias para obter uma massa seca de 1.27 g L⁻¹, o experimento heterotrófico levou 7 dias e produziu massa seca de 174,5 g L⁻¹. Os autores sugerem que uma fase inicial de cultivo heterotrófico seja utilizado para se obter uma maior concentração de biomassa, enquanto que o cultivo autotrófico seja feito em escala real, nos fotobiorreatores de painel de 100 m³, isso permitiria atingir os mesmos níveis de produção de proteína e pigmentos vistos em cultivos exclusivamente autotróficos em um intervalo de tempo consideravelmente menor.

Em relação ao cultivo mixotrófico, Pawar (2016) afirma que este modo se mostra mais prático ao se considerar tratamento de águas residuárias em grande escala. Abreu et al. (2012) comparou o cultivo mixotrófico com autotrófico de *Chlorella vulgaris* em água residuária de laticínio. A produtividade de biomassa no ambiente mixotrófico e autotrófico foram de 0,75 ± 0,01 e 0,10 ± 0,01 g L⁻¹ d⁻¹, respectivamente. Os autores atribuíram essa diferença devido a presença de glicose no meio mixotrófico. Yu et al. (2022) desenvolveram um modelo cinético para comparar a taxa de crescimento da biomassa e produção de lipídios da espécie *Chlorella sorokiniana* em modo heterotrófico e mixotrófico, concluindo que o modo mixotrófico desempenhou melhor nas variáveis analisadas.

Ao considerar o cultivo de microalgas, deve se levar em consideração não apenas o tipo de cultivo a ser utilizado, mas também o tipo de substrato, a espécie de microalga e o sistema de cultivo.

SISTEMAS DE CULTIVO

Os sistemas de cultivo de microalgas são comumente categorizados em dois sistemas: abertos, representado pelas lagoas e os fechados, comumente representados pelos fotobiorreatores. Segundo Yadala e Cremaschi (2016), as lagoas podem ser classificadas de acordo com seu *design* e operação em lagoas circulares, inclinadas ou de alta taxa. As lagoas de alta taxa são sistemas abertos, com profundidade variando de 0,15 até 0,5 m e com uma pá, que tem a função de promover a mistura do meio (BHATT et al., 2022). A Figura 1 mostra uma representação esquemática de uma lagoa de alta taxa. No contexto do tratamento de águas residuárias, Craggs, Sutherland e Campbell (2012) afirmam que as lagoas de alta taxa são as que apresentam resultados mais consistentes.

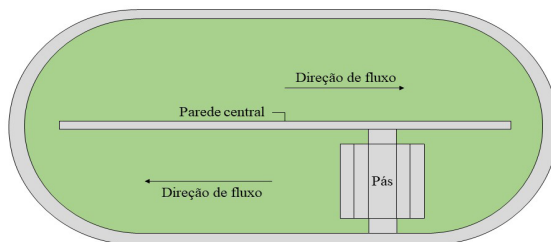


Figura 1: Representação esquemática de uma lagoa de alta taxa

As principais vantagens das lagoas são que possuem baixos requisitos de energia e baixos custos de implementação e operação (BHATT et al., 2022; COUTO et al., 2021). Contudo, nesses sistemas não é possível ter controle absoluto sob o meio, já que são sistemas abertos estão sujeitos a contaminação por outras espécies de microalgas e microrganismos (YADALA; CREMASCHI, 2016). As lagoas também são afetadas por fatores climáticos, como chuvas, iluminação e temperatura (JEBALI et al., 2018). Além disso, há grande perda de água por evaporação e difusão de CO_2 (LEONG; HUANG; CHANG, 2021). Sutherland et al. (2020) utilizaram três lagoas de alta taxa com tamanhos diferentes: mesocosmo ($1,5 \text{ m}^3$), escala piloto (90 m^3) e escala real (2.900 m^3). Em relação ao $\text{NH}_4\text{-N}$, os autores notaram que as lagoas mesocosmo e em escala piloto tiveram maiores remoções ao se comparar com a de escala real. Já em relação a remoção de matéria orgânica a lagoa em escala real teve um desempenho maior comparada com as outras duas.

Fotobiorreatores são sistemas fechados com injeção de ar para mistura e oxigenação do meio. Os fotobiorreatores podem ser tubulares (Figura 2a), de painéis (Figura 2b) ou de coluna (Figura 2c).

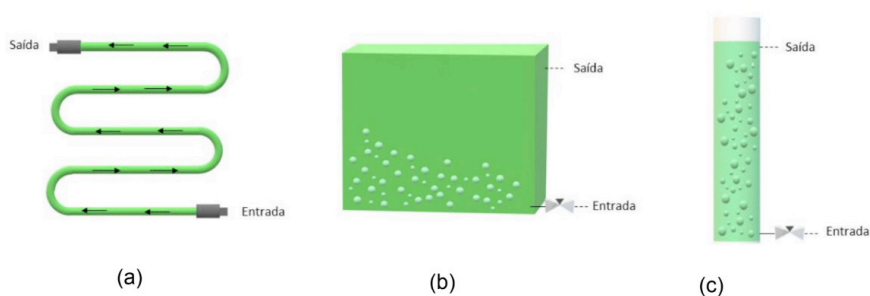


Figura 2: Representação esquemática dos fotobiorreatores (a) tubulares, (b) painel e (c) coluna

Por serem sistemas fechados os fotobiorreatores proporcionam um maior controle do ambiente, além de não serem tão susceptíveis as mudanças de clima como as lagoas.

Outra vantagem é que o risco de contaminação é baixo e possuem maiores produtividades de biomassa (BHATT et al., 2022). Contudo, os custos de implementação e energia são altos.

Muitos autores buscam otimizar o processo de cultivo de microalgas adaptando e criando novos *designs* para fotobiorreatores. Yaqoubnejad, Rad e Taghaviyeloudar (2021) propuseram um fotobiorreator de painel hexagonal (HAFP) que objetivava aumentar a produtividade de biomassa e fixação de CO₂. Os autores compararam os resultados encontrados no HAFP com um fotobiorreator de painel comum (TFP) e encontraram que a produtividade de biomassa foi maior em 61% no HAFP e a biofixação de CO₂ de 70% comparado com o TFP. Já Chin-On et al. (2022), utilizaram fotobiorreatores de painéis em formato V para o cultivo de microalgas em locais de baixa latitude e avaliar a captura de luz solar nesses locais. Os autores chegaram a conclusão que a produtividade de biomassa nos painéis em V foi 1,4 maior se comparada com um painel horizontal.

Thuy Lan Chi et al. (2022) avaliaram a produtividade de biomassa e de lipídios cultivando *Chlorella sp.* em fotobiorreatores e lagoas. Os autores registraram uma produtividade de biomassa maior nos fotobiorreatores em comparação com as lagoas, 0,121 g L⁻¹ e 0,067 g L⁻¹, respectivamente. Em relação aos lipídios totais, os autores não registraram valores similares para os dois sistemas, 23,32% para os fotobiorreatores e 23,35% para as lagoas. Contudo, em relação a produtividade de lipídios, os fotobiorreatores tiveram um desempenho melhor, registrando valores de 0,028 g L⁻¹ d⁻¹, enquanto nas lagoas os valores registrados foram de 0,019 g L⁻¹ d⁻¹. Davis, Aden e Pienkos (2011) realizaram uma análise técnico-econômica do cultivo de microalgas para produção de biodiesel em fotobiorreatores e lagoas. O custo de produção de óleo bruto para a lagoa foi de US\$ 8,52/gal, enquanto a produção em fotobiorreatores foi de aproximadamente o dobro desse custo, US\$ 18,10/gal.

Os custos de produção em fotobiorreatores são maiores se comparados com as lagoas, contudo apesar das otimizações que vem sendo feitas ao longo dos anos nos sistemas de lagoas, as mesmas não conseguem obter o mesmo nível de produtividade de biomassa que os fotobiorreatores (PAWAR, 2016).

MICROALGAS COMO MATÉRIA-PRIMA PARA BIOPRODUTOS

Microalgas podem servir como matéria-prima para uma extensa gama de bioprodutos, desde produtos voltados para alimentação até para o setor de energia. Os componentes bioativos que podem ser extraídos dessa biomassa são diversos, mas são associados com a composição da mesma. Lipídios (7 – 65%), proteínas (5 – 74%), carboidratos (8 – 70%), vitaminas e pigmentos (1 – 14%) configuram essa composição (CALIJURI et al., 2022; SIDDIKI et al., 2022).

Os lipídios presentes na biomassa podem ser utilizados na produção de biodiesel

ou na alimentação humana, através da sua fração poliinsaturada. Singh, Kumar e Sharma, (2019) obtiveram 98,41% de conversão de óleo de *Anabaena* PCC 7120 em biodiesel. Kings et al. (2017) encontraram conversão em biodiesel a partir da microalga *Euglena sanguinea* de 98,6%. Já Behera et al. (2020) obtiveram 94,91% de conversão com um consórcio de microalgas (*Chlorella sp.*, *Scenedesmuus sp.*, *Synechocystis sp.*, *Spirulina sp.*).

Os carboidratos podem ser utilizados na produção de bioetanol ou biohidrogênio. Hossain, Zaini e Indra Mahlia (2019) produziram 58,90 m³ ha⁻¹ a⁻¹ de bioetanol a partir do cultivo de *Chlorella vulgaris* em FBRs em uma área de 2 ha. Megawati et al. (2022) conseguiu obter conversão de 94,21% ou 4,80 g L⁻¹ através da fermentação de glicose presente na microalga *Chlorella*. Bala Amutha e Murugesan (2011) obtiveram 220 mL L⁻¹ de hidrogênio com microalga *Chlorella vulgaris*.

Os principais pigmentos encontrados nas microalgas utilizados para fins comerciais são a clorofila e os carotenoides. De acordo com Ferruzzi e Blakeslee (2007) a clorofila tem propriedades curativas e anti-inflamatórias, por isso atraem a atenção da indústria alimentícia e farmacêutica. Já os carotenoides são utilizados para dar coloração a alimentos, como sorvetes, laticínios ou até em cosméticos, como batons e delineadores (SPOLAORE et al., 2006). Na indústria de cosméticos, as microalgas são também utilizadas em cremes *anti-aging*, produtos para cuidados com a pele, emolientes, protetores solares e produtos para cabelo (KHOLSSI et al., 2021). Dianursanti e Pramadhanti (2020) avaliaram o componente antibactericida de um sabonete com extrato de *Spirulina platensis* e concluíram que extrato encontrado se provou eficiente contra o crescimento de bactérias.

Microalgas são organismos ricos em nutrientes, podendo ser uma fonte sustentável de biofertilizantes. O fósforo, por exemplo, é um nutriente essencial em fertilizantes, porém é um recurso não renovável e de difícil obtenção (CASTRO et al., 2020; SOLOVCHENKO et al., 2016). Em se tratando do nitrogênio, os fertilizantes nitrogenados contribuem para as mudanças climáticas através da emissão de óxido nitroso, gás de efeito estufa (FAGODIYA et al., 2017). Tendo isso em vista, microalgas se apresentam como uma alternativa a fertilizantes artificiais, já que são micro-organismos capazes de acumular N e P. Khan et al. (2019) fizeram uma projeção para produção de biofertilizante a partir de *C. minutissima* cultivada em efluente doméstico, em uma lagoa com área de 1 ha. Os resultados mostraram que seria possível acumular de N, P e K 22.958, 4.498 e 1.095 kg ha⁻¹ a⁻¹, respectivamente, com uma economia com fertilizantes químicos de US\$ 55.840 ha⁻¹ a⁻¹. Castro et al. (2020) analisaram os impactos ambientais de biofertilizante a base de microalgas comparado com um fertilizante superfosfato triplo (TSP). Dentre os impactos analisados (esgotamento de recursos fósseis, ecotoxicidade da água, ecotoxicidade do solo, formação de material particulado, eutrofização, acidificação do solo e mudanças climáticas) o biofertilizante teve desempenho superior ao TSP, com destaque para mudanças climática e ecotoxicidade do solo.

Microalgas também são uma excelente fonte para suplementação alimentar, já que possuem altos teores de lipídios, carboidratos, proteínas, vitaminas e até ômega-3. Pereira et al. (2020) avaliaram a inserção de uma suplementação alimentar a base de *Tetraselmis sp.* CTP4 na criação de dourados (*Spaurus aurata*). Os autores concluíram que o suplemento teve um desempenho melhor em relação ao coeficiente de digestibilidade e plasma cortisol do que a dieta de controle (ração de soja). Em seu estudo, Mendonça et al. (2018) concluíram que as microalgas *Scenedesmus obliquus* e *Chlorella vulgaris* poderiam ser utilizadas para suplementação alimentar de animais devido ao alto teor de proteína encontrada na biomassa, 68 e 150 mg L⁻¹ d⁻¹, respectivamente. Além da suplementação para animais, microalgas também podem ser utilizadas em dietas humanas, contudo apenas algumas espécies são consideradas para este fim, sendo elas *Spirulina (Arthrospira platensis)*, *Chlorella pyrenoidosa*, *Chlorella vulgaris*, *Chlorella luteoviridis*, *Odontella aurita* e *Tetraselmis chui* (ZANELLA e VIANELLO, 2020).

A aplicabilidade das microalgas é bastante vasta, podem ser utilizadas para geração de energia, pela indústria farmacêutica, na suplementação alimentar e ainda no sequestro de CO₂ e tratamento de águas residuárias. O mercado global de microalgas está estimado entre US\$ 3,8 e 5,4 bilhões (BRASIL et al., 2017), com os principais atores concentrados no continente americano, especialmente nos Estados Unidos e na Europa (MENDONÇA et al., 2021).

BIOCOMBUSTÍVEIS NO CENÁRIO BRASILEIRO

Os biocombustíveis produzidos a partir de microalgas são classificados como de terceira geração. As principais vantagens que estes apresentam são a não necessidade de áreas agricultáveis, o sequestro de CO₂, menores tempos de cultivo e a não necessidade de água para o cultivo (ANANTHI et al., 2021; MOSHOOD; NAWANIR; MAHMUD, 2021; VASISTHA et al., 2021). Em se tratando de produção de óleo, microalgas levam vantagem em relação a plantas terrestres. Por exemplo o milho tem produção média de óleo de 172 L ha⁻¹, a soja, 446 L ha⁻¹, a palma 5.366 L ha⁻¹, enquanto que microalgas produzem cerca de 100.000 L ha⁻¹ (MENDONÇA et al., 2021; GANESAN et al., 2020; KATIYAR et al., 2017).

Um dos grandes problemas enfrentados para a produção de biocombustíveis a base de plantas terrestres é a competição por áreas agricultáveis. O exponencial aumento da população mundial exige que a produção de alimento acompanhe esse crescimento, por isso é importante encontrar alternativas que supram as demandas do mundo moderno. Tendo isso em vista, a produção de biocombustíveis de terceira geração pode ter protagonismo nos próximos anos não apenas para suprir as condições para diminuição das emissões de gases de efeito estufa, mas também para garantir segurança alimentar. Ainda microalgas podem produzir em uma mesma área biodiesel e bioetanol (MENDONÇA et al., 2022). Correa et al. (2017) realizaram um estudo comparando a área necessária para

diferentes culturas e microalgas e a produção de biocombustíveis necessárias para suprir a demanda de gasolina em diversos países. Para o cenário brasileiro, os autores reportam que a área necessária para microalgas atingirem a meta de gasolina seria de 3% da área necessária para a soja (biodiesel), 20,4% para o coco (biodiesel) e 24,4% para a cana-de-açúcar (etanol). Os resultados deste estudo evidenciam o grande potencial que microalgas apresentam para produção de biocombustíveis.

Contudo, apesar das evidentes vantagens, essa matéria-prima ainda apresenta obstáculos, especialmente no processo de conversão do óleo em biodiesel. A transesterificação é o processo mais utilizado para conversão. A transesterificação é uma reação reversível que ocorre quando um triglicérides reage com um álcool primário (usualmente metanol ou etanol) formando um éster (biodiesel) e glicerol (ATHAR; ZAIDI, 2020). O emprego de tecnologias como catalisadores, auxílio por micro-ondas, ultrassom, cossolventes e membranas, entretanto o emprego dessas tecnologias encarece o processo de conversão. No Brasil, a Agência Nacional de Petróleo e Gás Natural (ANP) é o órgão responsável por regular a produção de biocombustíveis e determina que para ser considerado biodiesel a conversão mínima deve ser de 96,5% (ANP, 2014). Nem sempre esse valor é alcançado, já que não existe um padrão nem no cultivo da biomassa ou no processo de conversão (é possível variar a concentração de reagente, tempo de reação e mistura e temperatura). Behera et al. (2020) obtiveram conversão de 94,9% utilizando como catalisador *biochar* de casca de amendoim. Cheng et al. (2017) realizaram a transesterificação assistida com micro-ondas e utilizaram óxido de grafeno como catalisador e obtiveram conversão de 95,1%. O desafio ainda se torna maior quando se planeja a produção de biodiesel em grandes escalas.

Branco-Vieira et al. (2020) analisaram os custos de produção de biodiesel a partir do cultivo de *P. tricornutum* em água do mar em 100.000 unidades de fotobiorreatores de coluna com volume total de 80.000 m³. A produção de biodiesel foi de 171.705 L ano⁻¹ com o custo de produção estimado de 0,33 € L⁻¹. Tredici et al. (2016) obtiveram resultados promissores ao avaliaram economicamente a produção de biodiesel a partir de *Tetraselmis suecica* em uma área de 1 ha. Os autores chegaram à conclusão que a produção em uma área 100x maior diminuiria o custo de produção em mais da metade.

Políticas públicas são vitais para que o setor de biocombustíveis cresça no Brasil, assim como foi com o etanol e o ProÁlcool. A introdução do biodiesel na matriz energética do país se deu através da criação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), misturando o biodiesel ao diesel (BRASIL, 2021). Contudo, apenas 4 anos após a criação do PNPB é que a mistura se tornaria obrigatória. De lá até 2021 a porcentagem de mistura aumentou gradativamente de 2 a 13% e até 2023 espera-se que esse valor passe a ser de 15% (ANP, 2021). Com este aumento, Rodrigues (2021) estima que pode haver um aumento da demanda de biodiesel para 9 bilhões de litros em 2024.

O Brasil, juntamente com a União Europeia e os Estados Unidos foram os primeiros

a reconhecerem a importância de biocombustíveis (SARAVANAN et al., 2018) e isso se deu por conta da Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas (COP) 21. Com a assinatura do Brasil no Acordo de Paris, foi criada a Lei nº 13.576/2017, que institui a Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio). O RenovaBio tinha por objetivo estimular a produção e utilização de biodiesel e ainda regular o mercado de biocombustíveis (DENNY, 2020). Em seus quase 5 anos de existência o programa trouxe discussões sobre novas tecnologias e avanços para o setor de biocombustíveis. Grangeia, Santos e Lazaro (2022) recomendam que hajam revisões sobre o programa em relação a regulamentação de impostos para evitar altas variações de preços, garantias para caso o mercado entre em crise, criar mecanismos de para mais previsibilidade e transparência para as ofertas de créditos de carbono e detalhar a elegibilidade do uso de áreas agricultáveis e das matérias-primas. A pandemia de Covid-19 trouxe incertezas ao mercado, contudo segundo dados da ANP, 2021 de 2019 para 2020 a comercialização de biodiesel cresceu 11,5%, mesmo com o mercado de combustíveis retraindo 5,97%, evidenciando o potencial que o biodiesel pode desempenhar na matriz energética brasileira.

CONCLUSÕES

Inúmeros são os fatores que podem influenciar o cultivo de microalgas. A produção de biocombustíveis de terceira geração é um caminho que vai de encontro com as preocupações mundiais relacionadas com a emissão de gases de efeito estufa. O Brasil tem potencial para ser um dos principais produtores desses biocombustíveis, para isso é necessário que o governo incentive e regulamente a produção e comercialização destes.

REFERÊNCIAS

ABREU, A. P. et al. **Mixotrophic cultivation of *Chlorella vulgaris* using industrial dairy waste as organic carbon source.** *Bioresource Technology*, v. 118, p. 61–66, ago. 2012.

ANANTHI, V. et al. **A realistic scenario on microalgae based biodiesel production: Third generation biofuel.** *Fuel*, v. 284, p. 118965, jan. 2021.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL (2021). **Biodiesel.** Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/producao-e-fornecimento-de-biocombustiveis/biodiesel>>. Acesso em: 01 novembro de 2021.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL (2014). Resolução nº 45 de 25 de agosto de 2014. Dispõe sobre a especificação do biodiesel contida no Regulamento Técnico ANP nº 3 de 2014 e as obrigações quanto ao controle da qualidade a serem atendidas pelos diversos agentes econômicos que comercializam o produto em todo o território nacional. In: **Diário Oficial da União**, Brasília, DF.

ATHAR, M.; ZAIDI, S. **A review of the feedstocks, catalysts, and intensification techniques for sustainable biodiesel production.** *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v. 8, n. 6, p. 104523, 2020.

- BALA AMUTHA, K.; MURUGESAN, A. G. **Biological hydrogen production by the algal biomass *Chlorella vulgaris* MSU 01 strain isolated from pond sediment.** *Bioresource Technology*, v. 102, n. 1, p. 194–199, jan. 2011.
- BARROS, A. et al. **Heterotrophy as a tool to overcome the long and costly autotrophic scale-up process for large scale production of microalgae.** *Scientific Reports*, v. 9, n. 1, p. 1–7, 2019.
- BEHERA, B. et al. **Algal biodiesel production with engineered biochar as a heterogeneous solid acid catalyst.** *Bioresource Technology*, v. 310, n. January, 2020.
- BHATT, A. et al. **Techno-economic analysis of microalgae cultivation for commercial sustainability: A state-of-the-art review.** *Journal of Cleaner Production*, v. 370, p. 133456, out. 2022.
- BRANCO-VIEIRA, M. et al. **Economic analysis of microalgae biodiesel production in a small-scale facility.** *Energy Reports*, v. 6, p. 325–332, dez. 2020.
- BRASIL, B. DOS S. A. F. et al. **Microalgae and cyanobacteria as enzyme biofactories.** *Algal Research*, v. 25, p. 76–89, jul. 2017.
- CALIJURI, M. L. et al. **Bioproducts from microalgae biomass: Technology, sustainability, challenges and opportunities.** *Chemosphere*, v. 305, p. 135508, out. 2022.
- CASTRO, J. DE S. et al. **Microalgae based biofertilizer: A life cycle approach.** *Science of The Total Environment*, v. 724, p. 138138, jul. 2020.
- CHENG, J. et al. **Conversion of lipids from wet microalgae into biodiesel using sulfonated graphene oxide catalysts.** *Bioresource Technology*, v. 244, p. 569–574, nov. 2017.
- CHIN-ON, R. C. et al. **A novel V-shaped photobioreactor design for microalgae cultivation at low latitudes: Modelling biomass productivities of *Chlorella sorokiniana* on Bonaire.** *Chemical Engineering Journal*, v. 449, p. 137793, dez. 2022.
- CORREA, D. F. et al. **Biodiversity impacts of bioenergy production: Microalgae vs. first generation biofuels.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 74, p. 1131–1146, jul. 2017.
- COUTO, E. et al. **Evaluation of high rate ponds operational and design strategies for algal biomass production and domestic wastewater treatment.** *Science of The Total Environment*, v. 791, p. 148362, out. 2021.
- CRAGGS, R.; SUTHERLAND, D.; CAMPBELL, H. **Hectare-scale demonstration of high rate algal ponds for enhanced wastewater treatment and biofuel production.** *Journal of Applied Phycology*, v. 24, n. 3, p. 329–337, 22 jun. 2012.
- DAHIYA, A. **Algae biomass cultivation for advanced biofuel production.** In: DAHIYA, A. *Bioenergy: Biomass to Biofuels and Waste to Energy*, 2^a ed, Elsevier, 2020.
- DAVIS, R.; ADEN, A.; PIENKOS, P. T. **Techno-economic analysis of autotrophic microalgae for fuel production.** *Applied Energy*, v. 88, n. 10, p. 3524–3531, out. 2011.

DENNY, D. M. T. Competitive renewables as the key to energy transition—RenovaBio: the Brazilian biofuel regulation. In: **The Regulation and Policy of Latin American Energy Transitions**. [s.l.] INC, 2020. p. 223–242.

DIANURSANTI; PRAMADHANTI, D. **Utilization of microalgae Spirulina platensis as anti-bacterial compound in soap**. AIP Conference Proceedings, v. 2255, p. 040020, 2020

FAGODIYA, R. K. et al. **Global temperature change potential of nitrogen use in agriculture: A 50-year assessment**. Scientific Reports, v. 7, n. 1, p. 44928, 21 abr. 2017.

FERRUZZI, M. G.; BLAKESLEE, J. **Digestion, absorption, and cancer preventative activity of dietary chlorophyll derivatives**. Nutrition Research, v. 27, n. 1, p. 1–12, jan. 2007.

GANESAN, R. et al. **A review on prospective production of biofuel from microalgae**. Biotechnology Reports, v. 27, p. e00509, 2020.

GANTAR, M.; SVIRČEV, Z. **Microalgae and cyanobacteria: food for thought**. Journal of Phycology, v. 44, n. 2, p. 260–268, abr. 2008.

GRANGEIA, C.; SANTOS, L.; LAZARO, L. L. B. **The Brazilian biofuel policy (RenovaBio) and its uncertainties: An assessment of technical, socioeconomic and institutional aspects**. Energy Conversion and Management: X, v. 13, p. 100156, 2022.

HOSSAIN, N.; ZAINI, J.; INDRA MAHLIA, T. M. **Life cycle assessment, energy balance and sensitivity analysis of bioethanol production from microalgae in a tropical country**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 115, p. 109371, nov. 2019.

JANSSEN, M.; WIJFFELS, R. H.; BARBOSA, M. J. **Microalgae based production of single-cell protein**. Current Opinion in Biotechnology, v. 75, p. 102705, 2022.

JEBALI, A. et al. **Pilot-scale outdoor production of Scenedesmus sp. in raceways using flue gases and centrate from anaerobic digestion as the sole culture medium**. Bioresource Technology, v. 262, p. 1–8, ago. 2018.

KATIYAR, R. et al. **Microalgae: An emerging source of energy based bio-products and a solution for environmental issues**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 72, p. 1083–1093, 2017.

KHAN, S. A. et al. **Microalgae based biofertilizers: A biorefinery approach to phycoremediate wastewater and harvest biodiesel and manure**. Journal of Cleaner Production, v. 211, p. 1412–1419, fev. 2019.

KHOLSSI, R. et al. **2Biotechnological uses of microalgae: A review on the state of the art and challenges for the circular economy**. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, v. 36, p. 102114, set. 2021.

KINGS, A. J. et al. **Cultivation, extraction and optimization of biodiesel production from potential microalgae Euglena sanguinea using eco-friendly natural catalyst**. Energy Conversion and Management, v. 141, p. 224–235, jun. 2017.

- LEONG, Y. K.; HUANG, C.-Y.; CHANG, J.-S. **Pollution prevention and waste phycoremediation by algal-based wastewater treatment technologies: The applications of high-rate algal ponds (HRAPs) and algal turf scrubber (ATS).** *Journal of Environmental Management*, v. 296, p. 113193, out. 2021.
- LI, K. et al. **Microalgae-based wastewater treatment for nutrients recovery: A review.** *Bioresource Technology*, v. 291, p. 121934, nov. 2019.
- MEGAWATI et al. **Bioethanol production from glucose obtained from enzymatic hydrolysis of *Chlorella microalgae*.** *Materials Today: Proceedings*, v. 63, p. S373–S378, 2022.
- MENDONÇA, H. V. et al. **Microalgae-mediated bioremediation and valorization of cattle wastewater previously digested in a hybrid anaerobic reactor using a photobioreactor: Comparison between batch and continuous operation.** *Science of The Total Environment*, v. 633, p. 1–11, ago. 2018.
- MENDONÇA, H. V. et al. **Microalgae in a global world: New solutions for old problems?** *Renewable Energy*, v. 165, p. 842–862, 2021.
- MENDONÇA, H. V. et al. **Biofuel recovery from microalgae biomass grown in dairy wastewater treated with activated sludge: The next step in sustainable production.** *Science of The Total Environment*, v. 824, p. 153838, 2022.
- MONDAL, S. et al. **Redefining the role of microalgae in industrial wastewater remediation.** *Energy Nexus*, v. 6, n. April, p. 100088, 2022.
- MOSHOOOD, T. D.; NAWANIR, G.; MAHMUD, F. **Microalgae biofuels production: A systematic review on socioeconomic prospects of microalgae biofuels and policy implications.** *Environmental Challenges*, v. 5, p. 100207, dez. 2021.
- PAWAR, S. **Effectiveness mapping of open raceway pond and tubular photobioreactors for sustainable production of microalgae biofuel.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 62, p. 640–653, set. 2016.
- PEREIRA, H. et al. **Incorporation of defatted microalgal biomass (*Tetraselmis sp. CTP4*) at the expense of soybean meal as a feed ingredient for juvenile gilthead seabream (*Sparus aurata*).** *Algal Research*, v. 47, p. 101869, maio 2020.
- RODRIGUES, A. C. C. **Policy, regulation, development and future of biodiesel industry in Brazil.** *Cleaner Engineering and Technology*, v. 4, p. 100197, 2021.
- RUIZ, J. et al. **Heterotrophic vs autotrophic production of microalgae: Bringing some light into the everlasting cost controversy.** *Algal Research*, v. 64, p. 102698, maio 2022.
- SARAVANAN, A. P. et al. **Biofuel policy in India: A review of policy barriers in sustainable marketing of biofuel.** *Journal of Cleaner Production*, v. 193, p. 734–747, ago. 2018.
- SIDDIKI, S. Y. A. et al. **Microalgae biomass as a sustainable source for biofuel, biochemical and biobased value-added products: An integrated biorefinery concept.** *Fuel*, v. 307, p. 121782, jan. 2022.

- SINGH, R.; KUMAR, A.; SHARMA, Y. C. **Biodiesel synthesis from microalgae (Anabaena PCC 7120) by using barium titanium oxide (Ba₂TiO₄) solid base catalyst**. *Bioresource Technology*, v. 287, p. 121357, set. 2019.
- SOLOVCHENKO, A. et al. **Phosphorus from wastewater to crops: An alternative path involving microalgae**. *Biotechnology Advances*, v. 34, n. 5, p. 550–564, set. 2016.
- SPOLAORE, P. et al. **Commercial applications of microalgae**. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, v. 101, n. 2, p. 87–96, fev. 2006.
- SUTHERLAND, D. L. et al. **Size matters – Microalgae production and nutrient removal in wastewater treatment high rate algal ponds of three different sizes**. *Algal Research*, v. 45, p. 101734, jan. 2020.
- THUY LAN CHI, N. et al. **Small scale photobioreactor, outdoor open pond cultivation of *Chlorella* sp. and harvesting at log and stationary growth phase towards lipids and methyl ester production**. *Fuel*, v. 319, p. 123813, jul. 2022.
- TREDICI, M. R. et al. **Techno-economic analysis of microalgal biomass production in a 1-ha Green Wall Panel (GWP®) plant**. *Algal Research*, v. 19, p. 253–263, 2016.
- VASISTHA, S. et al. **Current advances in microalgae harvesting and lipid extraction processes for improved biodiesel production: A review**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 137, p. 110498, mar. 2021.
- YADALA, S.; CREMASCHI, S. **A Dynamic Optimization Model for Designing Open-Channel Raceway Ponds for Batch Production of Algal Biomass**. *Processes*, v. 4, n. 2, p. 10, 30 mar. 2016.
- YAQOUBNEJAD, P.; RAD, H. A.; TAGHAVIJELOUDAR, M. **Development a novel hexagonal airlift flat plate photobioreactor for the improvement of microalgae growth that simultaneously enhance CO₂ bio-fixation and wastewater treatment**. *Journal of Environmental Management*, v. 298, p. 113482, nov. 2021.
- YU, L. et al. **A kinetic model of heterotrophic and mixotrophic cultivation of the potential biofuel organism microalgae *Chlorella sorokiniana***. *Algal Research*, v. 64, p. 102701, maio 2022.
- ZANELLA, L.; VIANELLO, F. **Microalgae of the genus *Nannochloropsis*: Chemical composition and functional implications for human nutrition**. *Journal of Functional Foods*, v. 68, p. 103919, maio 2020.

PROPAGAÇÃO DE CLADÓDIOS DE DIFERENTES COMPRIMENTOS DE DUAS ESPÉCIES DE PITAIAS

Data de submissão: 13/12/2022

Data de aceite: 02/01/2023

Fábio Oseias dos Reis Silva

Professor/Pesquisador no ITAP/EPAMIG
Pitangui, MG
<http://lattes.cnpq.br/5018106692393100>

Renata Amato Moreira

Pesquisador na EPAMIG
Lavras, MG
<http://lattes.cnpq.br/7106268628351054>

Ramon Ivo Soares Avelar

Professor/Pesquisador no ITAP/EPAMIG
Pitangui, MG
<http://lattes.cnpq.br/9540382093211980>

Luiz Carlos Brandão Junior

Mestre em Engenharia de Sistemas e
Automação, UFLA
Lavras, MG
<http://lattes.cnpq.br/4992193748825216>

José Darlan Ramos

Professor Colaborador Titular
Departamento de Fitotecnia, UFLA
Lavras, MG
<http://lattes.cnpq.br/3357905883226959>

tempo essa frutífera era desconhecida, no entanto, seu cultivo e comércio estão em franca expansão tanto no mercado nacional quanto no internacional. É sabido que existem na literatura informações à respeito de propagação de pitaia, polinização e fenologia reprodutiva, no entanto, muitos dos trabalhos são realizados com a mesma espécie de pitaia, assim, verificou-se que trabalhos demonstrando a relação entre o comprimento da estaca e a produção de mudas entre diferentes espécies de pitaias ainda são incipientes. objetivou-se avaliar diferentes comprimentos de cladódios na produção de mudas de pitaia vermelha da polpa branca e de polpa vermelha. O trabalho foi realizado no Setor de Fruticultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, utilizando-se clones de pitaia vermelha de polpa branca e pitaia vermelha de polpa vermelha. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, no esquema fatorial de 5 x 2, com 6 repetições, sendo 3 cladódios por repetição. O primeiro fator referiu-se as diferentes classes de comprimento de cladódios (1- 15; 20-25; 26-30; 36-40; 41-45 cm) e o segundo as duas espécies de pitaia vermelhas (polpa branca e polpa vermelha). As seguintes

RESUMO: A pitaia é uma cactácea originada da América Central e México, pertencente as frutíferas consideradas promissoras para cultivo. Até há pouco

características foram estudadas: números de brotos (NB) e comprimento dos brotos (CB), medido com trena milimétrica, a partir da região de inserção do cladódio até sua extremidade. Concluiu-se que stacas de tamanho pequeno (< 25cm) e elevado (acima de 40 cm) não são ideais para a produção de mudas de pitaia. O melhor tamanho de estaca para a produção de mudas de pitaia é na faixa de 36 a 40 cm. São necessários mais ensaios em diferentes épocas, pois, as variações climáticas interferem no material a ser coletado.

PALAVRAS-CHAVE: *Hylocereus*, Mudanças, Cactaceae.

ABSTRACT: Pitaya is a cactaceae originating from Central America and Mexico, belonging to the fruit trees considered promising for cultivation. Until recently, this fruit was unknown, however, its cultivation and trade are booming both on the national and international markets. It is known that there is information in the literature about the propagation, pollination and reproductive phenology of the pitaya, however, a great deal of the works are carried out on the same species of pitaya, thus, it was found that works demonstrating the relationship between the length of the cutting and the production of seedlings between different species are still incipient. It was intended to evaluate different lengths of cladodes in the production of white-fleshed and red-fleshed pitaya seedlings. The work was carried out in the Sector of Fruit Culture of the Department of Agriculture of the Federal University of Lavras, using clones of red pitaya with white flesh and red pitaya with red flesh. The experimental design used was the completely randomized, in a factorial scheme of 5 x 2, with 6 replications, with 3 cladodes per replication. The first factor referred to the different classes of cladode length (1-15; 20-25; 26-30; 36-40; 41-45 cm) and the second to the two red pitaya species (white pulp and red pulp). The following characteristics were studied: number of shoots (NS) and length of shoots (LS), measured with a measuring tape in millimeters, from the region of insertion of the cladode to its end. It was concluded that small (< 25 cm) and large (above 40 cm) cuttings are not ideal for the production of pitaya seedlings. The best cutting size for the production of pitaya seedlings is in the range of 36 to 40 cm. Further tests are needed at different times, as climate variations interfere on the material to be collected.

KEYWORDS: *Hylocereus*, Seedlings, Cactaceae.

INTRODUÇÃO

A pitaia é uma cactácea originada da América Central e México, pertencente as frutíferas consideradas promissoras para cultivo. Até há pouco tempo essa frutífera era desconhecida, no entanto, seu cultivo e comércio estão em franca expansão tanto no mercado nacional quanto no internacional.

Os consumidores estão à procura dessa fruta por diversos fatores, notadamente por suas características organolépticas que favorecem sobremaneira à saúde humana. Cabe aqui ressaltar que existem muitos trabalhos na literatura destacando a pitaia como sendo uma fruta com propriedades anticancerígenas.

Atualmente sabe-se que no Brasil existem algumas regiões produtoras, sobretudo o sudeste e o sul do país, nos quais a produção ocorre de forma geral durante os meses de dezembro a maio, com uma produtividade média anual de 14 toneladas de frutas por

hectare.

Até recentemente as principais espécies de pitaias eram agrupadas em quatro gêneros: *Stenocereus*, *Cereus*, *Selenicereus* e *Hylocereus*, sendo as mais conhecidas as pitaias vermelha (*Hylocereus* sp.), com a casca vermelha e a polpa branca ou vermelha, dependendo da espécie pitaias amarela (*Selenicereus megalanthus*), que tem casca amarela e polpa branca, (Moreira et al. 2012). No entanto, os agrupamentos estão sendo ‘

É sabido que existem na literatura informações à respeito de propagação de pitaias (Galvão et al. 2017), polinização (Menezes et al. 2017) e fenologia da reprodutiva (Marques et al. 2011). No entanto, muitos dos trabalhos são realizados com a mesma espécie de pitaias, assim, verificou-se que trabalhos demonstrando a relação entre o comprimento da estaca e a produção de mudas entre diferentes espécies de pitaias ainda são incipientes.

Dentro desse contexto, objetivou-se avaliar diferentes comprimentos de cladódios na produção de mudas de pitaias vermelha da polpa branca e de polpa vermelha.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Setor de Fruticultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais. O município de Lavras está situado a 21°14'06" de latitude Sul e 45°00'00" de longitude oeste e com uma altitude média de 919 metros. O clima da região é do tipo Cwb, temperado chuvoso (mesotérmico), segundo a classificação de Köppen.

Para a condução do experimento foram utilizados clones de pitaias vermelhas de polpa branca [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose] e pitaias vermelhas de polpa vermelha (*Hylocereus polyrhizus*), com oito anos de idade, tutoradas em mourões de eucalipto com 1,80 m de altura, no espaçamento de 3 x 3 m. As estacas utilizadas no experimento possuíam 2 anos de idade, coletadas em Setembro de 2018.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), no esquema fatorial de 5 x 2, com 6 repetições, sendo 3 cladódios por repetição. O primeiro fator referiu-se às diferentes classes de comprimento de cladódios (1- 15; 20-25; 26-30; 36-40; 41-45 cm). E o segundo as duas espécies de pitaias vermelhas (polpa branca e polpa vermelha). Posteriormente as estacas foram colocadas em embalagens contendo uma mistura de terra + areia na proporção (de 3:1 v/v). As avaliações foram realizadas mensalmente, considerando as seguintes características: número de brotos (NB) e comprimento dos brotos (CB), medido com trena milimétrica, a partir da região de inserção do cladódio até sua extremidade.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de médias a 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que não houve diferença entre o número de brotos para os diferentes comprimentos de estacas, no entanto, em relação ao comprimento de brotos, constata-se que as estacas de tamanho intermediário (T4= 36 a 40 cm) proporcionaram brotos com maiores comprimentos, com 3,18 cm (tabela 1). Esse fato ocorreu, possivelmente devido os cladódios de tamanhos menores (1 a 15 cm e 20 a 25 cm) possuírem baixos níveis de reservas de fotoassimilados e por outro lado, cladódios longos (41 a 45 cm) podem ter disponibilizado suas reservas para os pequenos brotos emergidos no período em que os mesmos estavam na planta matriz (antes da coleta das estacas), e dessa forma, possivelmente apresentaram baixos teores de carboidratos, o que influenciou negativamente na produção de mudas. Esses resultados corroboram com Borba, Scarpate Filho e Kluge (2005) que estudaram os níveis de carboidratos em pessegueiros submetidos a poda. Os autores mencionam que os teores desses açúcares variam de acordo com a poda realizada. Embora o objetivo no presente trabalho não tenha sido a poda, pode-se verificar que ramos de diferentes comprimentos possuem diferentes níveis de reserva que influenciam positiva ou negativamente a emissão de raízes e brotos, fato também ocorrido no trabalhos de Borba, Scarpate Filho e Kluge (2005).

Comprimento da estaca (cm)	Número de brotos	Comprimento de brotos (cm)
T1= 1-15	0,70 a	0,70 b
T2= 20-25	0,87 a	1,17b
T3= 26-30	0,86 a	1,49ab
T4= 36-40	1,31 a	3,18 a
T5= 41-45	1,11 a	1,93 ab
CV (%)	17,20	9,41

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 1: Número de brotos e comprimento de brotos de Pitaia em função do comprimento da estaca.

Esses resultados concordam com Costa et al. (2014), nos quais, os autores ao estudarem a produção de flores e frutos em pitaia, observaram maiores frutificações em ramos medianos. Os mesmos autores acreditam que esses cladódios possuíam reservas suficiente para favorecer a diferenciação da gema vegetativa em florífera. Embora o objetivo de Costa et al. (2014) seja diferente do presente trabalho, sabe-se que os teores de carboidratos influenciam no desenvolvimento do sistema radicular, emissão e comprimento de brotos e a produção de flores e frutos. Além da influência na produção de mudas, os níveis adequados de fotoassimilados presentes nas estacas coletadas para a produção de mudas refletem positivamente no desenvolvimento das mudas no campo, visto que mudas mais

vigorosas podem tolerar de forma mais satisfatória as condições climáticas adversas. Esses resultados corroboram com Pontes Filho et al. (2014) no qual estudaram o comprimento de estacas e concentrações de ácido indolbutírico (AIB) na propagação vegetativa de pitaiá. Os carboidratos são produzidos nas folhas e posteriormente transferidos para ramos, frutos, raízes e então utilizados para o desenvolvimento dos órgãos (Larcher, 2000).

Não houve diferença no número e comprimento de brotos para as duas variedades estudadas (Tabela 2).

Variedades	Número de brotos	Comprimento de brotos (cm)
PPB	0,96 a	1,58 a
PPV	0,97 a	1,82 a
CV(%)	17,20	9,41

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade. PPB: Pitaiá vermelha de polpa branca [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose]; PPV: Pitaiá vermelha de polpa vermelha- *Hylocereus polyrhizus*.

Tabela 2: Número de brotos e comprimento de brotos em função da variedade de pitaiá.

Em ambas as variedades de pitaiás vermelhas (de polpa branca e de polpa vermelha) não foram observadas diferenças discrepantes nas características número e comprimento de brotos, ou seja, as duas tiveram desenvolvimento semelhantes, fazendo com que o comportamento morfológico das duas variedades tenham sido similares. As diferenças nas características estudadas possivelmente serão mais visíveis ao confrontar outras espécies de pitaiá, como é o caso da pitaiá amarela, que possui morfologia, crescimento e desenvolvimento diferente das duas primeiras. Esse fato ocorre, tanto no crescimento vegetativo, quanto na sua fenologia reprodutiva, o que pode influenciar nos teores de carboidratos presentes na estaca coletada e conseqüentemente na produção de mudas.

CONCLUSÕES

Estacas de tamanho pequeno (< 25cm) e elevado (acima de 40 cm) não são ideais para a produção de mudas de pitaiá.

O melhor tamanho de estaca para a produção de mudas de pitaiá é na faixa de 36 a 40 cm.

São necessários mais ensaios em diferentes épocas, pois, as variações climáticas interferem no material a ser coletado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a UFLA, EPAMIG, CNPq, CAPES e FAPEMIG pelo apoio financeiro e suporte.

REFERÊNCIAS

Borba, M. R. da C.; Scarpore Filho, J. A.; Kluge, R. A. **Teores de carboidratos em pessegueiros submetidos a diferentes intensidades de poda verde em clima tropical**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 68-72, 2005.

Costa, A. C. et al. **Flowering and fructification in different types of cladodes red pitaya in Lavras-MG**. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 36, n. 1, p. 279-284, 2014.

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

Galvão, E. C. et al. **Substratos e ácido indol-3-butírico na produção de mudas de pitaia vermelha de polpa branca**. Revista Ceres, v. 63, n. 6, 2016.

Larcher, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RiMa, 2000.

Menezes, T. P. **Artificial pollination and fruit quality in red pitaya**. Bio. J., Uberlândia, v. 31, n. 3, p. 801-807, Mai/Jun. 2015.

Moreira, R. A. et al. **Crescimento de pitaia vermelha com adubação orgânica e granulado bioclástico**. Ciência Rural, v.41, n.5, p.785-788, 2011.

Pontes Filho, F. S. T. et al. **Length of cuttings and concentrations of indolebutyric acid (IBA) in the vegetative propagation of pitaya**. Revista Ciência Agronômica, v. 45, p. 788-793, 2014.

PROPAGACIÓN POR VARETA DE LA HIGUERA (*Ficus carica* L.) EN BAJA CALIFORNIA SUR

Data de aceite: 02/01/2023

Loya Ramírez José Guadalupe

Universidad Autónoma de Baja California
Sur

Gregorio Lucero Vega

Universidad Autónoma de Baja California
Sur

Carlos Pérez Soto

Universidad Autónoma de Baja California
Sur

Beltrán Morales Félix Alfredo

Universidad Autónoma de Baja California
Sur

Ruiz Espinoza Francisco Higinio

Universidad Autónoma de Baja California
Sur

Zamora Salgado Sergio

Universidad Autónoma de Baja California
Sur

16.0 de diámetro y de 1.5 a 2.0 cm fueron plantadas en el sustrato compuesto por 70 % de Sunshine® y 30 % Perlita® en vaso de poliestireno # 14. El material se mantuvo en el laboratorio de hidráulica para su observación y cuidado. La media aritmética de “prendimiento” más alta (80%) ocurrió en Raizone plus® con túnel a 10 días, seguido de Raizone plus® con túnel a 20 días (70 %). El Raizone plus® con túnel por 10 días tuvo un impacto significativo en crecimiento de las plántulas porque quedó en primer lugar en cuatro de las seis variables estudiadas: peso seco de hoja + brote, peso en húmedo de hoja + brote, peso en seco de raíz y longitud de brote. El uso del túnel por 20 días tendió a ser desfavorable con respecto al túnel por 10 días. Aparentemente, el contenido de humedad alto en el ambiente restringió el desarrollo de las plantas.

PALABRAS CLAVE: Enraizador, Prendimiento, Materia seca.

RESUMEN: Baja California Sur ocupa el segundo lugar de producción de higo en México. La producción de planta es una fase crítica desde el inicio de este cultivo. El objetivo del presente estudio en fue evaluar dos enraizadores comerciales combinados con varetas con y sin túnel. Las varetas, de

ABSTRACT: Baja California Sur ranks second in the production of fig in Mexico. Plant production is a critical phase from the beginning of this crop. The objective of this study was to evaluate two commercial rooting combined with tunneled and untunneled rods. The cuttings, 16.0 cm long

and 1.5 to 2.0 cm in diameter, were planted on the substrate composed of 70% Sunshine® and 30 % Perlita® in a polystyrene 14 cup. The material was kept in the hydraulic laboratory for observation. The highest shutting arithmetic average (80%) occurred in Raizone plus® with a 10-day tunnel, followed by Raizone plus® with 20-day tunnel (70%). Raizone plus® tunneled for 10 days had a significant impact on seedling growth because it was first left in four of the six variables studied: dry leaf weight + shoot, wet leaf weight + shoot, root dry weight and bud length. The use of the tunnel for 20 days tended to be unfavorable with respect to the tunnel for 10 days. Apparently, the high humidity content in the environment restricted the development of plants

KEYWORDS: Rooting, Shutting, Dry matter.

INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento de la higuera en México ha sido, tradicionalmente, una actividad artesanal y con una comercialización a baja escala. De acuerdo al SIAP (2017), BCS ocupa el segundo lugar en México con una superficie sembrada de 320 ha. Le sigue el Estado de Morelos con 798 ha. La producción anual de higo en BCS ocupa el tercer lugar en México con 855 t, mientras que los dos primeros lugares son ocupados por Veracruz y Morelos con 4,389 y 1,620 t, respectivamente. A escala mundial, los tres países con mayor producción son: Turquía, Egipto y Marruecos con 305,689, 177,135 y 137,934 t, respectivamente (Axayácatl, 2018).

El rendimiento en plantaciones tradicionales es alrededor de las 12.0 t/ha⁻¹. Sin embargo, se podría elevar hasta 80.0 a 90.0 t/ha⁻¹. plantaciones intensivas bajo cubierta y cultivo tecnificado (Mendoza, 2013). En México, resultados de investigación local y sistematizada sobre la higuera es escasa (Macías *et al*, 2012).

La higuera es propagada comercialmente por estacas de tallos de uno o dos años (esquejes), las cuales enraízan en vivero o sobre terreno definitivo. (Melgarejo, 2000). El método de esqueje es tan seguro que se ha generalizado en la propagación comercial (Pennsylvania State University, 2019). Esta universidad especifica que la estaca debe ser entre 20 y 30 cm de largo y de 1.5 a 2.0 cm de diámetro. Fateh y Nahdi (2014) sugieren regar las estacas diariamente con una solución de enraizador (1.0 L en 40 L de agua) durante 15 días y a primera hora de la mañana.

Dolgyn y Tekintas (2008) proponen una variante del método de esqueje que consiste en doblar los tallos de la planta madre hasta hacer contacto con el suelo. Esta postura favorece que el tallo forme raíces y brotes de buena calidad, además de que demanda menos mano de obra y gastos diversos. Sousa Busquet, Vasconcellos y Miranda (2013) experimentaron la propagación tratando las estacas con auxinas y nebulizadores, pero no vieron ventaja en el uso de auxinas ni del nebulizado.

La ventaja principal de la propagación vegetativa es el acortamiento de la fase juvenil y, por tanto, el tiempo a la fase reproductiva es menor (Hartmann y Kester, 1999). La investigación sobre la obtención de plántula nueva sigue en marcha porque es una parte

crítica en este cultivo. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo es evaluar diferentes manejos de las “varetas” para obtener un buen “prendimiento” además de plantas sanas y vigorosas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material vegetativo (varetas o estacas) fue tomado de plantas de la variedad Black Mission del Campo Agrícola de la Universidad Autónoma de BCS (UABCS). Las ramas de las plantas madre fueron deshojadas una semana antes de cortar.

Las estacas fueron lavadas con agua y cloro al 3.0 % y después fueron secadas con papel toalla. Finalmente, se midió el diámetro de cada estaca para seleccionar aquellas 16.0 cm de largo y entre 1.5 y 2.0 cm de diámetro. Las estacas fueron plantadas en el sustrato compuesto por 70 % de Sunshine® y 30 % Perlita®. Las estacas y sustrato fueron colocados en vasos de poliestireno número 14. Fueron regadas de dos a tres veces por semana. Los vasos y el contenido fueron mantenidos, para su cuidado y observación, en el Laboratorio de Hidráulica de la UABCS.

Los tratamientos incluyeron la combinación de dos enraizadores aplicados por separado (Raizone plus® y Pectimorf®) por inmersión durante 15 minutos. Además, se combinó con y sin cubierta de plástico (túnel) sobre la estaca y el vaso. Unos tratamientos fueron cubiertos 10 días, mientras que otros fueron cubiertos 20 días. Las combinaciones de estos tratamientos son descritas a continuación.

1. Raizone plus® en túnel 10 días (RaizTun10d). 2. Raizone plus® en túnel 20 días (RaizTun20d). 3. Raizone plus® (Raiz). 4. Pectimorf® en túnel 10 días (PectTun10d). 5. Pectimorf® en túnel días (PectTun20d). 6. Pectimorf® sin túnel (Pect). 7. Testigo en túnel 10 días (testTun10d). 8. Testigo en túnel 20 días (TestTun20d). 9. Testigo sin túnel (Test).

Las variables evaluadas fueron: a) Porcentaje de prendimiento, b) Peso en seco de hoja + broto, c) Peso en húmedo de hoja + broto, d) Peso en seco de raíz, e) Peso en húmedo de raíz, f) Longitud de broto y g) Número de entrenudos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1, columna %Prend, muestra que las tasas de prendimiento mayores ocurrieron en raizal® con túnel por 10 días (80%) seguido de raizal® con túnel por 20 días (70%). En tercer lugar quedó Pectimorf® con túnel por 10 días y con túnel por 20 días (60%). Raizan® superó a pectimorf® en esta variable. Probablemente, los enraizadores podrían mejorar regando los esquejes con el enraizador por 15 días, como sugieren Fateh y Nahdi (2014).

El Cuadro, 1 columna NE, muestra que el mejor tratamiento ($p \leq 0.05$) fue raizone® sin túnel (4.8), seguido del testigo sin túnel (4.0). Raizone®, de nuevo, superó a pectimorf®.

Además, el túnel no parece favorable en ambos tratamientos.

El cuadro 1, columna LB, muestra que las medias mayores ($p \leq 0.05$) fueron registradas en raizone con túnel por 10 días (10.6), pectimorf® con túnel 10 días (), pectimorf® en túnel 10 días (10.6) y testigo en túnel 20 días (10.7). El túnel mostró un efecto favorable en la talla del brote.

El Cuadro 1, columna PHR, indica que los tratamientos con medias mayores ($p \leq 0.05$) fueron Raizone plus® sin túnel (6.9), seguido del testigo sin túnel (5.2). Parece contradictorio que el túnel, que ofrece un ambiente con mayor humedad, no fue reflejado en el contenido de agua en la raíz.

La columna PHH+B muestra que la media mayor ($p \leq 0.05$) fue para Raizone plus® con túnel 10 días (8.4). Este resultado no muestra tendencia consistente respecto al Raizone plus® ni respecto al túnel.

El Cuadro 1, columna PSR, presenta las medias mayores ($p \leq 0.05$) que son para Raizone plus® con túnel 10 días (2.9) y Raizone plus® con túnel 20 días (1.6). El efecto de Raizone plus® en la maza radical es evidente. Es notorio que este enraizador, con la ayuda del túnel, estimuló la formación de “madera” en la raíz, cual resulta excelente.

La columna PSR+B muestra que las medias más altas ($p \leq 0.05$) fueron para Raizone plus® con túnel 10 días (2.9) seguido de testigo con túnel 20 días (2.2). El efecto de los tratamientos sobre el peso de la parte aérea no fue claro. Aunque se aprecia que Raizone plus® vuelve superar a pectimorf®

Tratamiento	%Prend	NE (gr)	LB	PHR (gr)	PHH+B(gr)	PSR (gr)	PSH+B(gr)
RaizTun10d	80.0	4.5 ab	10.6 a	3.5 c	8.4 a	1.8 a	2.9 a
RaizTun20d	70.0	4.3 ab	10.0 ab	3.0 cd	5.9 bc	1.6 ab	2.0 bc
Raizone plus®	40.0	4.8 a	8.8 b	6.9 a	6.6 ab	0.9 de	1.1e
PectTun10d	60.0	4.6 ab	10.6 a	2.2 cd	5.7 bc	1.2 cde	1.5 cde
PectTun20d	60.0	4.3 ab	9.4 ab	1.9 d	4.0 c	1.4 abc	1.4 cde
Pectimorf®	30.0	4.3 ab	6.3 c	2.9 cd	5.3 bc	0.3 f	1.3 de
TestTun10d	50.0	4.6 ab	10.0 ab	2.9 cd	5.4 bc	1.3 bcd	1.9 bcd
TestTun20d	60.0	4.3 ab	10.7 a	2.2 cd	6.4 ab	0.8 e	2.2 b
Testigo®	60.0	4.0 b	9.3 ab	5.2 b	6.8 ab	0.9 de	1.4 cde

%prend, no fue analizado por ANOVA

Cuadro 1. Efecto de los tratamientos sobre siete variables: %prend= tasa de prednimiento, NE= Numero de entrenudos, LB= longitud del brote, PHR= peso húmedo de raíz, PHH+B= peso húmedo de hoja + brote, PSR= peso seco de raíz y PSH+B= peso seco de hojas+brote.

CONCLUSIONES

La media aritmética de “prendimiento” más alta (80 %) fue para Raizone plus® con

túnel a 10 días, seguido de Raizone plus® con túnel a 20 días (70 %). El resto de los tratamientos tuvieron un promedio de prendimiento de 60 % o menos. El Raizone plus® con túnel por 10 días tuvo un impacto significativo en crecimiento de las plántulas porque quedó en primer lugar en cuatro de las seis variables: peso en seco de hoja + broto, peso en húmedo de hoja + broto, peso en seco de raíz y longitud de broto. El uso del túnel por 20 días tendió a ser desfavorable con respecto al túnel por 10 días. Aparentemente, el contenido de humedad alto en el ambiente restringió el desarrollo de las plantas.

REFERENCIAS

- Axayácatl, O. (2018). Blog agricultura. Estadísticas agrícolas de higo: producción, superficie y rendimiento. Consultado. Agosto, 2019.
- Dolgun, O. y Tekintas F. E. (2008). Nursery Plants by Stem Layering Method. Agric. Conspec. Sci. Vol. 73. No. 3
- Fateh, A. y Nahdi S. (2014). Propagation of Some Local Fig (*Ficus carica* L.) Cultivars by Hardwood Cuttings under the Field Conditions in Tunisia. International Scholarly Research Notices. Volume 2014, Article ID 809450, 5 pp.
- Hartmann, T. y Kester, D. (1999). Propagación de plantas. Principios y Prácticas. Séptima reimpresión. Compañía Editorial Continental, México. 757 p.
- Machado M.C., Del Arco Aguilar M.C., Vernet J.L. y Ourcival J.M. (1997). Man and vegetation in northern Tenerife (Canary Islands, Spain), during the prehispanic period based on charcoal analyses. Vegetation History and Archaeobotany 6: 187-195.
- Macías R. H., Muñoz J. A., Ma M. Villa C., Velásquez V. y Potisek M.T. 2012. Utilización de Trichoderma para enraizamiento de estaca de higuera de higo blanco en contenedores cerrados. Revista AGROFAZ Volumen 12 No 3, Noviembre, pp. 17-23.
- Mendoza, C.V.M. (2013). Fisiología y manejo de la higuera (*Ficus carica* L.) en producción forzada bajo cubierta plástica. Tesis doctoral. Colegio de postgraduados. Montecillo, Texcoco. Edo. de México. 99 p.
- Pensylvania State University. (2019). <https://sites.psu.edu/christinasplantpropagationpage/ficus-carica/>. Consultado. Agosto 2019.
- SIAP. (2017). <https://www.gob.mx/siap>. Consultado. Agosto de 2019.
- Sousa, C., Busquet, R., Vasconcellos, M. y Miranda R. 2013. Effects of auxin and misting on the rooting of herbaceous and hardwood cuttings from the fig tree. Revista Ciencia Agronómica 44(2) 334-338.

RECOMENDAÇÃO DE LÂMINAS DE FERTIRRIGAÇÃO PARA CULTURAS AGRÍCOLAS COM BIOFERTILIZANTE ORIUNDO DA DIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS DE SUÍNOS

Data de submissão: 16/11/2022

Data de aceite: 02/01/2023

Júlia Camargo da Silva Mendonça Gomes

UFRRJ, Instituto de Engenharia
Seropédica - RJ
<http://lattes.cnpq.br/8045167078022798>

Conan Ayade Salvador

UFRRJ, Instituto de Engenharia
Seropédica – RJ
<http://lattes.cnpq.br/9667991641636333>

Everaldo Zonta

UFRRJ, Instituto de Agronomia
Seropédica – RJ
<http://lattes.cnpq.br/3943601345963141>

Henrique Vieira de Mendonça

UFRRJ, Instituto de Engenharia
Seropédica – RJ
<http://lattes.cnpq.br/8897355054570578>

imprescindível. Nesse cenário é possível observar o potencial para reutilização destes dejetos em substituição à adubação convencional, sob forma de fertirrigação, tendo como consequência a redução dos custos de produção. Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo calcular doses de fertirrigação, com água residuária proveniente da suinocultura (ARS) anaerobiamente digerida em biodigestor do tipo lagoa coberta, para culturas agrícolas de interesse comercial, quando cultivadas sob duas classes de solo: Argissolo e Planossolo. A partir da análise de literatura foram obtidos os valores de absorção de nitrogênio, rendimento e tempo de ciclo para cada uma das culturas estudadas. Foram obtidos valores de recomendação de lâminas de fertirrigação com ARS, equivalentes à aplicação de fontes convencionais de nitrogênio.

PALAVRAS-CHAVE: Biorecurso, Água Residuária, Nitrogênio.

RESUMO: A suinocultura tem evoluído e se desenvolvido nos últimos anos. O Brasil ocupa a quarta posição (ABPA, 2022) no ranking de maiores produtores e exportadores do mundo, com posição de destaque nesse setor. Considerando o impacto ambiental ocasionado pelo alto potencial poluidor dos resíduos gerados a partir da atividade, sua gestão torna-se

RECOMMENDATION OF FERTIRRIGATION LEVELS FOR AGRICULTURAL CROPS WITH BIOFERTILIZER FROM THE ANAEROBIC DIGESTION OF SWINE WASTE

ABSTRACT: Pig farming has evolved and developed in recent years. Brazil occupies the fourth position (ABPA, 2022) in the ranking of the biggest producers and exporters in the world, with a prominent position in this sector. Considering the environmental impact caused by the high polluting potential of the waste generated from the activity, its management becomes essential. In this scenario, it is possible to observe the potential for the reuse of these wastes to replace conventional fertilization, in the form of fertigation, resulting in a reduction in production costs. Thus, this work aimed to calculate doses of fertigation, with wastewater from swine (SWW) anaerobically digested in a covered pond type biodigester, for agricultural crops of commercial interest, when cultivated under two soil classes: Acrisol and Planosol. From the literature analysis, the values of nitrogen uptake, yield and cycle time were obtained for each of the cultures studied. Recommended values of fertigation depths with SWW were obtained, equivalent to the application of conventional sources of nitrogen.

KEYWORDS: Bioresource, Wastewater, Nitrogen.

INTRODUÇÃO

A economia brasileira é fortemente influenciada pelo setor agropecuário.

Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2022), o Brasil ocupa o quarto lugar dentre os maiores produtores e exportadores mundiais de carne suína e em 2021 produziu cerca de 4,7 milhões de toneladas de carne suína (ABPA, 2022).

No entanto, a viabilidade desse tipo de atividade pode ser ameaçada, principalmente no que se refere à disposição final das águas residuárias provenientes da suinocultura (ARS), devido a seu alto potencial poluidor oriundo de sua elevada carga orgânica, concentração de coliformes termotolerantes e metais pesados como cobre e zinco (MENDONÇA & SANTOS, 2022).

A destinação incorreta deste tipo de resíduo pode ocasionar efeitos negativos podem ao solo, às fontes de água, e até mesmo à saúde humana, dentre os quais pode-se citar o risco de contaminação por metais pesados e agentes patogênicos (COSTA & MARVULLI, 2020), nitrificação do lençol freático, geração de encrustamento superficial do solo, redução de sua capacidade de infiltração e salinização (MENDONÇA & SANTOS, 2022).

Visando então a expansão do setor concomitantemente com a redução de seu impacto ao meio ambiente, estratégias de gestão dos dejetos devem ser adotadas. A digestão anaeróbia a partir da utilização do biodigestor do tipo lagoa coberta é uma alternativa interessante para este gerenciamento que além da redução da carga orgânica, pode ser associada à produção de biogás, com baixo custo e a facilidade de operação (CHENG et al., 2018).

A utilização da ARS como substituição parcial ou total aos fertilizantes minerais industrializados, tem maior destaque dentre as opções de reutilização (MORINO, 2021),

ação que tem por consequência a redução de custos referentes à produção, ampliação da disponibilidade de água e nutrientes para as plantas (COMIN et al., 2013), o incremento na produção das culturas e a melhoria dos atributos do solo (MENEZES et al., 2018).

Aplicações recorrentes e em doses exageradas de biofertilizantes podem propiciar o acúmulo de nutrientes no solo, advindos de sua rica composição em sais dissolvidos, favorecendo a salinização do solo e promovendo uma condição de estresse para o desenvolvimento das plantas, que tem em geral, um efeito deletério caracterizado por uma redução na taxa de crescimento e transpiração (GHEYI, 2016).

OBJETIVO

Diante do exposto, o objetivo principal do presente trabalho foi propor recomendações de lâminas de adubação orgânica para diversas culturas agrícolas, por meio do cálculo das doses de aplicação de ARS previamente tratada em biodigestor do tipo lagoa coberta, quando cultivadas em dois tipos de solos: Argissolo e Planossolo, ambos coletados no município de Seropédica – RJ.

METODOLOGIA

Ambas amostras de solo, Argissolo e Planossolo, foram coletadas na área experimental do Instituto de Agronomia localizado no campus de Seropédica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), na Baixada Fluminense, com altitude média de 26 m e nas coordenadas 22°46'22"S e 43°42'44"O. Com duas campanhas de amostragem composta, oriundas de 8 pontos cada. As amostras foram analisadas em triplicatas, conforme a metodologia proposta no Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA, 2017) no Centro de Estudos e Análises Agropecuárias e Ambientais da CEAgro da UFRRJ. Os resultados das análises podem ser observados na Tabela 1 a seguir:

Parâmetros	Argissolo (0 - 40 cm)		Planossolo (0 - 40 cm)	
	Valor	Desvio Padrão	Valor	Desvio Padrão
Na (Cmol _c dm ⁻³)	0,49	0,38	0,04	0,02
Ca (Cmol _c dm ⁻³)	3,15	0,21	1,00	0,00
Mg (Cmol _c dm ⁻³)	2,25	0,07	0,55	0,07
K (Cmol _c dm ⁻³)	0,36	0,19	0,13	0,01
H+Al (Cmol _c dm ⁻³)	3,38	1,87	2,64	1,35
Al (Cmol _c dm ⁻³)	0,20	0,00	0,25	0,07
S (Cmol _c dm ⁻³)	6,25	0,71	1,72	0,04
T (Cmol _c dm ⁻³)	9,63	2,58	4,36	1,31
V (%)	66,29	10,34	41,41	13,40
m (%)	3,12	0,35	12,67	3,40
n (%)	4,75	2,66	0,84	0,11
pHágua (1: 2,5)	4,40	0,14	5,10	0,00
M.O. (%)	1,16	0,96	1,03	0,36
P (mg L ⁻¹)	31,31	2,39	57,57	16,17
K (mg L ⁻¹)	140,44	75,57	51,23	5,33
f (adimensional)	1,04	0,00	1,00	0,00
ρ (g cm ³)	1,33	0,02	1,58	0,10

Tabela 1: Média dos resultados da análise físico-química do Argissolo e do Planossolo.

A ARS foi coletada em uma granja de suínos no sul de Minas Gerais com uma produção de cerca de 10.000 animais, fora previamente tratada em biodigestor do tipo lagoa coberta, com volume médio de dejetos de 100 m³ por dia e um tempo de retenção de 46 dias. A caracterização laboratorial dos parâmetros físico-químicos foi realizada em triplicatas, conforme as metodologias do Standard Methods (APHA, 2012) e estão apresentados na Tabela 2.

Parâmetro	Valor médio	Desvio Padrão
Condutividade Elétrica (dS m ⁻¹)	5,90	0,60
pH (1:2,5)	7,53	0,73
Carbono orgânico total (mg L ⁻¹)	581,00	198,45
Mg (mg L ⁻¹)	150,23	51,71
Ca (mg L ⁻¹)	146,33	28,68
K (mg L ⁻¹)	829,40	226,22
Na (mg L ⁻¹)	416,67	287,27
Sólidos totais (mg L ⁻¹)	9000,00	3000,00
Sólidos voláteis (mg L ⁻¹)	6262,67	1983,32
Nitrogênio amoniacal (mg L ⁻¹)	680,00	56,00
Nitrato (mg L ⁻¹)	29,00	5,50
Nitrito (mg L ⁻¹)	0,00	0,00
Nitrogênio orgânico (mg/L)	829,50	59,45
Nitrogênio total (mg/L)	1538,50	23,00
Fósforo total (mg/L)	259,60	187,32
Cu (mg/L)	7,33	8,18
Zn (mg/L)	17,50	12,20

Tabela 2: Valores obtidos a partir da caracterização laboratorial da água residuária proveniente da suinocultura, após tratamento no biodigestor do tipo lagoa coberta.

A estimativa preliminar da dose recomendada de água residuária para cada cultura foi baseada na metodologia proposta por Matos & Matos (2017) representada pela Eq. 1, cujo objetivo é atingir a produtividade máxima.

$$DA_{AR} = 1000 * \frac{[Nabs - (TM1 * MO * ps * p * 10^7 * 0,05 * n/12)]}{[TM2 * (n/12) * Norg + (Namônio + Nnitrato) * TR]} \quad (1)$$

em que:

DA_{AR} - taxa de aplicação ou dose da água residuária, m³ ha⁻¹;

Nabs - absorção de nitrogênio pela cultura, kg ha⁻¹;

TM1 - taxa anual de mineralização da MO no solo, kg.kg⁻¹.ano⁻¹;

MO - conteúdo de matéria orgânica do solo, kg kg⁻¹;

ps - massa específica do solo, t m⁻³;

p - profundidade do solo considerada, m;

n/12 - fração anual relativa ao período de cultivo, ano;

TM2 - taxa de mineralização do nitrogênio orgânico, kg kg⁻¹ ano⁻¹;

Norg - nitrogênio orgânico, mg L⁻¹;

Namônio - nitrogênio amoniacal, mg L⁻¹;

Nitrato - nitrogênio nítrico, mg L⁻¹; e,

TR - taxa de recuperação do nitrogênio mineral pela cultura, kg kg⁻¹ano⁻¹.

A taxa anual de mineralização da matéria orgânica (TM1) varia de 0,01 a 0,02 para utilização de material orgânico residual de cultivos agrícolas (MATOS & MATOS, 2017), e o valor adotado foi 0,01. A profundidade (p) considerada foi de 0,4 m. A fração anual relativa ao período de cultivo (n/12) depende do ciclo de cada cultura. A taxa de mineralização do nitrogênio orgânico (TM2), segundo Matos (2014) e em conformidade com a tabela 6.13 para dejetos suínos é de 0,9 (página 208). A taxa de recuperação do nitrogênio mineral pela cultura (TR) varia conforme a condição de aplicação e o tipo de sistema radicular da cultura. Para arroz em condição de inundação o valor adotado foi 0,3.

As culturas para as quais as doses de ARS foram calculadas, encontram-se na Tabela 3 a seguir.

Cultura	Rendimento (t ha ⁻¹)	Nabs (kg ha ⁻¹)	Ciclo (meses)	TR (kg kg ⁻¹)	Referência Bibliográfica
Abacaxi Vitória	71,77	77,51	27,00	0,50	1
Abóbora Tetsukabuto	2,70	73,00	3,30	0,50	2
Alface Elba	1,56	21,90	2,20	0,50	3
Algodão	0,80	30,00	4,70	0,50	4
Ameixeira Europeia	3,50	54,20	24,00	0,50	5
Arroz	16,00	141,00	3,80	0,70	4
Arroz (Inundado)	16,00	141,00	3,80	0,30	4
Banana Cavendish	40,00	68,00	12,00	0,85	6
Batata cv Atlantic	36,50	120,00	3,70	0,50	7
Beterraba Early Wonder	34,22	140,00	2,30	0,50	8
Cana-de-açúcar	300,00	254,00	11,00	0,70	4
Capim Elefante	46,00	800,00	12,00	0,85	4
Capim Guiné	35,00	560,00	12,00	0,85	4
Capim Pangola	31,00	400,00	12,00	0,85	4
Capim Pará	30,00	600,00	12,00	0,85	4
Cebola Optima	64,80	38,73	5,00	0,50	9
Cebola Superex	60,30	116,65	5,60	0,50	9
Cenoura forto	72,00	156,30	4,00	0,50	10
Coco	1,20	60,00	12,00	0,85	4
Coentro Verdão	3,39	27,50	1,20	0,70	3
Feijão-vagem	16,30	49,70	2,70	0,70	11

Mandioca	59,00	42,00	16,00	0,50	4
Maracujazeiro-amarelo	17,00	42,82	11,00	0,50	12
Melancia Tide	40,00	106,40	2,50	0,50	13
Melão Pele de Sapo	21,97	12,70	2,30	0,70	14
Milho	8,92	112,00	4,00	0,70	15
Pimentão	23,19	23,05	3,70	0,50	16
Soja	4,00	235,00	4,00	0,70	17
Sorgo	16,00	200,00	3,50	0,70	4
Tabaco	1,00	116,00	2,50	0,85	4
Taro "Chinês"	22,00	79,00	9,00	0,85	18
Tomate Gault	148,00	157,00	2,80	0,70	19
Tomate Pomerano	119,00	120,00	2,80	0,70	19
Trigo	10,00	160,00	3,60	0,70	4

Tabela 3: Valores da estimativa preliminar de recomendação das doses de irrigação para diversas culturas a partir da utilização de água residuária da suinocultura após tratamento.

No caso da aplicação de resíduos com elevadas concentrações de sais potencialmente salinizadores, a taxa de aplicação de sódio e potássio não devem ultrapassar de 150 kg Na ha⁻¹ ano⁻¹ e 504 kg K ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente (MATOS, 2014). Com o intuito de verificar se as taxas de aplicação de sódio e potássio não ultrapassaram os limites permitidos no caso das doses calculadas com base no nitrogênio, foi utilizada a Eq. genérica 5 para o sódio e o potássio.

$$\text{Quantidade de nutriente aplicada} = \frac{DA_{AR} * [X] + 1000 \text{ L} * \text{kg}}{L * m^3 * 10^6 \text{ mg}} \quad (2)$$

em que:

Quantidade de nutriente aplicada em kg ha⁻¹ ano⁻¹;

DA_{AR} - taxa de aplicação ou dose de água residuária, em m³ ha⁻¹;

[X] – concentração de sódio ou potássio contida na água residuária, em mg L⁻¹;

Para a caracterização do potencial de sodicidade do solo a partir da utilização da ARS, foi determinada a razão de adsorção de sódio que é estimada pela Eq. 3 (MATOS & MATOS, 2017) a seguir:

$$RAS = \frac{[Na^+]}{\sqrt{\frac{[Ca^{2+} + Mg^{2+}]^2}{2}}} \quad (3)$$

em que;

RAS - Razão de adsorção de sódio, adimensional;

Na - Concentração de sódio na água, em mmol c L⁻¹;

Ca - Concentração de cálcio na água, em mmol c L⁻¹ e,

Mg - Concentração de Magnésio na água, em mmol c L⁻¹.

A classificação quanto à sodicidade é obtida com análise da RAS em associação com a Condutividade elétrica (CEa) da ARS.

RAS	Grau de Restrição para Uso		
	Nenhuma	Moderada	Severa
	-----CEa (dSm ⁻¹)-----		
0 - 3,0	>0,7	0,7 - 0,2	<0,2
3,0 - 6,0	>1,2	1,2 - 0,3	<0,3
6,0 - 12,0	>1,9	1,9 - 0,5	<0,5
12,0 - 20,0	>2,9	2,9 - 1,3	<1,3
20,0 - 40,0	>5,0	5,0 - 2,9	<2,9

Tabela 4: Restrições ao uso da água residuária para fertirrigação em função da razão de adsorção de sódio e condutividade elétrica.

Fonte: Ayers; Westcot, 1994.

RESULTADOS

As lâminas recomendadas tiveram como parâmetro as diferentes demandas de nitrogênio, com o objetivo de atingir a produtividade máxima, em profundidade de 0 - 40 cm.

Estão descritas as lâminas de fertirrigação recomendadas para culturas de interesse comercial e seus respectivos valores de absorção de nitrogênio, considerando o cultivo em Argissolo e Planossolo.

Cultura	Nabs (kg ha ⁻¹)	Doses (mm)		Referência Bibliográfica
		Argissolo	Planossolo	
Abacaxi Vitória	77,51	4,23	4,09	1
Abóbora Tetsukabuto	73,00	11,52	11,44	2
Alface Elba	21,90	3,30	3,24	3
Algodão	30,00	2,77	2,67	4
Ameixeira Europeia	54,20	2,12	1,97	5
Arroz	141,00	17,91	17,84	4
Arroz (Inundado)	141,00	29,22	29,10	4
Banana Cavendish	68,00	2,75	2,63	6
Batata cv Atlantic	120,00	18,89	18,81	7
Beterraba Early Wonder	140,00	26,95	26,88	8
Cana-de-açúcar	254,00	19,11	18,99	4
Capim Elefante	800,00	57,00	56,89	4

Capim Guiné	560,00	39,22	39,10	4
Capim Pangola	400,00	27,36	27,24	4
Capim Pará	600,00	42,18	42,06	4
Cebola Optima	38,73	3,88	3,78	9
Cebola Superex	116,65	14,54	14,44	9
Cenoura forto	156,30	24,20	24,11	10
Coco	60,00	2,16	2,04	4
Coentro Verdão	27,50	4,28	4,25	3
Feijão-vagem	49,70	6,44	6,38	11
Mandioca	42,00	1,01	0,86	4
Maracujazeiro-amarelo	42,82	1,40	1,25	12
Melancia Tide	106,40	19,60	19,53	13
Melão Pele de Sapo	12,70	1,06	1,01	14
Milho	112,00	13,65	13,58	15
Pimentão	23,05	2,31	2,23	16
Soja	235	30,15	30,08	17
Sorgo	200	26,75	26,68	4
Tabaco	116	14,45	14,41	4
Taro "Chinês"	79	4,8	4,7	18
Tomate Gault	157	22,34	22,28	19
Tomate Pomerano	120	16,82	16,77	19
Trigo	160	20,93	20,86	4

Tabela 5: Doses de água residuária para o fornecimento exigido de nitrogênio para cada cultura, considerando seu tempo total de ciclo.

As maiores lâminas de ARS obtidas, para ambos os solos, foram para o capim elefante, capim pará e capim guiné. Tal resultado justifica-se pelas maiores taxas de absorção de nitrogênio para essas culturas, que foram 800, 600 e 560 kg ha⁻¹, respectivamente. Essas culturas podem ser utilizadas para a produção de biomassa e extração de nitrogênio do solo proveniente da água residuária.

As menores lâminas de ARS obtidas, para ambos os solos, foram para a mandioca, o melão pele de sapo e o maracujazeiro amarelo.

Considerando o valor obtido a partir do cálculo da RAS (5,78), o valor de condutividade elétrica verificado na análise da água residuária (5,90 dSm⁻¹) e a Tabela 4, observa-se que existe um baixo potencial de sodicidade com a utilização da ARS em questão para fertirrigação.

Os resultados obtidos para as quantidades de sódio e potássio aplicadas a partir das doses calculadas tendo o nitrogênio como parâmetro encontram-se na Tabela 6.

Cultura	Argissolo			Planossolo		
	DAAR	Na	K	DAAR	Na	K
	(m ³ ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)		(m ³ ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	
Abacaxi Vitória	42,33	17,64	35,11	40,88	17,03	33,91
Abóbora Tetsukabuto	115,22	48,01	95,57	114,44	47,68	94,92
Alface Elba	33,04	13,77	27,40	32,45	13,52	26,91
Algodão	27,67	11,53	22,95	26,70	11,13	22,15
Ameixeira Europeia	21,16	8,82	17,55	19,71	8,21	16,35
Arroz	179,08	74,62	148,53	178,39	74,33	147,96
Arroz (Inundado)	292,17	121,74	242,32	291,04	121,27	241,39
Banana Cavendish	27,50	11,46	22,81	26,32	10,96	21,83
Batata cv Atlantic	188,94	78,73	156,71	188,10	78,38	156,01
Beterraba Early Wonder	269,45	112,27	223,48	268,84	112,02	222,98
Cana-de-açúcar	191,14	79,64	158,54	189,91	79,13	157,51
Capim Elefante	570,04	237,52	472,79	568,86	237,02	471,81
Capim Guiné	392,16	163,40	325,25	390,98	162,91	324,28
Capim Pangola	273,57	113,99	226,90	272,39	113,49	225,92
Capim Pará	421,80	175,75	349,84	420,62	175,26	348,87
Cebola Optima	38,85	16,19	32,22	37,85	15,77	31,39
Cebola Superex	145,44	60,60	120,63	144,38	60,16	119,75
Cenoura forto	241,98	100,83	200,70	241,10	100,46	199,97
Coco	21,57	8,99	17,89	20,39	8,49	16,91
Coentro Verdão	42,75	17,81	35,46	42,47	17,70	35,23
Feijão-vagem	64,35	26,81	53,37	63,81	26,59	52,93
Mandioca	10,08	4,20	8,36	8,63	3,60	7,16
Maracujazeiro-amarelo	13,95	5,81	11,57	12,55	5,23	10,41
Melancia Tide	195,99	81,66	162,56	195,34	81,39	162,02
Melão Pele de Sapo	10,60	4,42	8,79	10,12	4,22	8,40
Milho	136,48	56,87	113,20	135,77	56,57	112,61
Pimentão	23,13	9,64	19,18	22,29	9,29	18,48
Soja	301,55	125,65	250,10	300,84	125,35	249,51
Sorgo	267,47	111,45	221,84	266,82	111,18	221,30
Tabaco	144,51	60,21	119,85	144,07	60,03	119,49
Taro “Chinês”	48,02	20,01	39,83	46,99	19,58	38,97
Tomate Gault	223,40	93,08	185,29	222,85	92,85	184,83
Tomate Pomerano	168,22	70,09	139,52	167,66	69,86	139,06
Trigo	209,27	87,20	173,57	208,61	86,92	173,02

Tabela 6: Quantidade de sódio e potássio contida nas doses calculadas, tendo como base a demanda de nitrogênio para cada cultura.

Com base nos resultados obtidos em associação com a limitação previamente citada, tanto para o Argissolo quanto para o Planossolo, pode-se observar que, para as culturas do capim elefante, capim guiné e do capim pará, os limites para a quantidade de sódio permitidos são excedidos, o que deixa evidenciada a necessidade de recalcular a dose a partir da limitação de sódio imposta para cada uma delas. O restante da demanda de nutrientes deve ser complementada com adubação convencional. Pode ser também recomendada a consorciação dessas culturas com outra que seja eficiente na remoção de sódio.

As quantidades de potássio para todas as culturas não excederam o valor limite de 504 kg de K ha⁻¹ ano⁻¹.

A utilização de biofertilizante proveniente de ARS pode apresentar resultados satisfatórios conforme demonstrado no estudo realizado por Menezes (2018), que avaliou a extração e exportação de nitrogênio, fósforo e potássio pelo milho adubado com dejetos de suínos. Fica evidenciado que os nutrientes provenientes dos dejetos líquidos de suínos não foram suficientes para suprir as exigências nutricionais de nitrogênio e potássio da cultura, sendo então utilizados como complementação à adubação mineral. O experimento foi conduzido com tratamentos de aplicação ou não de ARS na dose de 30 m³ ha⁻¹.

Porém, mesmo sendo utilizados como substituição parcial à adubação mineral, foi observado aos 100 dias após o plantio um incremento de 30,15% na produção de matéria seca nas plantas adubadas com dejetos de suínos. A dose de 30 m³ ha⁻¹ de dejetos de suínos aplicados ao solo contribuíram para o aumento da produtividade de grãos de milho em 11% em comparação ao tratamento controle, como consequência da maior disponibilidade de nutrientes.

Obteve-se incremento de 8,45% na massa de mil grãos na área adubada com o resíduo. A quantidade total de N, P e K acumulados foram de 117, 56 kg ha⁻¹ para o controle e 257 kg ha⁻¹ para tratamento com ARS.

Em seu experimento, Qilu *et al.* (2017), observaram um aumento do pH do solo, consequente da aplicação de água residuária, creditando isso ao fato desta possuir elevada concentração de bicarbonato de sódio em sua composição, podendo ser utilizada como remediador da acidez do solo, uma vez que o bicarbonato das águas residuais neutraliza os íons H⁺ no solo, e reage com Al³⁺ através de uma reação de bi-hidrólização, depois o H⁺ e o Al³⁺ em solos ácidos são liberados por extração dos cátions da ARS (por exemplo, NH⁴⁺, Ca²⁺)

Silva (2018), em seu estudo da aplicação de água residuária por dois anos consecutivos em sistema agroflorestal, observou o aumento da CTC do solo, e mais especificamente o incremento da concentração de magnésio, potássio e sódio na camada superficial do solo. O percentual de sódio trocável chegou a ocupar 15,32% da CTC.

SANCHES *et al.* (2022), em seu estudo sobre a influência da fertirrigação com ARS sobre o crescimento de mudas arbóreas observou que a aplicação de lâminas de ARS

alteraram quantitativamente os atributos químicos do solo com o aumento do percentual de matéria orgânica, capacidade de troca catiônica, elevação da saturação por Al^{+3} , da acidez e do teor de K^+ nas camadas superficiais. Também, provocaram a diminuição dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} e da saturação por bases.

CONCLUSÕES

Foram recomendadas lâminas de adubação orgânica para diversas culturas agrícolas de interesse comercial, dentre as quais as maiores doses recomendadas foram para o capim elefante, capim pará e capim guiné para ambos os solos. Fica evidenciado, a partir das recomendações, a maior eficiência na extração de nitrogênio da solução do solo com a implementação dessas culturas, quando comparadas às demais culturas analisadas. Dentre as doses recomendadas para ambos os solos, as menores lâminas de ARS foram para a mandioca, para o melão pele de sapo e para o maracujazeiro-amarelo. Foi observado que os limites máximos permitidos de quantidade de sódio ($150 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) aplicada a partir da ARS para o Argissolo e para o Planossolo, foram excedidos para as culturas do capim elefante, capim pará e capim guiné. As quantidades de potássio para todas as culturas não excederam o valor limite de 504 kg de potássio por hectare. A partir da análise da caracterização de sodicidade utilizando-se a tabela de razão de adsorção de sódio em associação com os valores de RAS e de CEa, foi possível observar um baixo risco de sodicidade com a utilização da ARS em questão. Com base nos resultados obtidos pode-se observar que existe potencial para utilização da água residuária proveniente da suinocultura como substituição parcial ou total à adubação convencional.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F. S *et al.* **Nutrientes minerais em pimentão fertirrigado sob lâminas de irrigação e doses de potássio.** Horticultura Brasileira, Vitória da Conquista, v. 30, n. 4, p. 681-687, dez. 2012.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION – WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 22.ed. Washington: APHA/AWWA/WEF, 2012. 1.220 p.

(16) AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **Water Quality for Agriculture.** 3. ed. Rome: FAO, 1994. 174 p. (FAO. Irrigation and Drainage, Paper 29).

BRASIL. ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório anual 2021.** Disponível em: <Disponível em: <<https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2022/05/Relatorio-Anual-ABPA-2022-1.pdf> > Acesso em 4 mai. 2022.

(10) CECÍLIO FILHO, A. B.; PEIXOTO, F.C. **Acúmulo e Exportação de Nutrientes em Cenoura ‘Forto’.** Revista Caatinga, Mossoró, v. 26, n. 1, p. 67-70, mar. 2013.

CHENG, D.L. *et al.* **Problematic effects of antibiotics on anaerobic treatment processes in swine wastewater.** *Bioresource Technology*, v. 263, p. 642-653, 2018.

COMIN, J. J. *et al.* **Physical properties and organic carbon content of a Typic Hapludult soil fertilised with pig slurry and pig litter in a no-tillage system.** *Soil Research*, v.51, p.459-470, 2013.

COSTA, G. S. da; MARVULLI, M. V. N. **Soluções alternativas para o tratamento, disposição ou reutilização de dejetos animais provenientes de atividade suinícola no Brasil.** *Brazilian Journal Of Animal And Environmental Research*, Curitiba, v. 3, n. 3, p. 1471-1479, set. 2020.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo.** 3. ed. Brasília - Df: Embrapa, 2017. 577 p.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. USDA.gov - **United States Department of Agriculture.** Disponível em: < https://usdabrazil.org.br/wp-content/uploads/2022/04/Livestock-and-Products-Semi-annual_Brasilia_Brazil_BR2022-0018.pdf> Acesso em 15 mai. 2022.

GHEYI, H. R. *et al.* **Manejo da salinidade na agricultura:** Estudos básicos e aplicados. 2. ed. Fortaleza – Ce: INCTSal, 2016. 502 p.

(13) GRANGEIRO, L. C; CECILIO FILHO, A. B. **Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tide.** *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 22, n. 1, p. 93-97, mar. 2004.

(17) KURIHARA, C. H. *et al.* de. **Acúmulo de matéria seca e nutrientes em soja, como variável do potencial produtivo.** *Revista Ceres*, Viçosa, v. 60, n. 5, p. 690-698, out. 2013.

(11) MAGALHAES, I. de P. B. *et al.* **Produtividade e exportação de nutrientes em feijão-vagem adubado com esterco de galinha.** *Revista Ceres*, Viçosa, v. 64, n. 1, p. 98-10. fev. 2017.

(4) MATOS, A. T. **Tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos.** 1.ed. Viçosa: UFV, 2014. 240p.

MATOS, A.T.; MATOS, M.P. **Disposição de águas residuárias no solo e em sistemas alagados construídos.** Viçosa: Editora da UFV. 371 p. 2017.

(12) MATTAR, G. S. *et al.* **Accumulation and exportation of nutrients by yellow Passion fruit cv. IAC 275.** *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 40, n. 3, p. 1-10, 11 jun. 2018.

(9) MAY, A. *et al.* **Acúmulo de macronutrientes por duas cultivares de cebola produzidas em sistema de semeadura direta.** *Bragantia*, Campinas, v. 67, n. 2, p. 507-512, 2008.

MENDONÇA, H. V. de; SANTOS, M. S. dos. **Co-digestion of deep bedding and wastewater from pig farming: a new strategy for bioenergy increase and biofertilizer recovery.** *Journal Of Environmental Management - Elsevier*, v. 304, p.1-7, fev. 2022.

(15) MENEZES, J. F. S. *et al.* **Extração e exportação de nitrogênio, fósforo e potássio pelo milho adubado com dejetos de suínos.** *Revista de Agricultura Neotropical*, Cassilândia-MS, v. 5, n. 3, p. 55-59, jul./set. 2018.

MORINO, C. C. **A aplicação de dejetos de suínos no solo como insumo agrônômico e os seus impactos ambientais.** 154 f. TCC - Curso de Programa de Pós-Graduação em Conformidade Ambiental Com Requisitos Técnico e Legais, Cetesb, São Paulo - Sp, 2021.

(18) OLIVEIRA, F. L. de *et al.* **Crescimento e acumulação de nutrientes em plantas de taro sob níveis de sombreamento artificial.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 29, n. 3, p. 292-298, set. 2011.

(1) PEGORARO, R. F. *et al.* **Macronutrient uptake, accumulation and export by the irrigated 'vitória' pineapple plant.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 38, n. 3, p. 896-904, jun. 2014.

(3) PINHEIRO, J. I. **Acúmulo e Exportação de N P K em Plantas de Alface e Coentro Produzidas em Sistema Orgânico.** 49 f. TCC - Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

QILU, Cheng *et al.* **High-quality, ecologically sound remediation of acidic soil using bicarbonate-rich swine wastewater.** Nature - Scientific Reports, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 1-6, 19 set. 2017.

(5) ROMBOLÀ, A. D. *et al.* **Nutrição e manejo do solo em fruteiras de caroço em regiões de clima temperado. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, n. 2, p. 639-654, abr. 2012.**

SANCHES, Lucas Rafael *et al.* **Influência da fertirrigação com água residuária sobre o solo e crescimento de mudas arbóreas.** Research, Society And Development, Paraná - Pr, v. 11, n. 2, p. 1-10, fev. 2022.

(8) SEDIYAMA, M. A. N. *et al.* **Produtividade e exportação de nutrientes em beterraba cultivada com cobertura morta e adubação orgânica.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 15, n. 9, p. 883-889, set. 2011.

SILVA, M. A. A. P. A. **Aplicação de água residuária de suinocultura após dois anos sucessivos em sistema agroflorestal.** 64 f. Dissertação - Curso de Meio Ambiente e Qualidade Ambiental, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

(14) SILVA JUNIOR, M. J. da *et al.* **Acúmulo de matéria seca e absorção de nutrientes pelo meloeiro "pele-de-sapo".** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 364-368, jun. 2006.

(6) TEIXEIRA, L. A. J. *et al.* **Estimativa das necessidades nutricionais de bananeiras do subgrupo Cavendish cultivadas no Estado de São Paulo.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 540-545, jun. 2008.

(19) TRANI, P. E. *et al.* **Calagem e adubação do tomate de mesa.** 215. ed. Campinas - Sp: Boletim Técnico Iac (Série Tecnologia Apta), 35 p. 2015.

(2) VIDIGAL, S. M. *et al.* **Crescimento e acúmulo de nutrientes pela abóbora híbrida tipo Tetsukabuto.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 25, n. 3, p. 375-380, set. 2007.

(7) YORINORI, G. T. **Curva de crescimento e acúmulo de nutrientes pela cultura da batata cv. 'Atlantic'.** 200. 79 f. Dissertação - Curso de Agronomia - Solo e nutrição de plantas, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

SISTEMA AGROINDUSTRIAL RAICILLA, EN MASCOTA, JALISCO: UN ACERCAMIENTO

Data de aceite: 02/01/2023

Abraham Villegas de Gante

M.Sc. in Food Process Engeneering,
Reading University Universidad Autónoma
Chapingo
Chapingo, México

Miguel Angel Morales López

Ing. Agroindustrial. Departamento
de Ingeniería Agroindustrial (UACH).
Universidad Autónoma Chapingo
Chapingo, México

de origen, que comprende 16 municipios del estado de Jalisco y uno del estado de Nayarit. Esta bebida seguramente data de tiempos coloniales y, como el tequila y otros mezcales, se ha ido prestigiando con el tiempo. A partir del 2018, ha logrado el certificado que lo acredita como un producto con Denominación de Origen (DO). En esta investigación cualitativa se exploró, principalmente, la estructura y la dinámica del Sistema Agroindustrial agave/Raicilla en su territorio original.

RESUMEN: La Raicilla es uno de los varios mezcales propios de México. El término mezcal, en su significación original, proviene del náhuatl, lengua que hablaban los antiguos mexicanos, que significa agave (o maguey) cocido. Por extensión, mezcal es un aguardiente (con una graduación entre 38° y 60° GL) que procede del mosto fermentado extraído de las cabezas (“piñas”) de varias especies de agave. Particularmente, la Raicilla es un mezcal que se elabora en la Sierra Occidental del estado de Jalisco, México, a partir de *Agave maximiliana*. Se elabora en su región

INTRODUCCIÓN

La Raicilla es uno de los varios mezcales producidos en México, todos derivados de “piñas” de agave cocidas, a las cuales se les extrae el jugo, se fermenta éste y se destila. Así, está emparentada con el tequila, el mezcal¹, la bacanora (de Sonora) y el comiteco (de Chiapas). Para la elaboración de cada uno de estos mezcales se utilizan agaves de especies definidas, como refiere García-Mendoza (2012). La raicilla se elabora en

¹ Existe en México un mezcal llamado asimismo Mezcal, elaborado en varios estados de la República, entre ellos Oaxaca, Michoacán y Guerrero. Se obtiene de distintos agaves, como el *A. angustifolia* Haw, *A. cupreata*, *A. potatorum* y otros.

16 municipios del estado de Jalisco ubicados en la Sierra Occidental y Sierra de Amula, y también en la región Costa, aledaña a Puerto Vallarta (Franco-Gordo y Tulet, 2015).

Este destilado, en el municipio de Mascota, en la Sierra Occidental de Jalisco, se elabora con agaves silvestres de las especies *Agave maximiliana* (ver figura 1), *A. inaequidens* y *A. valenciana* (Navarro, 2015). Por su proceso de elaboración (v.g. cocimiento, fermentación y destilación, principalmente), historia, comercialización y representaciones sociales entre los consumidores, se trata de un producto tradicional, típico, como lo concibe Pérez (2007).



Figura 1. *Agave maximiliana*, la especie de agave más usada para elaborar mezcal-raicilla (la Raicilla).

La raicilla es un destilado de carácter ácido (pH cercano a 4) y cuyo contenido alcohólico varía entre unos 35 y 50 % V/V (alcohol/agua), o entre 35° y 50° GL. Su origen se remonta a principios del siglo XVII, en la costa de la Nueva Galicia, que incluía al actual estado de Jalisco, de donde pasó a la Sierra Occidental, donde se halla el actual municipio de Mascota y otros municipios jaliscienses limítrofes que producen esta bebida (Valenzuela-Zapata, 2008).

Por sus características sensoriales, genuinidad y tradición, se percibe como una bebida de gran potencialidad comercial, que podría contribuir al desarrollo socioeconómico de sus territorios de origen, como el Mezcal (oaxaqueño, michoacano y de otros estados mexicanos) y el tequila. Más que en el 2018, el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) le otorgó la Denominación de Origen (DO) a este destilado típico. Sin embargo, la información sobre este destilado es aún escasa: desde su caracterización como producto alcohólico, hasta su cadena productiva. Esto justificó realizar una investigación de campo abordando este último aspecto.

METODOLOGÍA

Esta investigación, en la parte de campo, se realizó en la última semana de enero del 2018. Se trató de una investigación observacional, no participativa, con muestreo dirigido; se efectuó en el municipio de Mascota, Jalisco (ver figuras 2 y 3). Se aplicaron, fundamentalmente, entrevistas libres con informantes clave, y registros magnetofónicos y fotográficos. Se estudiaron cuatro “tabernas” (pequeñas plantas productoras de Raicilla). En ellas se captó información detallada de los procesos de elaboración del destilado: el acopio de agave y la comercialización del producto. Asimismo, se entrevistó a tres agentes clave de soporte del sistema agroindustrial: el CBTA número 31, un miembro prominente del Consejo Mexicano Promotor de la Raicilla A.C. (CMPR) y al equipo del macroproyecto Paisaje Biocultural de la Sierra Occidental de Jalisco.



Figura 2. Localización del estado de Jalisco en el mapa de la República Mexicana

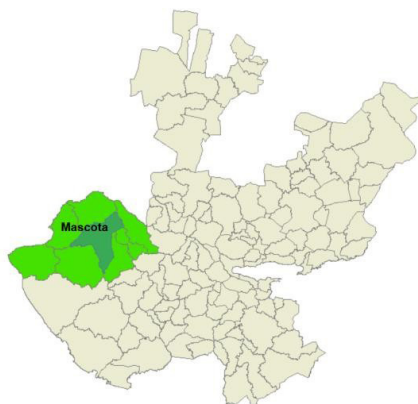


Figura 3. Localización del área de producción de Raicilla en el estado de Jalisco, México.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evidencia empírica mostró que la elaboración de raicilla se sigue haciendo de manera artesanal, en donde se destaca el cocimiento de las piñas de agave, con leña de maderas no resinosas, en hornos de ladrillo, sobre el piso (ver figura 4); la fermentación ocurre durante varios días (3-10 días) en toneles de plástico, protegidos de la intemperie. La destilación del mosto fermentado por microflora natural (levaduras y bacterias diversas) ocurre en destiladores de “tipo filipino”, modificados (figura 5).



Figura 4. Horno de ladrillo, sobre el piso, para cocer la piña partida del agave para hacer Raicilla



Figura 5. Destilador de madera “tipo filipino”, para destilar la Raicilla.

Existen productores que obtienen la materia prima (agave) de sus propios terrenos, por integración vertical; otros se abastecen por coordinación vertical, adquiriendo agave silvestre de tierras comunales o privadas. Una proporción del agave utilizado por los raicilleros todavía es de “colecta en cerro”; pero una parte cada vez más creciente proviene de predios con agave cultivado.

En la figura 6 se presenta el diagrama de bloques genérico para elaborar la Raicilla.

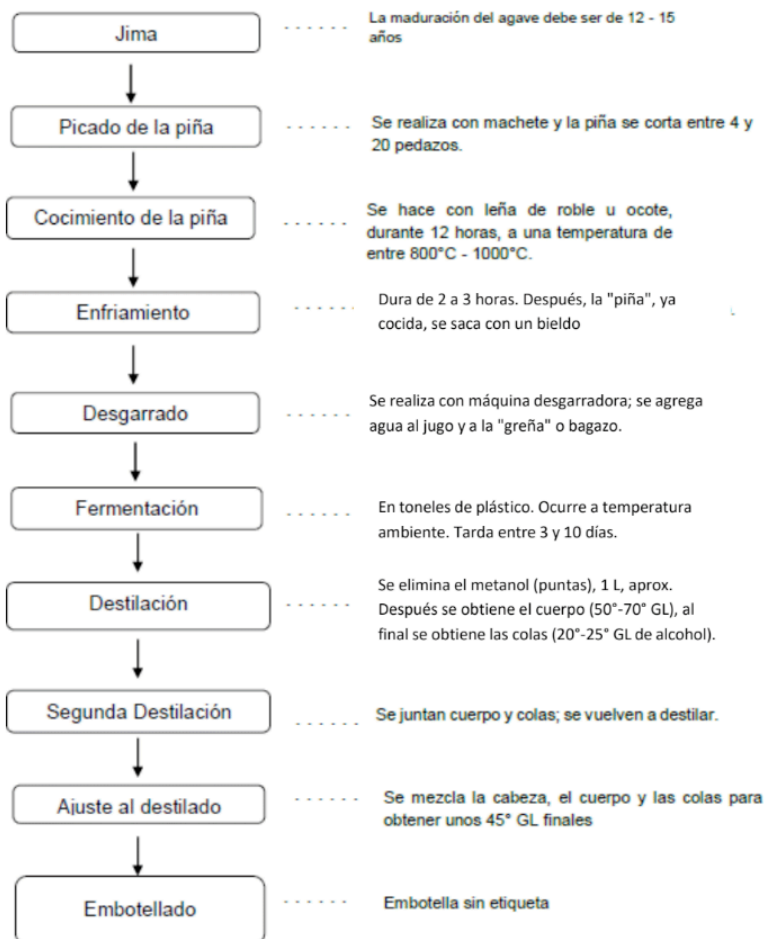


Figura 6. Diagrama de bloques genérico para elaborar la Raicilla.

Fuente: propia

Para la producción de Raicilla se cosechan las “piñas” de agave cuando se estima que están ya maduras, preparadas en campo previamente, quitándoles el *quite* (estructura que lleva a la floración de la planta) varios meses antes para que acumulen precursores de azúcares fermentables en el mosto. Para cosechar la “piña”, se realiza una jima (corte de pencas, hojas modificadas de la planta), hasta que la “piña” quede bien rasurada (ver figura 7). Posteriormente, las “piñas”, a lomo de mula, o en transporte motorizado de carga, se conducen hasta la taberna, donde se procesan.



Figura 7. Jima de la “piña” de agave, para elaborar Raicilla.

Una vez que llegan las piñas a la *taberna*, se parten en trozos, en 4 piezas y hasta en 20, según sea el tamaño de ellas; luego se hornean durante 12 horas, alimentando el horno con madera de roble u ocote, que se recolecta de árboles secos o derribados. Cada horneada requiere de aproximadamente 200 plantas; se procesan en numerosas horneadas en la temporada de la producción del destilado, que corresponde a la época de sequía en varias regiones del país (v.g. entre febrero y mayo). Al terminar de hornear las “piñas”, todavía se cortan en porciones, se desgarran con una máquina (“desgarradora”) y el jugo o mosto se coloca en toneles de plástico de unos 200 litros, se le añade un poco de agua limpia, y el jugo, ajustado en azúcares, se pone a fermentar. Pasado un lapso de entre 3 y 10 días, ya fermentado el mosto, se comienza a destilar.

Al momento de destilar, se remueven las “puntas”, primeras porciones del destilado, que contienen metanol, un alcohol peligroso, tóxico al ingerirlo. Considerando 100 L de mosto, se puede obtener como “cabeza”, aproximadamente 1 L, el cual se desecha. Después de destilar la “cabeza”, se obtiene el cuerpo, cuya graduación alcohólica va desde 50° GL hasta 70° GL. La fase final del destilado produce las llamadas “colas”, que contienen baja concentración de alcohol etílico, pero alta concentración de los llamados alcoholes superiores (de más de 5 carbonos en su esqueleto molecular), que son considerados objetables, porque se relacionan con la “cruda” o resaca al abusar de la bebida. La Raicilla obtenida como cuerpo durante la destilación se ajusta en su contenido alcohólico entre 40° y 50° GL, generalmente. Las colas pueden también ser procesadas en una segunda destilación, o refinado, de la cual se obtienen en promedio 5 L de destilado por cada 20 L de colas que se refinan.

EL SISTEMA AGROINDUSTRIAL AGAVE-RAICILLA EN LA SIERRA OCCIDENTAL DE JALISCO

Con base en la información captada durante los días de investigación, en la figura 8 se representa la estructura del Sistema Agroindustrial agave-Raicilla en la región de

estudio.

En la figura 8, se observa los tres eslabones de la producción: los productores primarios (agaveros), los transformadores y los comercializadores. Los raicilleros se aprovisionan por integración vertical o coordinación vertical, ya que todos producen agave y sólo algunos tienden a comprarlo para complementar sus requerimientos.

Dependiendo de los utensilios y equipos que usan para elaborar el destilado de agave, las tabernas se clasifican en dos tipos: artesanal y semi-industrial; algunas empresas (tabernas) venden su producto a granel a un mercado que se encarga de envasar, etiquetar y comercializar internacionalmente; sin embargo, hay empresas que se envasan la raicilla que producen y también la comercializan con mayoristas o medio mayoristas, en el mercado nacional o extranjero; existe también la venta minorista de productor a consumidor local, sin envasar ni etiquetar la Raicilla.

Los agentes de soporte que están presentes en esta cadena son: El Consejo Mexicano Promotor de la Raicilla (CMPR), un organismo que se ha esforzado en hacer de esta bebida un producto de gran prestigio y promover el consumo, y el Proyecto Paisaje Biocultural. Éste se encarga de conservar sustentablemente el entorno de la región, pero aprovechando los recursos con los que cuenta el territorio. También se encuentra una institución educativa, la CBTA 31, que cuenta con un proyecto cuyo objetivo es propagar las semillas de agave *in vitro*, para tener un control en el manejo de la producción y preservación del agave. Este proyecto se percibe como una alternativa en caso de presentarse un desabasto de la materia prima.

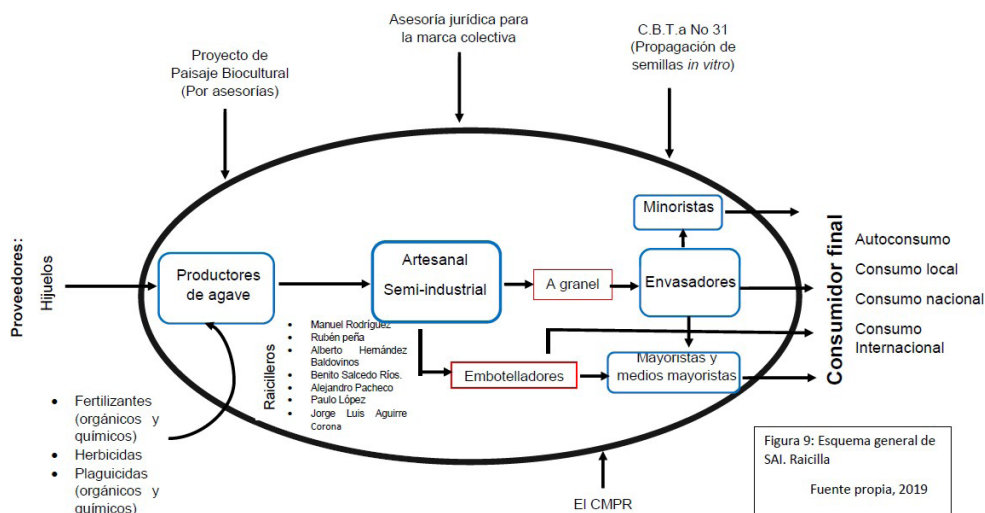


Figura 8. Representación del Sistema Agroindustrial agave-raicilla de la Sierra Occidental de Jalisco.

Fuente: propia

En el cuadro 1 se observan algunos rasgos del perfil de los raicilleros de la región de origen del destilado; en él se incluyen rasgos como la tecnificación de la “taberna” que mayoritariamente se basa tecnología artesanal y conocimiento empírico; aunque uno de los productores muestreados emplea tecnología semi-industrial. De igual forma, el origen de la taberna, en varios casos, ha sido heredada de generación en generación y construida con recursos y diseño propios.

Los raicilleros usualmente no cuentan con proveedores, ya que se autoabastecen; la compra de agave sólo forma parte de una alternativa para complementar la producción de la bebida, debido a que cuentan con muy pocas hectáreas cultivadas; sin embargo, acceder a la compra de agave implica negociar precios con los productores externos e implementar medios de transporte para poder trasladar la materia prima.

De acuerdo con lo informado por los raicilleros, el mercado está en función del valor agregado que se le añade a la bebida; en este caso con el envasado y el etiquetado, para la venta local e internacional, por lo cual, el precio tiende a aumentar, beneficiando, en principio, a los distintos agentes de la cadena agroindustrial.

Un reto importante por enfrentar será el conocimiento de los raicilleros sobre la norma PROY-NOM-257-SE-2021, referente a la Denominación de Origen de este destilado regional, la cual consigna, entre otros aspectos, las especificaciones que se deben de cumplir en la producción en campo, el proceso de producción y comercialización de la raicilla.

	Taberna “El Tizate” (Mascota)	Taberna “El Ciervo” (Talpa, Mascota)	Taberna “El Viejón” (Mascota)	Taberna “Las Palmas” (Mascota)
Nombre del dueño	Sr. Rubén Peña	Ing. Benito Salcedo	Sr. Alejandro Pacheco	Sr. Jorge Luis Aguirre
Escolaridad	Primaria	Superior	Superior	-----
Existencia de sucesor	Si	Si	Si	Si
Origen de la Taberna	Propia	Heredada	Propia	Heredada
Origen del conocimiento	Empírico	Técnico- formal	Empírico, técnico	Empírico
¿Es su principal fuente de ingresos?	Si	No	No	Si
Hectáreas cultivadas	15	20	25	3
Variedad de agave	<i>maximiliana</i>	<i>maximiliana y angustifolia</i>	<i>maximiliana</i>	<i>maximiliana</i>
Presentación y precios de la bebida en febrero de 2019	\$ 200 el litro	\$ 200 el litro	\$200 el litro	\$170 el litro
Tecnificación de la taberna	Artesanal	Artesanal	Semi-industrial	Artesanal
Proveedores	No	No	No	Si
Mercado	Local	Local e internacional	Local	Local
Conocimiento de la norma	Si	Si	Si	Si
Forma parte del Paisaje Biocultural	Si	No	Si	Solo asiste a las reuniones

Cuadro 1. Algunos rasgos del perfil de una muestra de raicilleros de la Sierra Occidental de Jalisco.

Fuente: propia

En la comercialización, se identifica un mercado minorista, que incluye a tiendas, vinaterías, restaurantes y la venta directa en las propias tabernas. En el entorno del sistema, como se observa en la figura 8, se halló que son escasos los agentes de soporte que inciden en la cadena productiva; entre ellos, como se indicó, destacan el Consejo Mexicano Promotor de la Raicilla (CMPR) y el macro-proyecto Paisaje Biocultural, cuyos efectos positivos, ya se evidencian.

El Consejo Mexicano Promotor de la Raicilla (CMPR) es una asociación civil, encargada de promover y regular la producción de raicillas de diferentes marcas que se elaboran en los 16 municipios del estado de Jalisco y el único municipio de Nayarit, que integran la cadena productiva de este destilado.

El CMPR, durante varios años, estuvo vinculado al desarrollo de la Marca Colectiva Raicilla que incluía a los raicilleros de la región de origen. Desde 2018, el CMPR se ha constituido en una especie de consejo regulador del destilado ante el reconocimiento del IMPI, que le ha otorgado a la Raicilla el estatus de Denominación de Origen (DO). En ese sentido, los objetivos del CMPR son los siguientes:

- Cumplir con los requerimientos y estándares de calidad sugeridos por el CMPR.
- Control interno de las botellas adquiridas.
- Registro de marca ante el IMPI.
- Proyectos y servicios que ofrece el CMPR.
- Gestión de la cadena productiva de acuerdo con el estatus adquirido de Denominación de Origen .
- Administración del distintivo de uso de marca.
- Proyecto de paquete tecnológico para innovación en las unidades productivas.
- Seguimiento de la Norma Oficial Mexicana de la Raicilla.
- Vigilancia de las Reglas de Uso de operación.

No obstante que en el 2021 se publicó el PROY-NOM-257-SE-2021, que regula la producción de este destilado con DO, no todos los raicilleros de las regiones Sierra Occidental y costa sur de Jalisco, y del único municipio de Nayarit (Bahía de Banderas), son miembros integrados en la Denominación de Origen (DO); por eso, sólo una parte de los productores van a poder ostentar el sello de calidad de DO para este destilado distinguido.

El área de influencia del Proyecto Paisaje Biocultural de la Sierra Occidental de Jalisco es un territorio de 245,000 has. que integra a los municipios de Mascota, Talpa de Allende, San Sebastián del Oeste y Atenguillo, un territorio excepcional que expresa una relación de equilibrio entre las localidades rurales y su entorno; cualidad que se revela en la mezcla de mesetas, llanuras y montañas boscosas con la agricultura, ganadería y silvicultura. Además, el Proyecto mantiene tradiciones y costumbres que han sido

heredadas, y que dan cuenta de la historia ocurrida en los parajes de esta Sierra.

El Paisaje Biocultural (PBC), como apoyo al desarrollo local, estimula la valorización de determinados productos y servicios de su territorio de influencia, cuando cumplen de manera ejemplar, los objetivos del Acuerdo de Gestión Territorial del PBC. Los productos y servicios que hacen uso del sello o distintivo del Proyecto deben cumplir con criterios precisos de sustentabilidad, definidos en un reglamento supervisado por el Consejo de Gestión Territorial (Paisaje Biocultural, 2016).

Una de las características del PBC con respecto a la raicilla es el interés que muestra por la conservación del área en la que se encuentran los agaves silvestres, pues hay una tendencia a que éstos puedan desaparecer, debido a una sobreexplotación, más ahora con la popularización creciente del producto.

ELEMENTOS PARA UN ANÁLISIS FODA DEL SISTEMA AGROINDUSTRIAL AGAVE/RAICILLA

En la muestra de tabernas estudiada, se observó que todas emplean conocimiento empírico en la producción; son de tipo familiar y cuentan con sucesores interesados en seguir produciendo el destilado y conservando la tradición. Como **fortalezas** del sistema agroindustrial (SAI), se identificó: la calidad genuina del producto, su elaboración artesanal y sus antecedentes históricos; un fuerte vínculo del producto con la cultura de la región, una incipiente organización de los raicilleros, apoyados por el CMPR y una actitud emprendedora de los productores. Entre las **debilidades**, destacan la falta de interés de algunos raicilleros en la valorización del producto y la insuficiente capacitación técnica. Como **oportunidades**, se percibe la necesidad de la creación de un mercado que valore este destilado tradicional de alta calidad simbólica y los logros del Proyecto Paisaje Biocultural, que integra a la raicilla en el desarrollo territorial, muy ligada al turismo; como **amenazas**, se prevé el eventual desabasto de agave y la competencia creciente con el tequila.

CONCLUSIONES

- De acuerdo con la investigación realizada, se percibió que los productores de materia prima, en este caso el agave, han optado por tener su propia plantación, principalmente de *Agave maximiliana*, para abastecerse por integración vertical. Pero existen otros enfoques, debido a la escasez creciente de agave silvestre en la zona, como sigue sucediendo en algunos estados productores de mezcal, como Oaxaca y Guerrero.
- No obstante que el sistema agroindustrial agave/Raicilla es muy pequeño, aproximadamente de 30 productores censados, reporta cierta ventaja en el proceso de organización, pues al paso del tiempo lograron crear el Consejo Mexicano Promotor de la Raicilla (CMPR) y una Marca Colectiva, y en el 2019 obtuvieron ya la Denominación de Origen de la Raicilla, y aunque falta elaborar la NOM

especial definitiva, ya se cuenta con el PROY-NOM-257-SE-2021, que, de hecho, opera.

- Por otra parte, con relación a la Denominación de Origen (DO), algunos productores creen que esta certificación les traerá beneficios, por ejemplo: la ampliación del mercado, el aumento del precio para su producto, la garantía de que éste sea genuino y de que tenga mayor valor simbólico, etcétera.
- No obstante, una ventaja de la aplicación de la Norma ligada a la Denominación de Origen es la proscripción de la venta de Raicilla a granel y la obligatoriedad de embotellarla en la misma empresa productora, lo que es coherente con el concepto de embotellado de origen. Esto permite aumentar el valor simbólico del producto y evitar posibles adulteraciones, como la reducción del grado alcohólico de la bebida.
- En el PROY-NOM-257-SE-2021 parece un acierto el haber definido a la Raicilla inspirándose en la Norma Oficial del Mezcal, es decir, considerarlo un destilado que procede de un mosto obtenido 100 % de agave, aunque no lo explicita y se sobreentiende, lo que le otorga **autenticidad al producto**, a diferencia de lo que ya sucede con el tequila, en el cual a la base del destilado puede agregarse azúcares distintos a los del agave, en cierta proporción.
- Aparte, la creación de la NOM y la DO será un elemento clave en la reestructuración del Sistema Producto Raicilla en su región de origen, de lo cual algunos productores serán beneficiados y otros enfrentarán limitaciones para colocar en el mercado su producto.
- El Sistema Agroindustrial agave/Raicilla, en los distintos municipios, comprende cadenas cortas (sin muchos intermediarios), desde el eslabón primario y secundario hasta el terciario, beneficiando al primero, ya que es el que participa en los tres eslabones, siendo esto reflejado en el precio de su producto, lo cual no ocurriría si intervinieran otros agentes (v.g. embotelladores y comerciantes externos), provocando un aumento en el precio.
- El CBTA 31, como agente de soporte del sistema, juega un papel importante en el eslabón primario, ya que esta institución educativa tiene un proyecto operante de propagación *in vitro* de los agaves que se utilizan para elaborar raicilla, lo que ayuda a la preservación de agaves silvestres, además de que acorta el ciclo de desarrollo de la planta y la torna más disponible para los productores.
- El Proyecto Paisaje Biocultural, sin lugar a dudas, empieza a ejercer una influencia positiva en la preservación de los recursos territoriales, entre ellos, diversos agaves, en la valorización de productos derivados (v.g. Raicilla, lácteos fermentados, dulces tradicionales, entre otros) y en el comportamiento de las comunidades que pueblan el área del influencia del proyecto, con una visión de sustentabilidad.

REFERENCIAS

Franco-Gordo, M. y Tulet, J. C. 2015. El dinamismo de la raicilla, mezcal de Jalisco. En: La Raicilla Herencia y Patrimonio Cultural de Jalisco. Franco G. M. Editorial Universitaria. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México.

García-Mendoza, A. J. 2012. México, País de Magueyes. La Jornada del Campo (Suplemento): "Licor de las Verdes Matas", No. 53. La Jornada. 18 de febrero de 2012.

Navarro, O. A. 2015. Representaciones sociales de un oficio. Raicilleros de la región Sierra Occidental en Jalisco. En: La Raicilla Herencia y Patrimonio Cultural de Jalisco. Franco G. M. et al. . Editorial Universitaria. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México.

Paisaje Biocultural. (2016). *Paisaje Biocultural*. En línea: <http://www.paisajebiocultural.org.mx>. (consulta: 2 de noviembre de 2022).

Pérez, C. 2007. Mezcales tradicionales de los pueblos de México, herencia cultural y biodiversidad. En: Ciencias, No. 87. (Septiembre 2007). México.

Secretaría de Economía (SE). (2021). PROY-NOM-257-SE-2021. Bebidas alcohólicas- Raicilla- Denominación, especificaciones, información comercial y métodos de prueba. México.

Valenzuela-Zapata, A.G.; Regalado, P. A. y Mizoguchi, M. 2008. Influencia asiática en la producción de mezcal en la Costa de Jalisco. El caso de la raicilla. En: Análisis; México y la Cuenca del Pacífico. Vol. 11, No. 33. (Septiembre-diciembre, 2008). México.

TEMPORAL VARIABILITY OF SOIL MECHANICAL RESISTANCE TO THE PENETRATION OF ROOTS OF AN ULTISOL

Data de aceite: 02/01/2023

Sidileide Santana Menezes

Agroecologist, Federal University of Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, Bahia, Brazil
<http://lattes.cnpq.br/9100100079168181>

Fabiane Pereira Machado Dias

PhD of the Graduate Program in Agronomy, Federal University of Goiás (UFG), Goiânia, Goiás, Brazil
<https://orcid.org/0000-0002-1153-9613>

Ésio de Castro Paes

PhD student of the Graduate Program in Soil Science, Federal University of Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais, Brazil
<https://orcid.org/0000-0001-8384-9613>

Fagner Taiano dos Santos Silva

PhD of the Graduate Program in Soil Science, Santa Catarina State University (UDESC), Santa Catarina, Brazil
<http://lattes.cnpq.br/1007212466435078>

João Rodrigo de Castro

PhD of the Graduate Program in Agronomy, Federal University of Goiás (UFG), Goiânia, Goiás, Brazil

Rafaela Simão Abrahão Nóbrega

Associate Professor III at the Federal University of Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, Bahia, Brazil

Júlio César Azevedo Nóbrega

Associate Professor III at the Federal University of Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, Bahia, Brazil
<https://orcid.org/0000-0002-2726-8205>

ABSTRACT: The acceleration of the soil degradation process is due to several factors, mainly, to the inadequate agricultural management practices. The objective was to evaluate the soil mechanical resistance to root penetration over three years of cultivation in different organic production management system in an Ultisol in Northeastern Brazil. The studied areas were: (AFS) agroforestry system, (PAS) passion fruit (*Passiflora edulis*) cultivation in monoculture, (PIN) pineapple (*Ananas comosus*) cultivation in monoculture and (BAN) banana (*Musa spp.*) cultivation in rotation with others crops. For comparison purposes, an area under native forest system (NF) was selected. A completely randomized design was used, and in each area the soil mechanical resistance to the penetration of roots up to 70 cm deep was evaluated, in eight repetitions. It was verified that until 0-40cm depth, the BAN system

along with NF system presented the lower resistance to penetration, which means, between 1.1 and 2.5 MPa, presenting small or no change at all when compared over time. Organic production systems that prioritize the contribution of organic matter to the surface and adopt intercropping management have lower mechanical resistance of the soil to root penetration than monocultures.

KEYWORDS: Physical attributes, coastal tablelands, organic systems, agroforestry system.

VARIABILIDADE TEMPORAL DA RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO À PENETRAÇÃO DE RAÍZES DE UM ARGISSOLO

RESUMO: A aceleração do processo de degradação do solo deve-se a diversos fatores, principalmente, às práticas inadequadas de manejo agrícola. O objetivo foi avaliar a resistência mecânica do solo à penetração de raízes ao longo de três anos de cultivo em diferentes sistemas de manejo de produção orgânica em um Argissolo do Nordeste do Brasil. As áreas estudadas foram: (AFS) sistema agroflorestal, (PAS) cultivo de maracujá (*Passiflora edulis*) em monocultura, (PIN) cultivo de abacaxi (*Ananas comosus*) em monocultura e (BAN) cultivo de banana (*Musa spp.*) em rotação com outras plantações. Para fins de comparação, foi selecionada uma área sob sistema de mata nativa (NF). O delineamento foi inteiramente casualizado e em cada área foi avaliada a resistência mecânica do solo à penetração de raízes até 70 cm de profundidade, em oito repetições. Verificou-se que até 0-40cm de profundidade, o sistema BAN juntamente com o sistema NF apresentou a menor resistência à penetração, ou seja, entre 1,1 e 2,5 MPa, apresentando pequena ou nenhuma alteração quando comparado ao longo do tempo. Os sistemas de produção orgânica que priorizam o aporte de matéria orgânica à superfície e adotam o manejo consorciado apresentam menor resistência mecânica do solo à penetração das raízes do que os monocultivos.

PALAVRAS-CHAVE: Atributos físicos, tabuleiros costeiros, sistemas orgânicos, sistema agroflorestal.

INTRODUCTION

The soil in its natural state presents physical properties that favor the good development of the plant (Martins et al., 2017), as well as the soil biota, promoting favorable conditions for the maintenance of its quality. However, concern with soil quality has increased as its use and intensive mobilization can result in productive incapacity and considerable changes in its physical attributes (Guaman et al., 2016; Paradelo et al., 2019).

The lots of soil that have become unproductive generate concern due to their poor utilization because the recovery process of the degraded parts of soil takes a long time (Nunes et al., 2017). Poor soil use is due to agriculture modernization which intensified land use with heavy equipment and inadequate management, causing the appearance of significant changes in soil quality and, consequently, the reduction of crop productivity (Streck et al., 2004; Roque et al., 2011). A higher soil degradation process will increase erosion, nutrient leaching and compaction, which contributes to the decline of soil fertility

(Nunes et al., 2009; Sousa et al., 2018; Bertollo & Levien, 2019). According to Niero et al. (2010) the land use and soil management practices can affect the physical properties of the soil and, consequently, interfere in its quality and crop productivity. Nunes et al. (2017) corroborate that soil management has a direct impact on its behavior and, therefore, soil physical attributes such as aggregate stability, soil mechanical resistance to penetration, soil density, macro and micro porosity have an important role in the development of sustainable agricultural systems.

Studies developed by Pedrotti et al. (2019) and Bartzén et al. (2019), emphasize the importance of the physical attributes of soil with respect to its use for the verification of the changes resulting from the use and management in agricultural production systems. This demonstrates how important it is to appropriate this tool within the organic systems to evaluate if the management adopted is actually contributing to the sustainability of the agroecosystem and to serve as a basis for decision making, as these have a direct influence on the development of the system of the crop and, consequently, its productivity (Silva et al., 2015; Queiroz et al., 2019).

Management systems with less soil movement and proposed addition of vegetation cover in degraded areas enable the recovery of soil physical characteristics (Bertollo & Levien, 2019). In this sense, as long as the soil is being worked with the minimum of disturbance, surface protection, supply of organic material and availability of the necessary nutrients, this recovery of its physical, chemical and biological attributes is possible. Argenton et al. (2005) emphasize that conservation practices have received great emphasis on the maintenance and improvement of soil physical attributes, since, among many targets, they aim to interfere as least as possible in the soil, providing a favorable environment for greater exploitation of the soil root system and promote the efficiency of organic matter.

The aim of this study was to evaluate the mechanical resistance to penetration of roots in organic production systems under different arrangements, over three years in a Ultisol the tableland Transition Zone in northeastern Brazil. Based on the hypothesis that even though management is organic, different agricultural arrangements can have impacts on soil physical quality over the years if mismanaged.

MATERIAL AND METHODS

The study was carried out in the Chácara Bocaiúva Orgânicos located in the district of Humildes, Feira de Santana - BA, in February 2018. The farm is certified by the Instituto Biodinâmico (IBD) as an organic production area, located at 12° 20' S and 38° 51' W, at an average altitude of 234 masl. The climate of the region is classified as hot semi-arid with average annual rainfall of 848 mm, in addition there are long periods of drought and the soil is classified as Ultisol of sandy loam texture (Table 1).

Ds ¹	Granulometry			Class
	Sand	Silt	Clay	
kg dm ⁻³	----- g kg ⁻¹ -----			
1.44	770	100	130	Free Sand

¹ Soil density

Table 1. Physical characterization of the Yellow Argisol under organic cultivation in Feira de Santana – BA.

Five areas were submitted to different uses: pineapple system (PIN) with grass and spontaneous cover between the lines, passion fruit system (PAS) under single crop in open soil, banana system (BAN) in association with cocoa and maintenance of organic residue on the soil, agroforestry system (AFS) with about thirteen years of implantation and native forest system (NF) for comparison purposes.

The analyzes were carried out in March 2015 and 2018, at the same time deformed soil samples were collected for humidity determination in eight replications. In order to determine soil mechanical resistance to the penetration up to 70 cm depth, in all the studied systems, a penetrometer of impact was used, IAA/Planalsucar model. The methodology for data collection and conversion of the values obtained by penetration of the soil rod (cm/impact) in penetration resistance (MPa) were calculated by the equation proposed by Stolf (1991).

$$R(\text{kgf cm}^2) = \frac{(Mg + mg) + \frac{M}{M+m} * Mg * h/x}{A}$$

Where R is the penetration resistance (kgf cm²), M is the mass of the piston (4.0 kg), Mg is 4.0 kgf, m is the mass of the apparatus without a plunger (3.2 kg), mg corresponds to 3.2 kgf, h is the plunger falling height (0.4 m), x is the rod penetration (cm/impact), A is the area of the cone (1.29 cm²) and g gravity acceleration. However, according to Stolf (1991) the final equation is:

$$R (\text{kgf cm}^2) = 5.6 + 6.89 (N)$$

Where N corresponds to the impact number, the result obtained in (kgf cm²) multiplied by the constant 0.0981 for conversion of the value in MPa.

To support the data analysis obtained in the soil mechanical resistance to the penetration evaluation, classification of critical limits for soil (Table 2) was used as a base according to Camargo & Alleoni (2006).

Classes	Limits	Limitation to root growth
	MPa	
Very low	< 1.1	Without limitation
Low	1.1 a 2.5	Little limitation
Average	2.6 a 5.0	Some limitations
High	5.1 a 10.0	Serious limitations
Very high	10.1 a 15.0	Roots practically do not grow
Extremely high	> 15.0	Roots do not grow

Table 2. Limits classes of resistance of soils to penetration and degrees of limitation to root growth.

Source: Camargo & Alleoni, (2006), adapted Canarache (1990).

RESULTS AND DISCUSSION

The vertical distribution of soil mechanical resistance to root penetration in the soil profile (Figure 1) shows that up to the depth of 0-40 cm the BAN and NF systems presented lower soil mechanical resistance to the penetration, between 1.1 and 2.5 MPa with little or no change when compared over time. Below the 40 cm, in the NF system an increase of the values in the year of 2018 was observed, which can be attributed to the great density of thick roots in the profile of soils under native forest.

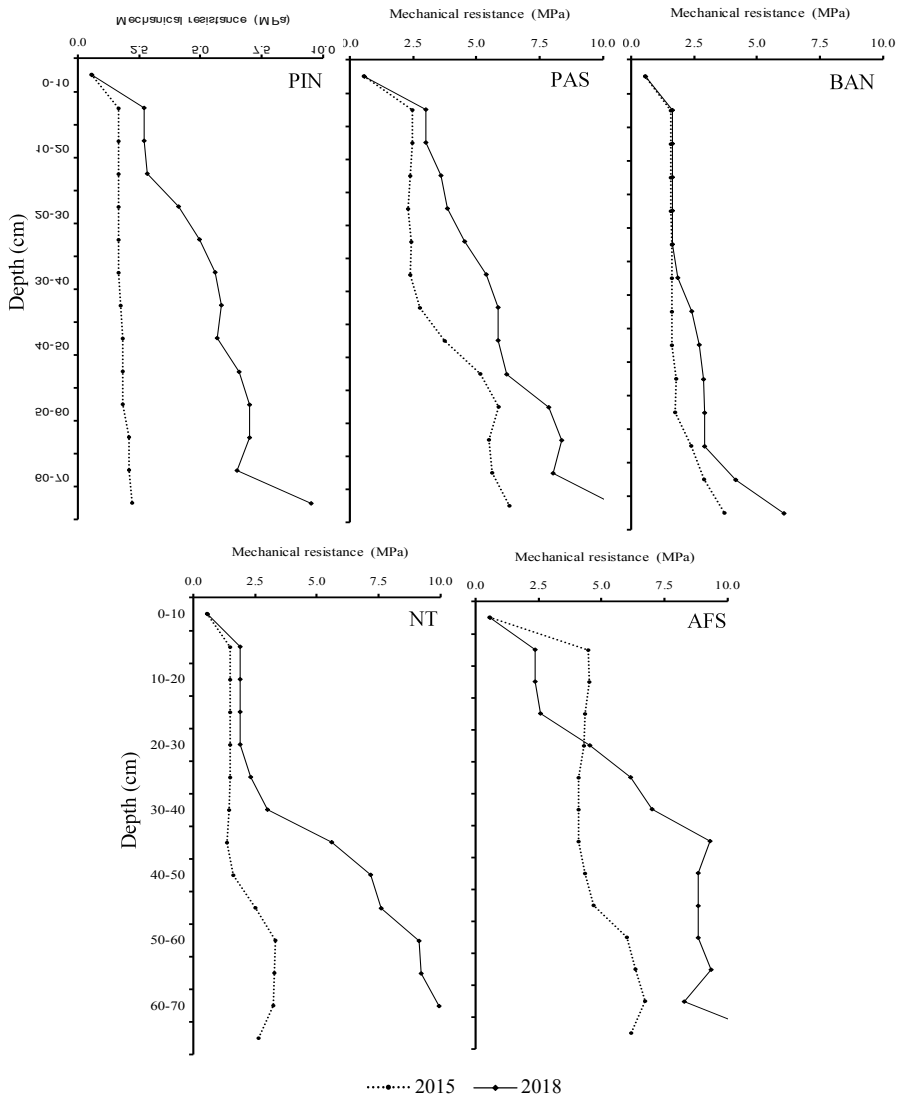


Figure 1. Mechanical resistance of soil to penetration for the systems with pineapple (PIN), passion fruit (PAS), banana (BAN), native forest (NF) and agroforestry system (AFS) in 2015 and 2018 in a Ultisol in the region of Feira de Santana - BA, at depth of 0-70 cm.

The PIN and PAS systems showed a very similar behavior, since in 2015 both presented average values of 2.5 MPa in almost all the profile, representing little limitation to the cultures. Over the years there has been a significant increase in the soil mechanical resistance to the penetration values in these systems, ratified by the values obtained in 2018, demonstrating that systems with little or no surface cover even when managed under organic systems of production tend to suffer physical degradation over of the years, since in 2018 both systems presented values higher than 2.5 MPa resulting in some limitations to

the root development of the cultures.

In addition, the moisture content is lower in comparison to the others (Figure 2). This fact is due to the greater exposure of the soil in this system causing rapid evaporation of the water, the preparation and management of the soil without organic matter supply may have caused the destruction of the aggregates and, consequently, developed a more compacted surface in the arable layer. Martins et al. (2017) point out that soil use and management systems with high soil mechanical resistance to the penetration present greater compaction problems, restricting root growth and reducing water infiltration in the soil, which causes serious erosion problems (Vogel & Fey, 2016).

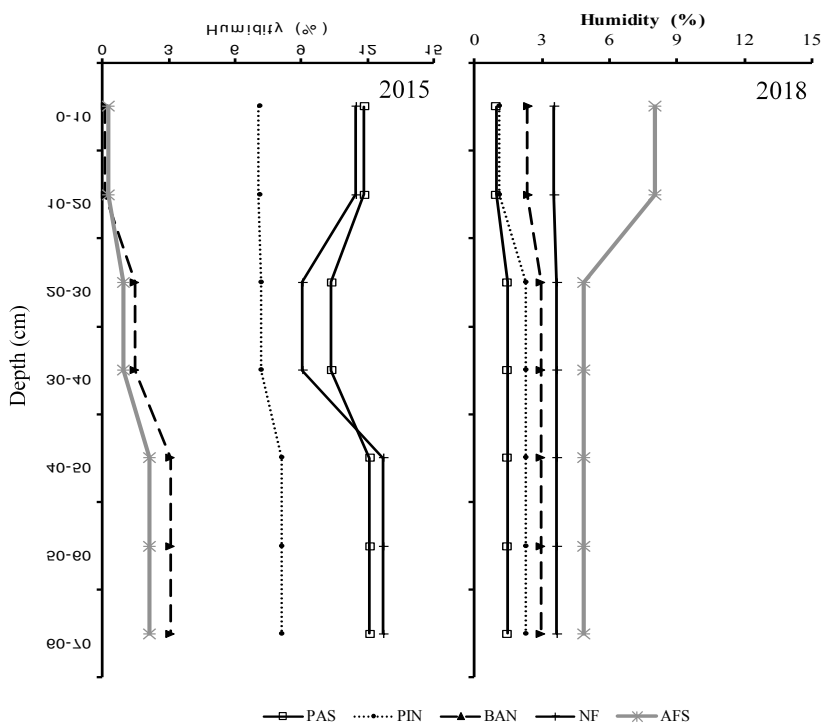


Figure 2. Field humidity for the years 2015 and 2018. (PIN) system with pineapple (PAS) passion fruit monoculture, (BAN) banana intercropping, (NF) and native forest (AFS) agroforestry system.

It is worth mentioning that soil mechanical resistance to the penetration is more affected by soil moisture conditions than by density (Bartzen et al., 2019; Esteban et al., 2020), once it is inversely proportional, in other words, the higher the soil moisture the lower it tends to be in the soil mechanical resistance to the penetration. However, although soil moisture at the harvesting time in 2015 and 2018 were not identical (Figure 2), the increase in soil mechanical resistance to the penetration in 2018 cannot be attributed to soil moisture

only, since the variation was very small (1 to 11%), that is, the significant increase in some systems may be more in function of the management than the soil moisture.

It can be observed that the soil mechanical resistance to the penetration in the BAN system was lower, both when compared to the other systems (Figure 3) and between the evaluated years, a behavior also verified by Alencar et al. (2011). Factors such as texture, moisture and the continuous decomposition of organic material on the surface resulting from the intercropping management may have contributed to the low values of soil mechanical resistance to the penetration in this system.

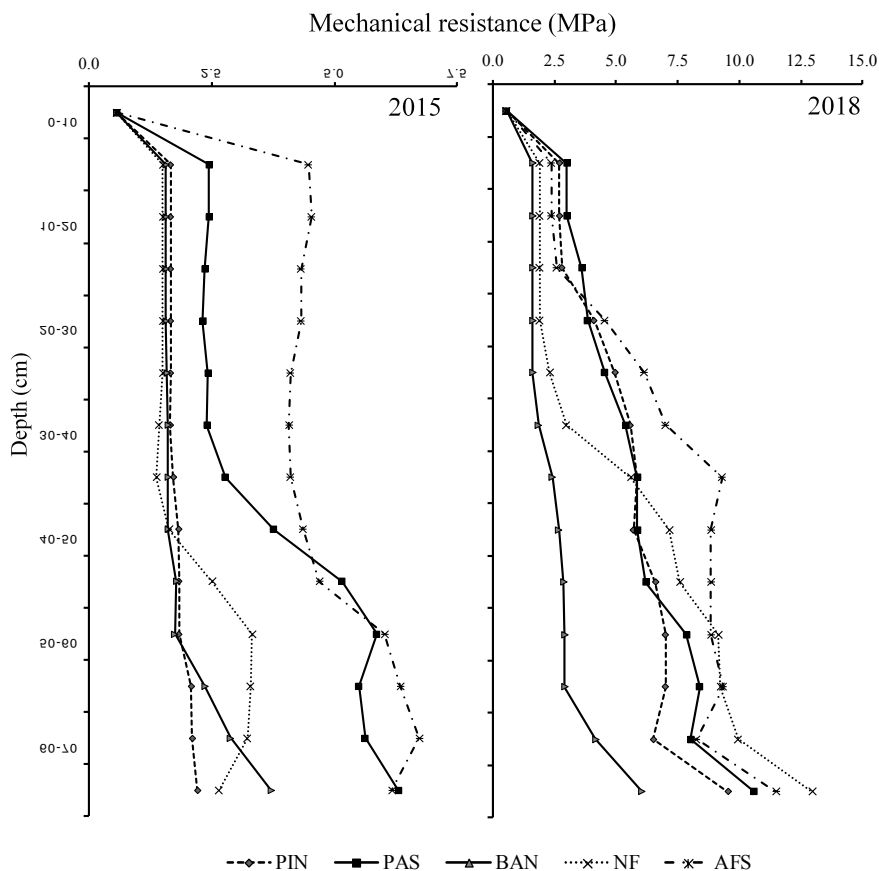


Figure 3. Mechanical resistance of soil to penetration for pineapple (PIN), passion fruit (PAS), banana (BAN), native forest (NF) and agroforestry system (AFS) in the years 2015 and 2018 in a Ultisol in the region of Feira de Santana - BA, at depth of 0-70 cm.

In the NF and AFS systems the process of organic matter decomposition and mineralization are slower, since there is a constant supply of this material due to the diversity of species and protection of the organic matter by the crown of the tree species, consequently, it favors the maintenance of the soil, which in turn should contribute to low soil

mechanical resistance to the penetration values, however, the high values observed and the upward tendency over the years are due to very large numbers of trees in these systems, which interferes with the in-depth evaluation.

This same behavior was observed by Portugal et al. (2008), that in native forest systems higher values in depth were found. On the other hand, Carvalho et al. (2004) observed lower resistance to penetration in all studied depths, which differs from the ones found in this study.

CONCLUSIONS

Production systems even under organic management are susceptible to the process of physical degradation of the soil. The study carried out in the present work indicates that, although the management is organic, soil compaction occurs. However, organic production systems that prioritize the contribution of organic matter to the surface and adopt intercropping management have lower soil mechanical resistance to root penetration than monocultures. Conclusively, agricultural systems even under organic production system, but without soil cover favor the evaporation of water and contribute to the increase of the values of resistance to penetration over the years.

ACKNOWLEDGMENT

To the Organic Farm Bocaiúva for the concession of the study area and the technical-logistical support during the conduction of the activities in the field. The Postgraduate Program in Soils and Ecosystem Quality of the Federal University of Bahia Recôncavo for the infrastructure of laboratories available. The authors also thank the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) and the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) for the granting of postgraduate scholarships.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors like to declare that all authors do not have any competing interests.

REFERENCES

- Alencar, T.L., Rolim, J.I.M., Sousa, S.C. 2011. Resistência à penetração do solo sob diferentes sistemas de manejo em região semiárida do Ceará. *Cadernos de Agroecologia* 6:2.
- Argenton, J., Albuquerque, J.A., Bayer, C., Wildner, L.P. 2005. Comportamento de atributos relacionados com a forma da estrutura de Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo e plantas de cobertura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 29:425-435.

Bartzen, B.T., Hoelscher, G.L., Ribeiro, L.L.O., Seidel, E.P. 2019. How the Soil Resistance to Penetration Affects the Development of Agricultural Crops?. *Journal of Experimental Agriculture International* 1-17.

Bertollo, A.M., Levien, R. 2019. Compactação do solo em Sistema de Plantio Direto na palha. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha* 25:208-218.

Camargo, A.O., Alleoni, L.R.F. 2006. Reconhecimento e medida da compactação do solo. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/C6/Index.htm>. Acesso em: 12 de março de 2018.

Carvalho, R., Goedert, W.J., Armando, M.S. 2004. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39:1153-1155.

Drescher, M.S., Eitz, F.L.F., Denardin, J.E., Faganello, A. 2011. Persistência do efeito de intervenções mecânicas para a descompactação de solos sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 35:1713-1722.

Esteban, D.A.A., Souza, Z.M., Silva, R.B., Lima, E.S., Lovera, L.H., Oliveira, I.N. 2020. Impact of permanent traffic lanes on the soil physical and mechanical properties in mechanized sugarcane fields with the use of automatic steering. *Geoderma* 362:114097.

Guaman, V., Båth, B., Hagman, J., Gunnarsson, A., Persson, P. 2016. Short time effects of biological and inter-row subsoiling on yield of potatoes grown on a loamy sand, and on soil penetration resistance, root growth and nitrogen uptake. *European Journal of Agronomy* 80:55-65.

Martins, F.P., Santos, E.L. 2017. Taxa de infiltração da água e a resistência do solo a penetração sob sistemas de uso e manejo. *Acta Iguazu* 6:28-40.

Niero, L.A.C., Dechen, S.C.F., Coelho, R.M., Maria, I.C. 2010. Avaliações visuais como índice de qualidade do solo e sua validação por análises físicas e químicas em um Latossolo vermelho distroférrico com usos e manejos distintos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 34:1271-1282.

Nunes, L.A.P.L., Araújo Filho, J.A., Menezes, R.Í.Q. 2009. Diversidade da fauna edáfica em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo no semi-árido nordestino. *Scientia Agraria* 10:43-49.

Nunes, V.J., Santos, D.N., Guimarães, L.P., Conceição, N.N.G.M., Nóbrega, J.C.A. 2017. Estabilidade de agregados em diferentes sistemas de produção de espécies frutíferas cultivadas em um Latossolo Amarelo coeso do Recôncavo da Bahia. In: Anais da III reunião nordestina de Ciência do Solo, Integração e uso do conhecimento para uma agricultura sustentável no Nordeste, Aracaju SE. Unit e Embrapa Tabuleiros Costeiros.

Paradelo, R., Eden, M., Martínez, I., Keller, T., Houot, S. 2019. Soil physical properties of a Luvisol developed on loess after 15 years of amendment with compost. *Soil and Tillage Research* 191:207-215.

Pedrotti, A., Araújo Filho, R.N., Assunção, S.J.R., Gomes Filho, R.R., Oliveira, F.C.C., Holanda, F.S.R., Cunha Filho, M. 2019. Soil Mechanical Resistance Penetration after Fifteen Years with Previous Crops and Tillage Systems and Productivity of Green Corn Cob in Northeast Brazil. *Journal of Experimental Agriculture International* 1-9.

Portugal, A.F., Costa, O.D.V., Costa, L.M., Santos, B.C.M. 2008. Atributos químicos e físicos de um Cambissolo háplico Tb distrófico sob diferentes usos na zona da mata mineira. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 32:249-258.

Queiroz, G.C.M., Silva, F.W.A., Portela, J.C., Oliveira, V.N.S., Santos, M.V. 2019. Densidade e resistência do solo à penetração de raízes em agroecossistemas no semiárido brasileiro. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 14:497-505.

Roque, A.A.O., Souza, Z.M., Araújo, F.S., Silva, G.R.V. 2011. Atributos físicos do solo e intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Vermelho distrófico sob controle de tráfego agrícola. *Ciência Rural* 41:1536-1542.

Silva, G.F., Santos, D., Silva, A.P., Souza, J.M. 2015. Indicadores de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso na mesorregião do agreste paraibano. *Revista Caatinga* 28:25-35.

Sousa, R.M., Furtado, M.B., Araújo, D.R., Oliveira, C.D.M.B., Castro, R.S. 2018. Eficiência no uso dos nutrientes em solos tropicais propensos à coesão: alternativas de manejo. *Acta Tecnológica* 12:61-72.

Streck, C.A., Reinert, D.J., Reichert, J.M., Kaiser, D.R. 2004. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. *Ciência Rural* 34:755-760.

Stolf, R. 1991. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. *Revista brasileira de ciência do solo* 15: 229-235.

Vogel, G.F., Fey, R. 2016. Resistência mecânica à penetração em diferentes sistemas de uso do solo. *Journal of Neotropical Agriculture* 3:21-26.

USO DE BLENDS DE PLANTAS MEDICINAIS NO TRATAMENTO ALTERNATIVO DO TABAGISMO

Data de aceite: 02/01/2023

Marina Santos Okuzono Marquês de Araújo

Discente do curso de Agronomia da Faculdade de Ensino Superior e Formação Integral –FAEF

Marcelo de Souza Silva

Docente do curso de Agronomia da Faculdade de Ensino Superior e Formação Integral –FAEF

Claudia Maria Bernava Aguillar

Docente do curso de Agronomia da Faculdade de Ensino Superior e Formação Integral –FAEF

RESUMO: Considerando a epidemia do tabagismo e os diversos problemas de saúde causados pelo cigarro, procura-se cada dia mais tratamentos alternativos para a diminuição de casos. Para tanto, procede-se à uma revisão de literatura estudando a utilização de plantas medicinais no tratamento alternativo do tabagismo. Desse modo observa-se que algumas plantas possuem resultado positivo na cessação do uso do cigarro, o que permite concluir que se é necessário o aprofundamento de estudos para os casos de tabagismo e sua relação com as plantas medicinais.

PALAVRAS-CHAVE: Compostos medicinais; medicina alternativa; *Nicotiana tabacum*.

ABSTRACT: Considering the smoking epidemic and the various health problems caused by smoking, more and more alternative treatments are being sought every day to reduce cases. To this end, a literature review is carried out studying the use of medicinal plants in the alternative treatment of smoking. Thus, it is observed that some plants have a positive result in the cessation of cigarette use, which allows us to conclude that further studies are necessary for smoking cases and their relationship with medicinal plants.

KEYWORDS: Medicinal compounds; alternative medicine; *Nicotiana tabacum*.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil figura entre os principais produtores mundiais de tabaco (*Nicotiana tabacum*), com a segunda maior produção e a maior exportação do tabaco em folhas movimentando R\$ 15 bilhões no Brasil (CAMARA, 2010). Embora se destaque como segundo maior produtor e maior

exportador no cenário mundial, o Brasil tem conseguido resistir ao aumento da tendência de possuir cada vez mais fumantes.

Contudo, é importante destacar que o tabagismo, doença causada pelo uso recorrente do cigarro, ainda é a maior causa de morte evitável no mundo embora os danos por sua utilização estejam expostos em prateleiras o tempo todo, inclusive estampados nos rótulos dos produtos, a dificuldade no abandono do ato de fumar, e até mesmo mascar, continua em uma grande escala de crescimento global.

Os efeitos nocivos não notados apenas em fumantes ativos, os fumicultores, responsáveis pelo trabalho no manejo e exploração comercial das lavouras de fumo, também sofrem com os efeitos da Nicotina ($C_{10}H_{14}N_2$), substância presente nas folhas de fumo a qual está associada diretamente ao tabagismo e também ao desenvolvimento de 50 diferentes tipos de doenças, com destaque para as comorbidades respiratórias, cardiovasculares e diversos tipos de câncer, principalmente o de pulmão (CARGNIN et al., 2016).

Diante de tamanha preocupação com tabagismo, sobretudo com o desenvolvimento de inúmeras doenças a partir desta prática, o que contribui com a morte de mais de 8 milhões de pessoas por ano no mundo todo, preconiza-se pelo incentivo a estudos que contribuam com o surgimento de soluções eficazes para o seu tratamento, de maneira menos invasiva e que não desencadeiem efeitos colaterais graves aos usuários de tabaco.

Neste sentido, a utilização de blends de flores e ervas como camomila, erva-doce e calêndula em substituição ao fumo, podem ser empregadas como agentes de desintoxicação e libertação da nicotina (substância presente no tabaco a qual induz à dependência dele), também conhecidos como *Kumbayá*, uma mistura de ervas e flores para a consagração de deuses em rituais espirituais africanos. Também há um grande mercado de cigarros a base de ervas medicinais na Coréia do Sul, a marca mais popular entre os cigarros de erva é a *Kumyeoncho*, onde estudos realizados em 2003 relataram que no que se diz a respeito aos efeitos de curto e longo prazo dos cigarros de ervas, o *Kumyeoncho* é considerado similarmente eficaz aos adesivos de nicotina (CHEONG, 2003).

A forma de cultivo orgânico e a fabricação desses blends são 100% responsáveis pela qualidade do fumo (de plantas medicinais), de forma diferente dos cigarros que apresentam componentes químicos e cancerígenos, os fumos herbais orgânicos não apresentam alcatrão, cetona, amônia, chumbo e entre outras 4.700 substâncias tóxicas que acompanham o cigarro comum que encontramos no mercado. Além disso, de acordo com o ETCO, há também a grande porção de 54% de cigarros contrabandeados em circulação no Brasil, os quais não possuem nenhum tipo de regularização de órgãos como a ANVISA (GOMES, 2019).

Portanto a grande problemática desse estudo é o combate ao tabagismo, com o objetivo de desenvolver um tratamento de forma natural e de maneira fitoterápica. Neste primeiro momento, está pesquisa se fundamentará na exploração de informações de

estudos publicados em revistas científicas, livros, canais de comunicação oficiais e órgãos de saúde nacional e mundial, conduzindo a uma abordagem qualitativa sobre o tema.

Portanto, objetivou-se com o presente estudo apresentar uma revisão de literatura sobre a utilização de ervas e blends medicinais naturais e orgânicos no combate e prevenção ao tabagismo.

2 | DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão de literatura

Para entender o uso de ervas medicinais e a sua correlação com o tabagismo escolheu-se entre autores estudos realizados por Amaral et al. (2006) e Cavalcante (2005).

Para Amaral et al. (2006), entre todos os acontecimentos importantes na área da saúde, as pesquisas desenvolvidas pelo Sistema Único de Saúde (SUS) vinculada ao uso de plantas medicinais, é o mais marcante deste milênio, o Brasil como um país diverso de biodiversidade e cultura popular se faz necessária a utilização do conhecimento empírico passado de geração em geração, o uso e manejo dessas ervas também possuem um baixíssimo custo para o produtor e excelentes propriedades medicinais para o fumante crônico, nome que se dá para a pessoa que se vê afetada pelo tabagismo.

Cavalcante (2005) apresentou um estudo sobre controle do tabagismo no Brasil e mostrou os problemas no sistema brasileiro em questão a Política Nacional de Controle do Tabagismo como o beneficiamento exposto pela OMS e Banco Mundial sobre a própria indústria do tabaco se beneficiando do contrabando de cigarros, e dos grandes publicitários políticos que acham brechas na lei para a propagação do tabaco e seus derivados. Também coletou informações sobre o número de mulheres, homens e jovens fumantes pelo Brasil e como suas vidas são afetadas pelo fumo passivo e ativo.

2.2 Epidemia Tabágica

Os dados obtidos por diversos estudos sobre a dependência química da nicotina já a declarou uma epidemia global que faz mais de 8 milhões de vítimas a cada ano, mais de 7 milhões dessas mortes são resultado do uso direto do tabaco, enquanto cerca de 1,2 milhão são resultado de não-fumantes passivos (OPAS, 2019).

Mesmo sendo uma das piores drogas existentes, sua comercialização não foi proibida pelo alto ganho da produção de cigarro, só em 2008 o mercado do cigarro faturou R\$2,7 bilhões no Brasil, além de 180 mil pessoas viverem da fumicultura (SEABRA, 2010).

Além de todos esses números a criação do Programa Nacional de Controle do Tabagismo (PNCT), coordenado pelo Instituto Nacional de Câncer (INCA), tem como objetivo a redução do número de fumantes e conseqüentemente a mortalidade causada pela utilização dos derivados do tabaco no Brasil, a redução da iniciação de jovens ao tabagismo, aumentar a desistência de fumantes e proteger de todos dos riscos possíveis

do tabagismo passivo (CAVALCANTE, 2005).

2.3 Uso das plantas medicinais no Brasil

Desde os tempos primordiais, o homem tenta tirar proveito dos recursos naturais ao seu redor aplicando em seu dia a dia para a melhoria da sua chance de sobrevivência e seu bem-estar. Os países em desenvolvimento, como o Brasil, a medicina popular derivada da mistura étnica de culturas aborígenes e imigrantes.

O uso de plantas medicinais e fitoterápicos com funções profilática, medical, paliativa ou com fins de diagnóstico passou a ser oficialmente reconhecido pela OMS em 1978 (Ministério da Saúde, 2006). Apesar da riqueza da flora brasileira e do amplo conhecimento empírico da utilização de plantas medicinais pela população, o Ministério da Saúde desenvolve diversas ações junto a outros órgãos governamentais e não-governamentais para elaboração de políticas públicas voltadas à inserção de plantas medicinais e da fitoterapia no SUS e ao desenvolvimento do setor (Ministério da Saúde, 2006).

A criação do projeto Farmácias Vivas (1985), pelo Professor Francisco José de Abreu Matos, deu início ao fornecimento de plantas medicinais visando suprir o uso de algumas plantas já utilizadas tradicionalmente de forma indevida ministrando orientações de como se manejar corretamente essas plantas. Com isso, deu-se início as ações do Ministério da Saúde, em parceria com órgãos governamentais e não-governamentais, têm-se como exemplo a Proposta de Política Nacional de Plantas Medicinais e Medicamentos Fitoterápicos (2001) e o Seminário Nacional de Plantas Medicinais, Fitoterápicos e Assistência Farmacêutica (2003).

2.4 Formas de tratamento e controle do Tabagismo

A dependência química da nicotina traz uma forte tolerância as ações de cessação do uso do tabaco, por agir nas vias dopaminérgicas diminuindo as atividades do tálamo, que possui como principal atividade o papel de regulador de consciência. A nicotina libera a dopamina que estimula a sensação de prazer, embora a maior queixa dos tabagistas seja a irritabilidade quando se há abstinência.

Para o tratamento da dependência de nicotina sempre se é recomendado o apoio médico, existem diversos métodos como a farmacologia de primeira e segunda linha, terapia de reposição de nicotina, terapia cognitivo-comportamental e grupos de autoajuda, além de tratamentos alternativos como a loga, hipnose, meditação e a acupuntura.

O Programa Nacional de Controle do Tabagismo (PNCT) atua diretamente nas diversas formas de tratamento e controle do tabagismo desde 2010 junto ao SUS, criando os Centros de Referência em Abordagem e Tratamento do Fumantes.

2.5 Vantagem da utilização de Blends

Apesar da existência do PNCT e dos seus centros de referência direcionados ao

tratamento de fumantes há algumas dificuldades enfrentadas pelo programa como o atraso no processo de compra de medicamentos e a descontinuidade da distribuição de insumos.

A utilização de Blends, ou misturas fitoterápicas, no tratamento e combate ao tabagismo é uma ótima saída para o enfrentamento das dificuldades, para uma comparação traz-se o exemplo da mastigação de folhas de agrião, após análise bioquímica da urina de fumantes voluntários, percebeu-se que ocorreu inibição no metabolismo oxidativo de um agente químico presente no tabaco conhecido como responsável pelo desenvolvimento de neoplasias pulmonares em ratos e camundongos (HECHT et al., 1995). Como se pode perceber, o agrião que possui o valor do seu kg em média de R\$5,00 é um suplente válido na prevenção do câncer de pulmão em fumantes.

As plantas fitoterápicas possuem um valor de mercado de baixo custo, porém movimentam bastante o comércio, sendo uma ótima alternativa para os fumantes de baixa renda que são a maioria deles (FIOCRUZ, 2013). Além de ajudar na prevenção de diversas doenças a fitoterapia ainda traz alívio da irritabilidade com a utilização de Blends herbais de camomila e erva cidreira, além do uso de blends de flores e ervas para a finalidade de fumo trazendo uma falsa sensação de que esteja fumando um cigarro com tabaco.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se que esta revisão de literatura traga mais oportunidades para a utilização da medicina tradicional no nosso cotidiano e no tratamento dessa epidemia, se faz necessário o investimento nas Farmácias Vivas, em profissionais na área da saúde e agronomia para o manejo correto dessas plantas e em mais pesquisas científicas na área dos fitoterápicos em relação ao tabagismo.

REFERÊNCIAS

BALBANI, A. P. S.; MONTOVANI, J. C. Métodos para abandono do tabagismo e tratamento da dependência da nicotina. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 71, n. 6, p. 820-827, 2005.

CAVALCANTE, T. M. Tobacco control in Brazil: Advances and challenges. **Revista de Psiquiatria Clínica**, v. 32, n. 5, p. 283-300, 2005.

CAVALCANTE, T. M. O Programa de Combate do Tabagismo no Brasil: Avanços e Desafios. **UEM - Programa Museu Dinâmico Interdisciplinar**, Brasil, [s.d.]. Disponível em: < <http://sites.uem.br/tabagismo/livros-e-arquivos-texto/o-programa-de-combate-do-tabagismo-no-brasil-avancos-e-desafios/view>>. Acesso em: 24 abr. 2021.

CHEONG, Y. S. The Efficacy of Herbal Cigarettes (Kumyeoncho) and Nicotine Patches in Smoking Cessation. **Journal of the Korean Academy of Family Medicine**, v. 24, n. 11, p. 1003-1009, 2003.

DEVIENCE, K. F.; RADDI, G.; POZETTI, G. L. Das plantas medicinais aos fitofármacos. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 6, n. 3, p. 11-14, 2004.

MATOS, F. J. A. O projeto Farmácias-Vivas e a fitoterapia no nordeste do Brasil. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 5, ed. 1, p. 21, 2014.

Anais Da 48ª Reunião Anual Da SBPC, 1996, São Paulo, SP. **Anais Da 48ª Reunião Anual Da SBPC - São Paulo, SP - Julho/1996 Epidemia** [...]. [S. l.: s. n.], 1996.

SEABRA, R. Indústria do fumo movimenta R\$ 15 bilhões no Brasil. **Agência Câmara de Notícias**. HAJE, Lara (ed.). Brasil, 2010. Disponível:<<https://www.camara.leg.br/noticias/141160-industria-do-fumo-movimenta-r-15-bilhoes-no-brasil/>>. Acesso em: 16 abr. 2021.

SOUZA, A. et al. A enfermagem diante da utilização de plantas medicinais no tratamento complementar da hipertensão arterial sistêmica e das dislipidemias. **Revista Mineira de Enfermagem**, 2010.

USO DE MOTORES ELÉTRICOS EM SEMEADORAS E GANHO DE PRODUTIVIDADE NA CULTURA DA SOJA

Data de submissão: 11/08/2022

Data de aceite: 02/01/2023

Airton Polon

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria - RS
<http://lattes.cnpq.br/8919527604734070>

Telmo Jorge Carneiro Amado

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria - RS
<http://lattes.cnpq.br/8591926237097756>

RESUMO: A utilização de motores elétricos em semeadoras objetiva aumentar a eficiência dos mecanismos dosadores com a eliminação da transmissão mecânica diminuindo a interferência do conjunto no potencial produtivo da cultura. Com a aplicação desta tecnologia, é possível agregar funções capazes de determinar a correta aplicação, em quantidades e localização, de insumos de acordo com os preceitos da Agricultura de Precisão. O uso dos motores elétricos proporcionou a redução do Coeficiente de Variação, das falhas, além do aumento do número de plantas aceitáveis para as variáveis, sendo que o incremento médio de produtividade foi de 335 kg ha⁻¹. Além disso, com os motores elétricos foi avaliada a função de compensação de curvas, este recurso

garante que todas as linhas da semeadora apliquem as sementes na mesma distância, estabilizando a produtividade na mesma passada de semeadura. A pesquisa evidenciou um incremento de produtividade na ordem de 13,3% superior à não utilização da função. O resultado das análises apontou, na média, incremento de produtividade de 276,5 kg ha⁻¹ para os motores elétricos, convertido em R\$ 829,50 por hectare.

PALAVRAS-CHAVE: Coeficiente de Variação, Motor Elétrico, Produtividade.

USE OF ELECTRIC MOTORS IN SEEDERS AND GAIN PRODUCTIVITY IN SOYBEAN CULTURE

ABSTRACT: The use of electric motors in seeders aims to increase the efficiency of the metering mechanisms with the elimination of mechanical transmission, reducing the interference of the set in the productive potential of the crop. With the application of this technology, it is possible to add functions capable of determining the correct application, in quantities and location, of inputs according to the precepts of Precision Agriculture. The use of electric motors reduced the Coefficient of Variation,

the failures, in addition to increasing the number of acceptable plants for the variables evaluated, and the average increase in productivity was 335 kg ha⁻¹. In addition, with the electric motors, the turn compensation function was evaluated, this feature ensures that all the seeder lines apply the seeds at the same distance, stabilizing productivity in the same sowing pass. The survey showed an increase in productivity in the order of 13.3% higher than the non-use of the function. The results of the analyzes showed, on average, a productivity increase of 276.5 kg ha⁻¹ for electric motors, converted into R\$ 829.50 per hectare.

KEYWORDS: Coefficient of Variation, Electric Motor, Productivity.

1 | INTRODUÇÃO

A necessidade de aumentar a produtividade das lavouras de grãos está a cada dia mais evidente, assim como as oportunidades para a redução de custos de produção. Neste sentido, a qualidade de semeadura é um fator a cada dia mais debatido e fundamental. Aumentar a eficiência das semeadoras no campo é um dos fatores indispensáveis para aumento da produtividade e a garantia de retorno econômico ao final do ciclo.

As semeadoras têm por objetivo distribuir uma quantidade de sementes pré-determinada, porém este princípio de funcionamento apresenta erros de dosagem e distribuição dos insumos aplicados, segundo Biulchi (2016). Muitos desses erros ocorrem na regulagem e pelos componentes destas máquinas. Em um estudo realizado com 35 semeadoras, a dosagem média de sementes variou de 0,06% a 48,94%, com uma média de 11,39%. Estes fatores contribuem para que ocorram redução na produtividade, segundo CASÃO et al (2019). Os incrementos de produtividade variaram entre 6% e 76% considerando apenas a qualidade do plantio, melhor deposição de sementes no solo significa maior a produtividade (PICHINIM, 2012).

Na avaliação de semeadoras pneumáticas e mecânicas no plantio de soja na região norte do Paraná, o Coeficiente de Variação (CV%) médio ficou em 45% e 71%, respectivamente (SCHMALZ, 2014). Esta variável interfere diretamente no potencial produtivo. De acordo com Desbesell et al (2018), as perdas produtivas em lavouras de soja com coeficiente de variação superior a 60% podem superar os 16%, ou seja, mais de 12 sacas de soja por hectare, dependendo da cultivar.

A tecnologia de motores elétricos surge no mercado de semeadoras objetivando minimizar estes problemas, substituindo o sistema de transmissão mecânica, além de oferecer uma variedade de recursos para Agricultura de Precisão, desde os mais simples aos mais complexos, tais como: aplicação em taxa variada; desligamento automático de linhas; compensação de sementes em curvas e; geração de informações que o ecossistema instalado pode enviar para plataformas em nuvem para serem trabalhados em ambientes de Agricultura Digital.

Para Dorsey (2017), em uma semeadora de 24 linhas durante a safra de milho, descobriram que as fileiras internas estavam sobrecarregadas em até 124% da população

alvo, enquanto as linhas externas apresentavam apenas 81% da população alvo. Observou também que as linhas centrais tinham um rendimento superior em relação as linhas das extremidades.

O presente trabalho foi desenvolvido objetivando comparar o desempenho de uma semeadora de precisão equipada com transmissão mecânica em relação aos recursos disponibilizadas pelo acionamento por motores elétricos e os benefícios para operações em ambientes de Agricultura de Precisão.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram implantados no município de Getúlio Vargas/RS em uma área de 2 hectares na safra 19/20. A cultivar semeada foi a BMX Ativa na população de 323.809 plantas por hectare, ou seja, 13,6 sementes por metro linear em espaçamento de 0,42 m entre fileiras de plantas.

A semeadura foi realizada utilizando um trator marca Massey Ferguson 292 4x2 equipado com TDA e uma semeadora marca Semeato ano 2007, modelo SHM 1517 com 8 linhas de semeadura (FIGURA 1) espaçadas a 42 cm entre linhas, equipada com dosadores de semente mecânicos da própria Semeato e dosadores de fertilizantes da marca FertiSystem com Sem-Fim 2". O sistema elétrico utilizado foi o da empresa ROJ TECHNOLOGY, composto por 8 motores DMD-2 (12V) com torque de 4,5Nm para acionamento dos dosadores de semente. Estes motores são constituídos por um bloco de alumínio onde são integrados o motor elétrico com tecnologia brushless, uma redução axial e uma placa eletrônica responsável pelo gerenciamento das funções do motor e da linha de semeadura, como as estatísticas de sementes, por exemplo. Os dosadores de fertilizante permaneceram sempre acionados pela transmissão mecânica através do recâmbio e com a mesma dosagem de fertilizante, ou seja, 250 kg ha⁻¹. A controladora (ECU) usada na pesquisa foi com tecnologia ISOBUS, modelo CM 20, marca Topcon, assim como o display e o receptor GNSS, modelos X25 e AGI-4, respectivamente. Foi empregada a correção de sinal comercialmente disponibilizada para o mercado como TOPnet. Esta opção possibilita a localização precisa do equipamento no campo, com erro aproximado de ≈3cm, requisito necessário para o desligamento automático de linhas, por exemplo.



FIGURA 1. Semeadora equipada com transmissão mecânica e motores elétricos linha a linha.

A semeadura foi realizada em duas condições diferentes, em um determinado momento equipada com a transmissão mecânica e em seguida, com os motores elétricos fazendo o acionamento direto nos elementos dosadores. Para a semeadura com acionamento mecânico foram retirados os cabos do sistema eletrônico da bateria e para a semeadura com o acionamento pelos motores elétricos foram removidas as correntes das engrenagens integradas em cada linha de semeadura.

Foram delimitadas 32 parcelas de 25 metros de comprimento por 3,5 metros de largura, 16 parcelas para cada tratamento, ou seja, a semeadora equipada com a transmissão mecânica e 16 parcelas com a semeadora equipada com os motores elétricos. Foram avaliadas quatro variáveis dentro de cada tratamento, sendo 4, 5, 6 e 7 km h⁻¹, com quatro repetições para cada variável.

Para cada repetição foram feitas medições e contagens de plantas em duas linhas de plantio na distância de 5 metros em cada linha, totalizando 10 metros de medições em cada repetição, para avaliação e cálculo do percentual do Coeficiente de Variação, do número de falhas, duplas e de aceitáveis. Para determinar a produtividade, foram colhidas a totalidade das parcelas, além de amostragens de plantas para geração de dados e posteriores comparativos.

Para a avaliação dos tratamentos com e sem compensação de curvas, possível apenas para a máquina operando com os motores elétricos, foram feitas determinações da população de plantas com três repetições para a Linha Interna (L.I), Linha Central (L.C) e Linha Externa (L.E) no plantio Com Compensação de Curvas (C.C.C) e Sem Compensação de Curvas (S.C.C) para determinar a população de plantas em cada uma das linhas nos dois tratamentos com o objetivo de cruzar estas informações e determinar a produtividade.

O raio da curva onde foram coletados os dados foi de 30 metros, a contagem de plantas ocorreu em 10 metros lineares e a avaliação de produtividade ocorreu com a coleta, debulha e pesagem das plantas em 5 metros lineares para cada repetição.

O delineamento experimental utilizado nesta pesquisa foi o de blocos inteiramente casualizados e para o processamento da estatística descritiva foi usado o software gratuito SISVAR®.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O plantio da área do experimento para avaliação da eficiência de semeadura foi no dia 27 de dezembro de 2019, enquanto a semeadura da área para a avaliação das funções C.C.C e S.C.C foi realizada no dia 7 de janeiro de 2020. A colheita das parcelas para avaliação dos sistemas de transmissão mecânico (MEC) e do acionamento elétrico (ELE) foi realizada no dia 29 de abril e a colheita da lavoura onde foi realizada a avaliação dos tratamentos C.C.C e S.C.C foi realizada no dia 07 de maio de 2020 onde a precipitação pluvial total durante o ciclo da cultura foi de 450 mm e 316 mm respectivamente.

Os resultados da análise estatística estão apresentados na Tabela 01, onde os dados de produtividade, CV%, Falhas, Duplas e Aceitáveis são relacionados.

PRODUTIVIDADE (kg ha ⁻¹)						
Transmissão	CV% (estatística)	Média kg ha ⁻¹	4 km h ⁻¹	5 km h ⁻¹	6 km h ⁻¹	7 km h ⁻¹
Elétrica	5,0%	2,688 a	2,626 aA	2,940 aA	2,619 aA	2,567 aA
Mecânica		2,353 b	2,373 bA	2,553 bA	2,418 bA	2,069 bA
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)						
Transmissão	CV% (estatística)	Média CV%*	4 km h ⁻¹	5 km h ⁻¹	6 km h ⁻¹	7 km h ⁻¹
Elétrica	9,2%	45,3% b	44,0% aA	40,8% bA	47,0% aA	49,3% bA
Mecânica		52,4% a	49,8% aA	49,0% aA	53,3% aA	57,8% aA
FALHAS (%)						
Transmissão	CV% (estatística)	Média Falhas	4 km h ⁻¹	5 km h ⁻¹	6 km h ⁻¹	7 km h ⁻¹
Elétrica	30,8%	10,3% b	8,8% bAB	2,8% bB	13,3% aA	16,3% bA
Mecânica		18,0% a	16,5% aA	15,8% aA	16,6% aA	23,3% aA
DUPLAS (%)						
Transmissão	CV% (estatística)	Média Duplas	4 km h ⁻¹	5 km h ⁻¹	6 km h ⁻¹	7 km h ⁻¹
Elétrica	30,8%	16,9% a	16,3% bA	16,3% bA	16,5% aA	17,5% bA
Mecânica		18,7% a	16,5% aA	17,3% aA	21,5% aA	20,5% aA
ACEITÁVEIS (%)						
Transmissão	CV% (estatística)	Média Aceitáveis	4 km h ⁻¹	5 km h ⁻¹	6 km h ⁻¹	7 km h ⁻¹
Elétrica	10,6%	72,9% a	74,8% aA	80,0% aA	70,3% aA	66,5% aA
Mecânica		63,3% b	67,3% bA	68,0% bA	62,8% aA	56,5% aA

*CV% – Coeficiente de Variação. Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas ou maiúsculas nas linhas não se diferem pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 01. Resultado da análise estatística para avaliar o efeito da velocidade e do respectivo Coeficiente de Variação (CV%) entre as plantas em cada tratamento sobre a produtividade da cultura da soja.

Ficou evidenciado que há diferença significativa de produtividade entre a semeadora com Transmissão Elétrica e a semeadora com Transmissão Mecânica, 2,688 kg ha⁻¹ e 2,353 kg ha⁻¹, respectivamente. A transmissão através de motores elétricos

apresentou produtividade média de 335 kg ha⁻¹ superior ao acionamento mecânico no total do experimento, isto é, nas quatro variáveis em estudo, como é possível visualizar graficamente na Figura 2.

Para todas as variáveis, ou seja, as 4 velocidades, houve significativa diferença com produtividade superior para a máquina com transmissão por motores elétricos, sendo 253 kg ha⁻¹, 387 kg ha⁻¹, 201 kg ha⁻¹ e 498 kg ha⁻¹ para 4 km h⁻¹, 5 km h⁻¹, 6 km h⁻¹ e 7 km h⁻¹, respectivamente.

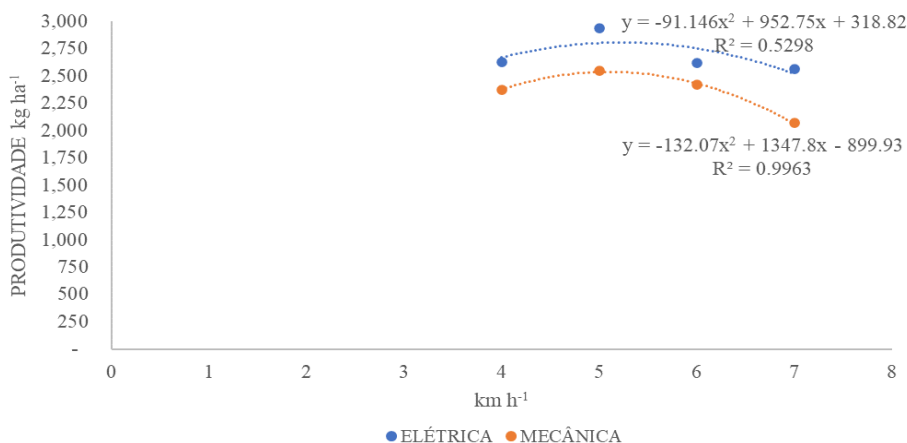


FIGURA 2. Resposta em produtividade para as diferentes velocidades nos dois tratamentos.

A análise do CV% seguiu os mesmos resultados da avaliação de produtividade, com exceção para as velocidades de 4 km h⁻¹ e 6 km h⁻¹ que não se diferiram entre os tratamentos, ou seja, transmissão através de motores elétricos e transmissão mecânica. Ao comparar os dois gráficos é possível identificarmos uma relação muito íntima entre o CV% e a produtividade, ou seja, quanto menor o CV%, maior a produtividade e vice-versa. Dentro do próprio tratamento, o CV% não teve diferença significativa entre as variáveis. Na Figura 3 é possível verificar que o CV% é crescente para ambas as formas de acionamento na medida em que a velocidade é aumentada.

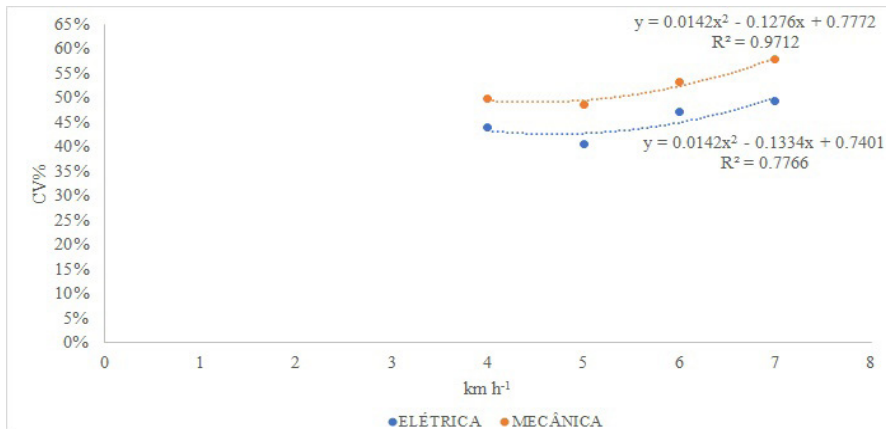


FIGURA 3. Comportamento do CV% para as diferentes velocidades nos dois tratamentos.

A análise para a determinação de informações da eficiência de semeadura foi embasada na metodologia publicada pela ABNT (1996) em que considera os seguintes padrões: aceitáveis são todos os espaçamentos entre sementes de que ficam de 0,5 a 1,5 vezes o espaçamento médio. Os valores obtidos abaixo do limite de 0,5 vezes são considerados como espaçamentos duplos ou múltiplos, enquanto espaçamentos acima de 1,5 vezes o espaçamento médio são considerados falhas de semeadura.

O gráfico na Figura 4 apresenta a superioridade do número de falhas para o acionamento através da transmissão mecânica, conforme demonstrado na análise estatística onde o número de falhas para o acionamento por motores elétricos ficou, na média, 75% inferior. Apenas na variável de 6 km h⁻¹ não houve diferença estatística entre os dois tratamentos avaliados. Dentro do próprio tratamento, o acionamento por motores elétricos diferiu na velocidade de 5 km h⁻¹.

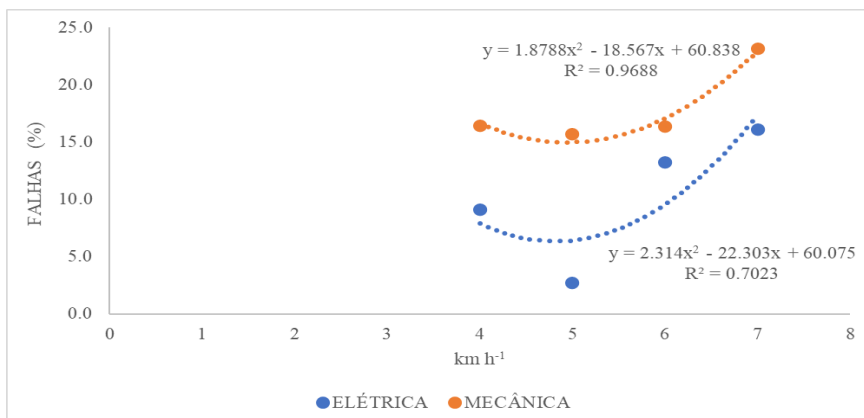


FIGURA 4. Evidência do percentual de falhas para as diferentes velocidades nos dois tratamentos.

A avaliação do número de duplas dentro de cada tratamentos não se diferenciou estatisticamente, inclusive não apresentou diferença entre os dois tratamentos também. Mesmo assim, na Figura 5 pode-se perceber que, apesar de não haver diferença estatística significativa, a medida em que a velocidade é aumentada, a tendência é de distanciamento com maior número de duplas para o sistema de acionamento mecânico.

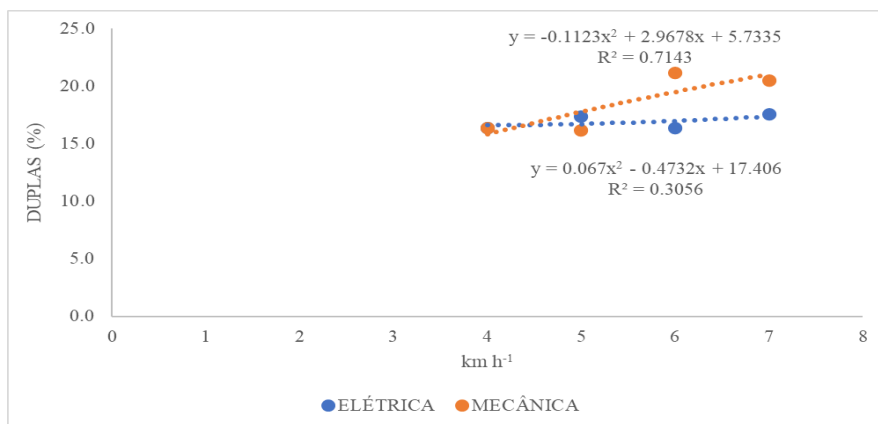


FIGURA 5. Evidência do percentual de plantas duplas para as diferentes velocidades nos dois tratamentos.

Na Figura 6 é apresentado o gráfico relativo ao número de plantas aceitáveis entre os dois tratamentos nas quatro variáveis analisadas e novamente o sistema de acionamento por motores elétricos apresentou melhores resultados em relação ao acionamento mecânico. Para esta variável, o percentual foi de 13% favorável ao sistema de motores elétricos que não se diferenciou estatisticamente ao sistema mecânico apenas na variável de 6 km h⁻¹.

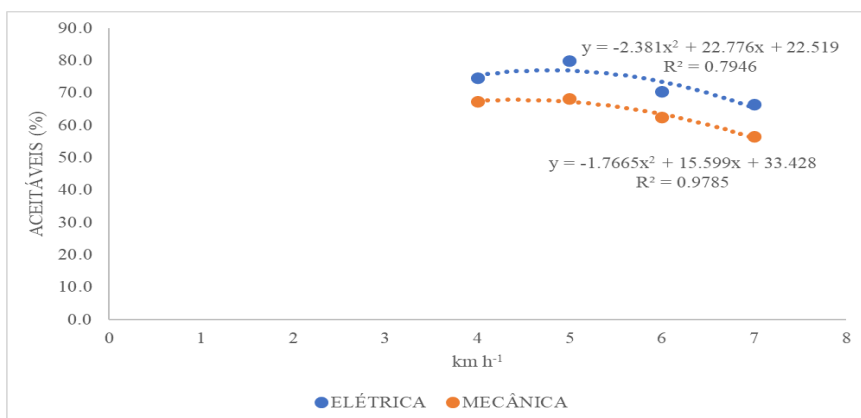


FIGURA 6. Evidência do percentual de plantas aceitáveis para as diferentes velocidades nos dois tratamentos.

Na Tabela 02, são apresentados os dados da análise estatística para os tratamentos C.C.C e S.C.C para as linhas interna (L.I), central (L.C) e externa (L.E).

POPULAÇÃO DE PLANTAS (10m)					
Funcionalidade*	CV% (estatística)	Média Plantas - 10m	L.I	L.C	L.E
C.C.C	2,0%	117,6 a	117,7 aA	117,3 aA	117,7 aA
S.C.C		114,6 b	121,7 aA	116,7 aB	105,3 bC
PRODUTIVIDADE (kg ha ⁻¹)					
Funcionalidade*	CV% (estatística)	Média kg ha ⁻¹	L.I**	L.C**	L.E**
C.C.C	2,4%	1,642 a	1,635 aA	1,643 aA	1,648 aA
S.C.C		1,424 b	1,333 bB	1,405 bB	1,535 bA

*C.C.C – Com Compensação de Curvas; S.C.C – Sem Compensação de Curvas. **L.I – Linha Interna; L.C – Linha Central; L.E – Linha Externa. Médias seguidas das mesmas letras minúsculas nas colunas ou maiúsculas nas linhas não se diferem pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 02. Resultado da análise estatística para avaliar o efeito da funcionalidade de compensação de curvas ativada em diferentes linhas da semeadora sobre a produtividade da cultura da soja.

De acordo com as evidências acima, a população de plantas se apresenta estável no tratamento C.C.C, isto é, 117,6 plantas em 10 metros lineares. Por outro lado, no tratamento S.C.C, a população em 10 metros lineares na L.I foi de 121,7, na L.C de 116,7 até 105,3 na L.E. Em relação a L.C, significou uma variação de população 4,3% superior na L.I e 9,8% inferior na L.E totalizando a variação de 14.1% entre uma extremidade e outra da semeadora na mesma condição de operação.

A semeadora operando com o recurso tecnológico C.C.C se diferencia significativamente da produtividade da mesma semeadora operando sem este recurso habilitado. Na média de produtividade, dentro da mesma passada da semeadora em uma linha curva, para a operação S.C.C houve um decréscimo de 202 kg ha⁻¹ na produtividade entre a L.I e a L.E.

Este comportamento se repetiu para todas as variáveis comparadas entre os tratamentos, ou seja, na L.I houve redução de 302 kg ha⁻¹, na L.C redução de 238 kg ha⁻¹ e na L.E redução de 113 kg ha⁻¹. Dentro do mesmo tratamento não foram registradas diferenças significativas, exceto para a variável L.E do tratamento S.C.C, que se diferiu das demais variáveis dentro deste mesmo tratamento.

Nota-se que a produtividade está associada em uma proporção inversa à população de plantas, ou seja, na condição do experimento, quanto maior a população, menor a produtividade evidenciada.

No Figura 7 é possível visualizar a variação significativa da população com o recurso S.C.C desabilitado. Por outro lado, quando o recurso C.C.C foi habilitado (FIGURA 8) há estabilidade da produtividade dentre as várias linhas de plantio da semeadora tendo reflexos diretos nos resultados de colheita.

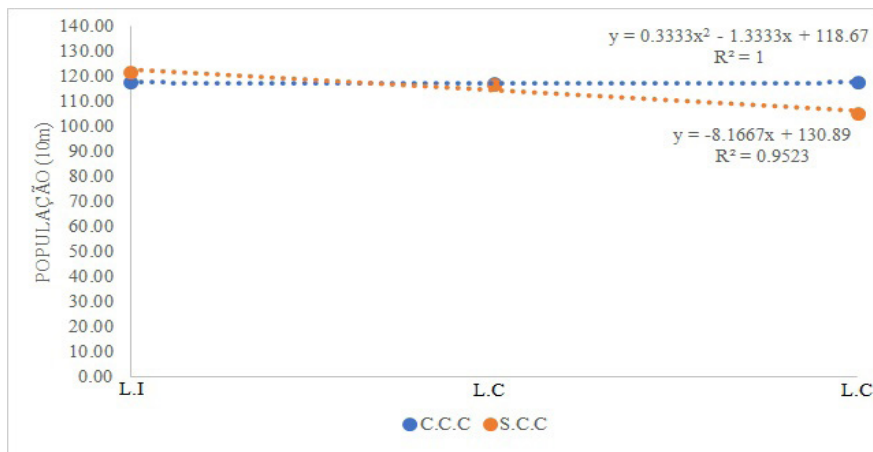


FIGURA 7. Diferença de população entre as linhas interna (L.I), central (L.C) e externa (L.E) com a função de compensação de curvas ativada (C.C.C) em comparação à função desativada, isto é, sem compensação de curvas (S.C.C).

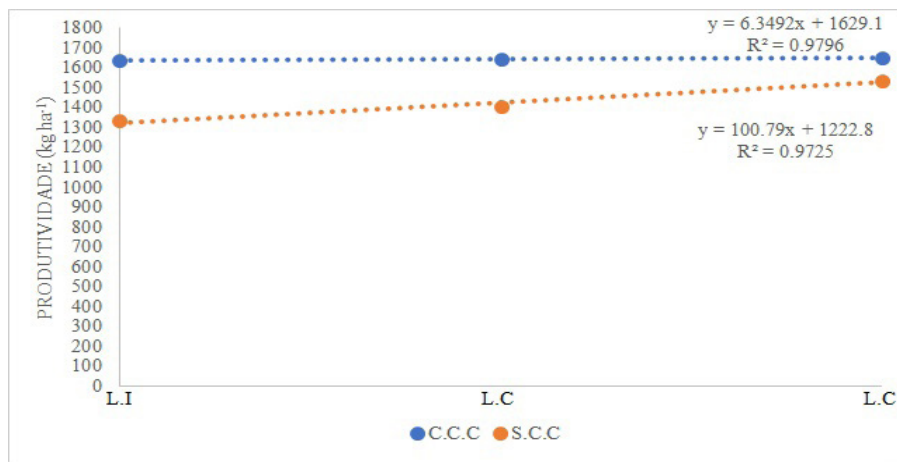


FIGURA 8. Diferença de produtividade entre as linhas interna (L.I), central (L.C) e externa (L.E) com a função de compensação de curvas ativada (C.C.C) em comparação à função desativada, isto é, sem compensação de curvas (S.C.C).

Ao avaliar as variáveis analisadas pode-se verificar que em determinados pontos da lavoura ocorrem perdas, na média, em torno de 276,5 kg ha⁻¹ ou, se converter em “espécie”, tendo como base o preço atual (R\$ 180,00) da soja, os números giram em torno de R\$ 829,50 por hectare.

No contexto da Agricultura de Precisão, sistemas eficientes e com recursos para digitalização, como é o caso da automação da semeadora através de motores elétricos, apresentam ganhos significativos de produtividade e eliminação de variáveis que limitam o teto produtivo das culturas. Nesta pesquisa foram avaliadas apenas algumas funções disponíveis nestes sistemas, outros recursos devem ser avaliados também.

4 | CONCLUSÃO

O resultado da pesquisa demonstrou efeito positivo do sistema de transmissão por motores elétricos em relação ao sistema de transmissão mecânica. O incremento da tecnologia melhorou a eficiência da semeadora, proporcionou soluções que agregaram recursos de Agricultura de Precisão, trouxe benefícios como a redução do CV% da população de plantas, redução do número de falhas, aumento de plantas dentro da distribuição aceitável, uniformidade da população em condições de curvas e, conseqüentemente, o aumento da produtividade.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Semeadora de precisão**: ensaio de laboratório/método de ensaio, projeto de norma 04:015.06-004/1995. São Paulo: ABNT, 1996. 21p.

BIULCHI, P. V. **Máquinas e mecanização agrícola**. Educacional S.A., Londrina, 2016. 236p. ISBN 978-85-8482-675-9.

CASÃO JUNIOR, R.; JOHANN, A. L.; DELALIBERA, H.C.; LADEIRA, A. de S.; SILVA, A. L. da; **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMEADURA DE SOJA NO PARANÁ E MATO GROSSO DO SUL DO BRASIL**. IAPAR, 2019. Disponível em: <http://www.agrisus.org.br/arquivos/artigo_Casao.pdf> Acesso em: 26 jul. 2020.

CHMALZ, C. R. **VERIFICAÇÃO DE TIPOS DE DOSADORES DE SEMENTES DE MILHO E SOJA NO NORTE DO PARANÁ**. 2014. 28p. Dissertação (Mestrado em Agricultura de Precisão) – Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/4823>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

DESBESSELL, D. M.; et al. **A precisão na Distribuição plantas interfere no rendimento da soja?**. Informativo Técnico. Agrofarm, v2, n2, p.1-3 Cerejeiras, 2018.

DORSEY, N. **How To Avoid Yield Loss Using Curve Compensation**. 2017. PrecisionAg. Disponível em: <<https://www.precisionag.com/market-watch/how-to-avoidyield-loss-using-curve-compensation/>>. Acesso em: 19 jun. 2019.

PICHINIM, N. R. M. A. **Qualidade de distribuição longitudinal de plantas de milho e sua produtividade**: um estudo de caso. 2012. 33p. Trabalho (Conclusão de Graduação). – Curso Tecnologia em Mecanização em Agricultura de Precisão, Faculdade de Tecnologia de Pompéia. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/3611?show=full>>. Acesso em: 18 jun. 2019.

VARIABILIDADE ESPACIAL DE ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM ÁREA DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO PIAUIENSE

Data de aceite: 02/01/2023

Laércio Moura dos Santos Soares

Universidade Federal do Piauí –
Departamento de engenharia agrícola e
solos
Teresina (PI), Brasil

Francisco Edinaldo Pinto Mousinho

Colégio Técnico de Teresina –
Universidade Federal do Piauí
Teresina (PI), Brasil

Adeodato Ari Cavalcante Salviano

Universidade Federal do Piauí –
Departamento de engenharia agrícola e
solos
Teresina (PI), Brasil

RESUMO: Este estudo teve o objetivo de avaliar a variabilidade espacial de atributos físicos e químicos do solo, assim como o comportamento da produtividade da cultura da soja em área com plantio direto no cerrado piauiense. O experimento foi conduzido em uma área agrícola localizada no município de Regeneração-PI, durante a safra de soja 2017/2018, onde delimitou uma área experimental com dimensões de 400m x 480m (19,2 hectares), alocando uma malha amostral de 80m por 40m, totalizando 78 pontos, e mais 15 pontos

distribuídos no interior do grid. Os atributos físicos analisados foram: teores de argila, silte e areia, densidade do solo (Ds), macroporosidade (Map), microporosidade (Mip), porosidade total do solo (Pt) nas profundidades 0-0,10m e 0,10-0,20m. A produtividade da cultura foi medida ao término do ciclo da cultura por colheita mecanizada, sendo os dados retirados do mapa de produtividade da área para os pontos amostrais da malha em análise. A produtividade da soja na área experimental mostrou uma alta variabilidade e moderada dependência espacial. Os atributos físicos do solo apresentaram dependência espacial de moderada a forte, com alcance mínimo de 53,1m. Um manejo diferenciado do solo deve ser conduzido na área, sendo justificado pela alta variabilidade espacial dos atributos físicos do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo de solo, geoestatística, mapas temáticos.

SPATIAL VARIABILITY OF SOIL PHYSICAL ATTRIBUTES IN NO-TILLAGE AREA IN CERRADO PIAUIENSE

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the spatial variability of soil

physical and chemical attributes, as well as the behavior of soybean crop yield in no-tillage area in cerrado piauiense. The experiment was carried out in an agricultural area located in Regeneração-PI, during the 2017/2018 soybean crop, where it delimited an experimental area with dimensions of 400m x 480m (19.2 hectares), allocating a sample grid of 80m per 40m, totaling 78 points, and 15 points distributed inside the grid. The physical attributes analyzed were: clay, silt and sand contents, soil density (Ds), macroporosity (Map), microporosity (Mip), total soil porosity (Pt) at depths 0-0.10m and 0.10- 0.20m. Crop yield was measured at the end of the crop cycle by mechanized harvesting, and data were taken from the area productivity map for the mesh points under analysis. Soybean yield in the experimental area showed high variability and moderate spatial dependence. The physical attributes of the soil presented moderate to strong spatial dependence, with a minimum range of 53.1m. Differentiated soil management should be conducted in the area, being justified by the high spatial variability of soil physical attributes.

KEYWORDS: Soil management, geostatistics, thematic maps.

INTRODUÇÃO

Os Latossolos, solos predominantes na região dos cerrados, tem-se merecido especial atenção, por trata-se da região da grande fronteira agrícola brasileira. São solos bastantes intemperizado, apresentam baixa fertilidade natural e elevada acidez ao longo de todo o perfil, tornando-se necessário que os mesmos sejam manejados, corrigidos e adubados adequadamente, para que possibilitem boas produtividades.

Em estado natural, os solos dos cerrados apresentam ótimas características físicas, porém à medida que vai sendo submetido ao uso agrícola, passam a apresentar alterações, geralmente desfavoráveis ao desenvolvimento adequado das plantas (DONAGEMMA et al., 2016).

Um solo produtivo deve manter suas características físicas, químicas e biológicas de forma desejável, sendo capaz de suprir adequadamente a planta em nutrientes e água, além de prover suporte mecânico. A manutenção de uma boa estabilidade estrutural contribui para a conservação do solo, diminuindo a suscetibilidade à compactação e erosão.

A exploração agrícola da região do Cerrado brasileiro, sem técnicas de manejo conservacionista, vem causando graves problemas de qualidades físicas do solo (HUNKE et al., 2015; BONETTI et al., 2015) resultando em queda de produtividade das lavouras. Desta forma faz-se necessário conhecer e quantificar a variação dos atributos físicos do solo. Nesse sentido, deve-se ressaltar que as práticas de manejo de solo e água adotadas sempre vem acompanhadas de alterações do ambiente (MEMOLI et al., 2018), e redução na estrutura do solo, afetando a capacidade de retenção de água no solo, a aeração e a fertilidade do solo (SIVARAJAN et al., 2018).

O surgimento de novas tecnologias tem promovido significativas contribuições à produção agrícola. Destacam-se o sistema de plantio direto (SPD) que vem se consolidando, reduzindo a desestruturação dos solos, e propiciando a formação de resíduo, contribuindo

para melhor retenção de umidade e conseqüentemente, incrementando o conteúdo de matéria orgânica e nutriente no solo (DLAMINI et al., 2016).

A agricultura de precisão vem proporcionando o uso racional de insumos e redução de custos operacionais e tem como elemento chave o gerenciamento da variabilidade espacial da produtividade e dos fatores a ela relacionados. Neste sentido, a variabilidade espacial pode ser estudada por meio das ferramentas da geoestatística, que se fundamenta na teoria das variáveis regionalizadas, segundo a qual os valores de uma variável estão, de alguma maneira, relacionados à sua posição espacial e, portanto, as observações tomadas a curta distância se assemelham mais do que aquelas tomadas a distâncias maiores (VIEIRA et al., 1981; VAUCLIN et al., 1983). Com a utilização desta ferramenta pode-se analisar adequadamente locais que necessitem de manejo diferenciado, possibilitando o maior detalhamento da área a partir de informações não reveladas pela estatística clássica.

Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar a variabilidade espacial dos atributos físicos do solo, assim como o comportamento da produtividade da cultura da soja em área de plantio direto no cerrado piauiense.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Chapada Grande “Real Agropecuária” (6°14’16”S e 42°41’18”W, 400 m), situada no município de Regeneração, PI, no período de janeiro a julho de 2018. O solo da área estudada foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura argilosa, relevo plano, segundo a metodologia proposta pelo sistema brasileiro de classificação do solo (SiBCS) (SANTOS et al., 2013). O clima da região se enquadra como Aw¹, segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual em torno de 29,4°C, precipitação média anual de 1.200 mm com chuvas concentradas de novembro a abril (MEDEIROS et al., 2013).

O trabalho foi desenvolvido em uma área cultivada com soja (*Glycine max*) há 10 anos em sistema de plantio direto, onde na safra de realização do experimento 2017/2018, foi cultivado o híbrido de soja M 8349 IPRO, adubado com a formulação NPK 00-20-20 na dosagem de 450 kg.ha⁻¹.

Delimitou-se uma área experimental com dimensões de 400m x 480m (19,2 hectares), onde foi alocada uma malha amostral de 80m por 40m, totalizando 78 pontos, e mais 15 pontos distribuídos no interior do grid como apresentado na Figura 1.

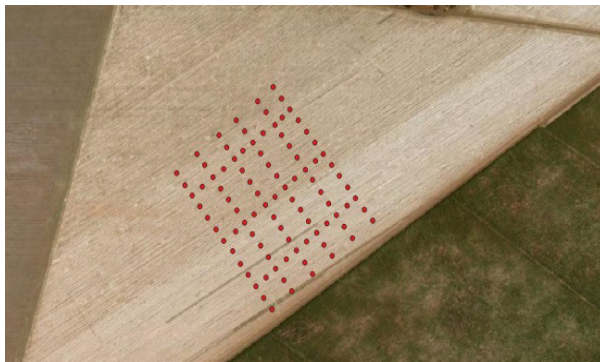


Figura 1 Grid de amostragem na área experimental

Na área experimental foi georreferenciado os pontos de cruzamento do grid amostral, utilizando-se um GPS portátil modelo Garmin eTrex® 30, onde cada ponto desta malha foram realizadas coletas de amostras indeformadas para determinação da densidade do solo (Ds), porosidade total (Pt), macroporosidade (Map) e microporosidade (Mip) e amostras deformadas para as determinações de teores de argila, silte, areia total nas profundidades de 0,0-0,10m, 0,10-0,20m. As amostras foram coletas e analisadas segundo TEXEIRA et al., 2017.

Para a análise geoestatística dos dados, primeiramente foram submetidos a uma análise exploratória para verificar a presença de valores discrepantes. Utilizou-se a metodologia proposta de LIBARDI et al. (1996), segundo a qual o limite crítico para estes valores é definido a partir da dispersão interquartil (DQ), sendo o limite superior definido por $(Q3 + 1,5 \times DQ)$ e o inferior por $(Q1 - 1,5 \times DQ)$, em que Q1 e Q3 são o primeiro e o terceiro quartil, respectivamente.

Em seguida, os dados foram analisados por meio de estatística descritiva, calculando-se a média, mediana, valor mínimo, valor máximo, coeficiente de variação, quartil inferior, quartil superior, desvio padrão, coeficiente de assimetria e de curtose, buscando assim caracterizar a distribuição dos dados. A normalidade foi testada pelo teste Kolmogorov-Smirnov ($p < 0,05$).

Para a análise do coeficiente de variação (CV), foi adotada a classificação de PIMENTEL-GOMES (2009), sendo considerada, variabilidade baixa, se inferiores a 10%; médio quando de 10 a 20%; alto de 20% a 30% e muito alto quando acima de 30%.

A análise da variabilidade espacial foi baseada na teoria das variáveis regionalizadas, sendo utilizado o semivariograma. Os atributos foram obtidos e ajustados ao modelo experimental quanto, ao coeficiente de determinação (R^2), efeito pepita (C_0) e soma do quadrado dos resíduos (SQR), ajustando-se aos modelos: linear, esférico, exponencial e gaussiano.

O grau de dependência espacial dos atributos (GDE) foi determinado e classificado,

segundo ZIMBACK (2001), assumindo os seguintes intervalos: dependência espacial baixa para GDE menor que 25%, moderada GDE entre 25% e 75% e forte para GDE maior que 75%.

Os dados de produtividade da cultura da soja foram obtidos do banco de dados da Fazenda Real Chapada Grande, onde realizou o mapeamento da produtividade de soja, utilizando uma colheitadora John Deere STS 9770, equipada com o monitor de produtividade AFS® modelo Pro 600. O arquivo contendo os dados de produtividade foi exportado no formato shape e analisado utilizando o programa computacional, Qgis, versão 2.18 Las Palmas.

Inicialmente os valores de produtividade foram padronizados para 13% de umidade. Posteriormente foi realizada uma análise de outlier para eliminação dos valores discrepantes. Para esta análise, utilizou-se a metodologia proposta por LIBARDI et al. (1996), O mapa temático de produtividade da soja na área de estudo, gerado no formato shape, foi transformado em um arquivo raster. Após essa transformação, as coordenadas geográficas dos pontos amostrais foram sobrepostas no raster. Posteriormente, as coordenadas com respectivos valores de produtividade foram exportadas para um arquivo texto (txt). A partir do arquivo txt foi criada uma planilha com as coordenadas geográficas e os valores de produtividade de cada ponto amostral. Essa planilha serviu de base de dados para as análises da variabilidade espacial da produtividade da soja na área de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da estatística descritiva para os atributos: argila, silte e areia total são apresentados na Tabela 1, tendo o coeficiente de variação baixo para areia total, médio para argila e alto para silte e apresentando distribuição normal pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, ao nível de 5% de significância.

Var	Média	Med	DP	CV	Curt	Assim	Mín	Máx	Q1	Q3
Arg1	380,99	382,17	51,25	13,46	-0,52	0,03	266,44	502,55	340,98	413,50
Arg2	423,53	424,16	59,09	13,95	-0,30	-0,11	274,54	544,91	383,21	471,68
Silte1	219,04	215,96	40,36	18,46	-0,01	0,06	117,58	314,45	194,60	246,40
Silte2	200,38	203,06	44,21	22,06	0,09	-0,40	75,32	291,19	168,42	230,70
AT1	397,29	398,27	21,48	5,44	0,23	-0,11	342,28	450,55	383,41	412,06
AT2	375,14	370,04	32,95	8,78	-0,24	0,58	315,95	458,44	350,06	394,01

Arg – Argila, AT- Areia Total, 1- 0-0,10m, 2- 0,10-0,20m, Med – Mediana, DP- Desvio Padrão, CV- Coeficiente de Variação, Curt – Curtose, Assim – Assimetria, Mín – Mínimo, Máx – Máximo, Q1- Quartil inferior 25% e Q3- Quartil superior 75%

Tabela 1 Parâmetros da estatística descritiva da granulometria do solo em área cultivado com soja na região do cerrado piauiense

A Ds, Pt, Mip e Map apresentaram valores de média e mediana muito próximos, isso reflete no baixo CV dessas variáveis, com exceção da Map que apresentou CV alto. Cabe salientar que a Map é obtida de forma indireta, pela diferença entre Pt e Mi, ambas determinadas por ensaios de laboratório. Conseqüentemente, a propagação dos erros cometidos nos ensaios tende a acumular na macroporosidade, apresentando uma maior heterogeneidade, o que explica um CV mais elevado.

O coeficiente de variação da Ds, Pt, Mip e Map nas duas profundidades 0,0-0,10m e 0,1-0,20m, tem indicado que esse atributo sofre influência do manejo do solo, pois trata-se do não revolvimento da camada superficial. Tendo uma baixa variação na média das camadas. A pressão exercida no solo pelas máquinas e implementos utilizados nos tratos culturais e na colheita, pode gerar uma elevação da densidade do solo e redução da porosidade total do solo em determinadas regiões na área, principalmente quando efetuadas em condições de elevada umidade do solo.

Os valores médios nas duas profundidades de densidade do solo (1,23 e 1,27 Kg dm⁻³), microporosidade (0,43 e 0,43 m³.m⁻³), macroporosidade (0,12 e 0,11 m³.m⁻³) e porosidade total (0,54 e 0,53 m³.m⁻³) são considerados abaixo do valor crítico sugerido, uma vez que CAMARGO & ALLEONI (1997), descrevem que acima de 1,55 Kg.dm⁻³, e abaixo de 0,30 m³.m⁻³, para densidade do solo e para porosidade do solo, respectivamente, pode haver restrição no desenvolvimento das culturas em solos argilosos. De acordo com KIEHL (1979), os solos agrícolas não devem possuir menos que 10 % de macroporos e a relação macroporos e microporos têm que esta próxima 1/3 e 2/3, respectivamente. Com sério risco de comprometimento da produtividade das culturas, o que podemos observar em pontos isolado na área avaliada, onde a utilização constante da mecanização nas diversas fases das culturas tem grande impacto no solo, diminuindo suas porosidade do solo.

Var	Média	Med	DP	CV	Curt	Assim	Mín	Máx	Q1	Q3
Ds1	1,23	1,23	0,08	6,26	-0,54	0,10	1,06	1,40	1,17	1,28
Ds2	1,27	1,28	0,07	5,78	-0,01	-0,60	1,04	1,39	1,22	1,34
Pt1	0,54	0,54	0,04	6,66	-0,01	0,15	0,45	0,63	0,52	0,57
Pt2	0,53	0,53	0,03	6,19	0,02	0,22	0,45	0,62	0,50	0,55
Mip1	0,43	0,43	0,04	9,07	0,15	-0,31	0,32	0,51	0,41	0,45
Mip2	0,43	0,43	0,03	6,85	0,06	0,62	0,37	0,51	0,41	0,45
Map1	0,12	0,11	0,04	33,38	-0,18	0,56	0,06	0,23	0,09	0,15
Map2	0,11	0,10	0,03	27,27	0,06	0,74	0,05	0,21	0,08	0,13

Ds – Densidade do solo, Pt – Porosidade total do solo, Mip – microporosidade do solo, Map – Macroporosidade do solo, 1- 0-0,10m, 2- 0,10-0,20m, Med – Mediana, DP- Desvio Padrão, CV- Coeficiente de Variação, Curt – Curtose, Assim – Assimetria, Mín – Mínimo, Máx – Máximo, Q1- Quartil inferior 25% e Q3- Quartil superior 75%

Tabela 2 Parâmetros da estatística descritiva da densidade aparente, porosidade total, microporosidade e macroporosidade do solo em área cultivado com soja na região do cerrado piauiense

O modelo que apresentou melhor ajuste para os atributos físicos do solo foi o esférico, seguido do exponencial (Tabela 3). Todos os atributos que apresentaram dependência espacial, onde obtiveram valores de alcance superiores ao espaçamento utilizado na amostragem. Os atributos físicos do solo apresentaram valores de alcance, variando de 53,10m a 305,10m. Isto mostra que o alcance da dependência espacial depende da variável em estudo e que, se as amostragens realizadas nesta área considerassem estes alcances, os dados obtidos poderiam representar melhor a realidade da área amostrada.

Var	Mod	Alc	Patamar	Efeito Pepita	IDE	SQR	R ²
Argila1	Exp	132,75	2771	598,5	0,772	188607	0,803
Argila2	Esf	64,4	3206	10	0,997	107522	0,779
Silte1	Gaus	65	1840	236	0,9005	86816	0,775
Silte2	Esf	84,5	2217	1	1	107168	0,839
Areia1	Exp	189	716,65	133,35	0,777	8064	0,721
Areia2	Exp	114	1125	27	0,976	34231	0,81
Ds1	Esf	53,1	0,00562	0,00007	0,988	6,87E-08	0,75
Ds2	Gaus	61,14	0,00629	0,00103	0,836	5,76E-07	0,759
Pt1	Esf	154,9	0,001814	0,000902	0,503	7,55E-08	0,812
Pt2	Esf	66,7	0,001126	0,000093	0,917	2,17E-08	0,743
Mip1	Gaus	71,88	0,001182	0,000001	0,999	7,57E-08	0,737
Mip2	Esf	168,2	0,000787	0,000393	0,501	1,17E-08	0,842
Map1	Exp	97,2	0,00181	0,000205	0,887	5,86E-08	0,796
Map2	Esf	197,9	0,001826	0,000908	0,503	1,57E-07	0,729

Ds – Densidade do solo, Pt – Porosidade total do solo, Mip – microporosidade do solo, Map – Macroporosidade do solo, 1- 0-0,10m, 2- 0,10-0,20m, Mod – Modelo, Alc – Alcance, Esf – esférico; Exp – exponencial; Gaus – Gaussiano; GDE – Grau de dependência espacial, SQR – Soma de quadrado de resíduo e R² – Coeficiente de determinação

Tabela 3 Parâmetros dos modelos matemáticos de semivariância ajustados para argila, silte e areia nas profundidades de 0,0-0,10m, 0,10-0,20m

ARAÚJO et al. (2018) obtiveram resultados de alcance para Ds semelhantes e o modelo que melhor se ajustou foi gaussiano aos seus semivariogramas experimentais. ALHO et al. (2016) observaram alcances entre 26 e 51m para Ds, macro e microporosidade e os modelos teóricos que melhor se ajustaram aos semivariogramas foram o esférico e o exponencial. OLIVEIRA et al. (2013) concluíram que o valor do alcance influencia a qualidade da estimativa, e isso determina o número de valores utilizados na interpolação. Destaca-se que nas estimativas obtidas através da interpolação por krigagem, o uso de valores de alcance mais elevados é mais confiável, com mapas que melhor representam a realidade.

O grau de dependência espacial (GDE), proposto ZIMBACK (2001), apresentou-se

de moderada (entre 25% e 75%) a forte (RDE maior que 75%) (Tabela 6). Resultados esse que evidencia importância do conhecimento da estrutura de dependência espacial para a implantação da Agricultura de Precisão.

Os resultados da análise descritiva para a produtividade da cultura de soja na safra 2017/18 são apresentados na Tabela 4. Observa-se que a cultura da soja apresentou valores de produtividade bastante satisfatórios, com média de 3304,33 kg ha⁻¹. Apesar disto, verificou-se uma grande variação entre a produtividade mínima, de 2115,56 kg ha⁻¹ e máxima, de 4632,74 kg ha⁻¹, com amplitude de 2517,18 kg ha⁻¹, o que representa, 42 sc ha⁻¹ de variação. Esta diferença porém, resultou em um CV médio (18,46%). O elevado CV indica uma baixa precisão do experimento, porém como já dito anteriormente, ele não leva em consideração a distância entre amostras, ou seja, a variabilidade espacial. Segundo GONÇALVES et al. (2001), para a estimativa por krigagem, a normalidade dos dados é interessante na avaliação da dependência espacial, porém mais importante que isso é sua utilização para verificar a não tendência dos dados, conforme mostra o presente estudo.

Var	Média	Med	DP	CV	Curt	Ass	Mín	Máx	Q1	Q3
Prod	3304,3	3240,9	610,0	18,4	-0,55	0,29	2115,5	4632,7	2882,9	3688,2

Prod – Produtividade, Med – Mediana, DP- Desvio Padrão, CV- Coeficiente de Variação, Curt – Curtose, Assim – Assimetria, Mín – Mínimo, Máx – Máximo, Q1- Quartil inferior 25% e Q3- Quartil superior 75%

Tabela 4 Resultados da estatística descritiva para produtividade de grãos da soja (kg ha⁻¹), safra 2017/2018

O valor próximo da média e mediana indica que a produtividade tem distribuição simétrica, fato confirmado pelo teste KS (p<0,05).

Para a produtividade da cultura da soja, o modelo de semivariograma ajustado foi do tipo esférico, com alcance de 113,9 m e dependência espacial moderada 43%. BOTTEGA et al. (2013), analisando a variabilidade espacial da produtividade da soja em três safras consecutivas, obteve ajuste do modelo gaussiano para o primeiro ano, esférico para o segundo e exponencial para o terceiro, com alcances superiores aos 600 m e dependência espacial forte no primeiro ano e moderada nos seguintes. SCAVACINI et al. (2015) relatam ajuste de semivariograma exponencial, com alcance de 43 m e dependência espacial fraca.

Variáveis	Modelo	Alcance	Patamar	Efeito Pepita	GDE	SQR	R2
Produtividade	Esférico	113,9	350200	150500	43	5,35E+09	0,635

GDE – Grau de dependência espacial, SQR – Soma de quadrado de residuo e R2 – Coeficiente de determinação

Tabela 5 Parâmetros dos modelos matemáticos de semivariância ajustados para produtividade da soja

Os diferentes modelos ajustados para os semivariogramas de produtividade de soja, em diferentes trabalhos, indicam que o manejo influencia fortemente na variabilidade espacial da produtividade desta cultura.

CONCLUSÕES

A produtividade da soja em sistema plantio direto mostrou uma alta variabilidade e moderada dependência espacial, o que ressalta a importância de um manejo localizado.

Um manejo diferenciado do solo deve ser conduzido na área, sendo justificado pela alta variabilidade espacial dos atributos físicos do solo.

A espacialização dos atributos físicos do solo demonstra locais onde os valores são restritivos para o desenvolvimento da cultura da soja, permitindo manejo localizado em caso de intervenção na área.

REFERÊNCIAS

ALHO, L. C.; CAMPOS, M. C. C.; SILVA, D. M. P.; SOUZA, Z. M.; CUNHA, J. M.; SOARES, M. D. R. Atributos físicos e geoespaciais de Cambissolo e Argissolo de mata nativa em Humaitá, AM. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.32, n.2, p.422-430, 2016.

ARAÚJO, D. C. dos S.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; MONTENEGRO, A. A. de A.; SILVA JUNIOR, V. de P. E.; SANTOS, S. M. dos. Spatial variability of soil attributes in na experimental basin in the semi-arid region of Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 1, p. 38-44. 2018.

BONETTI, J. A.; PAULINO, H.B.; SOUZA, E.D.; CARNEIRO, M.A.C.; SILVA, G.N. Influência do sistema integrado de produção 120 agropecuária no solo e na produtividade de soja e braquiária. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, v. 45, n. 1, p. 104–112, 2015.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1997. 132p.

DLAMINI, P., CHIVENGE, P., CHAPLOT, V. Overgrazing decreases soil organic carbon stocks the most under dry climates and low soil pH: A meta-analysis shows. **22 Agriculture, Ecosystems & Environment**. v.221, p. 258–269. 2016.

DONAGEMMA, G. K. ; FREITAS, P. L. ; BALIEIRO, F.C. ; FONTANA, A. ; SPERA, S. T. ; LUMBRERAS, J. F. ; VIANA, J. H. M. ; ARAÚJO FILHO, J. C. ; SANTOS, F.C. ; ALBUQUERQUE, M. R. ; MACEDO, M. C. M. ; TEIXEIRA, P. C. ; AMARAL, A. J. ; BORTOLON, E. S. O. ; BORTOLON, L. . Caracterização, potencial agrícola e perspectivas de manejo de solos leves no Brasil. **PESQUISA AGROPECUARIA BRASILEIRA JCR**, v. 51, p. 1003-1020, 2016.

GUEDES FILHO O, SILVA A. P, GIAROLA NFB, TORMENA CA. Structural properties of the soil seedbed submitted to mechanical and biological chiseling under no-tillage. **Geoderma**. 2013;204/205:94-101.

HUNKE, P.; MUELLER, E. N.; SCHRÖDER, B.; ZEILHOFER, P. The Brazilian Cerrado: assessment of water and soil degradation in catchments under intensive agricultural use: ecohydrological assessment of the Brazilian Cerrado. **Ecohydrology**, Hoobroken, v.8, n.6, p.1154-1180, 2015.

KAMIMURA, K.M.; SANTOS, G.R. dos; OLIVEIRA, M.S. de; DIAS JUNIOR, M. de S.; GUIMARÃES, P.T.G. Variabilidade espacial de atributos físicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo, sob lavoura cafeeira. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.37, p.877-888, 2013. DOI: 10.1590/S0100-06832013000400006.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.

LIBARDI, P.L.; MANFRON, P.A.; MORAES, S.O. & TUON, R.L. Variabilidade da umidade gravimétrica de um solo hidromórfico. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, 20:1-12, 1996.

MEDEIROS, R. M.; AZEVEDO, P. V.; SABOYA, L. M. F.; FRANCISCO, P. R. M. Classificação climática e zoneamento agroclimático para o município de Amarante - PI. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.7, n.2, p.170-180, 2013.

MEMOLI, V.; EYMAR, E.; GARCIA-DELGADO, C.; ESPOSITO, F.; SANTORUFO, L.; MARCO, A.; BARILE, R.; MAISTO, G. Total and fraction content of elements in volcanic soil: natural or anthropogenic derivation. **Science of the Total Environment**, v. 625, p. 16–26, 2018.

OLIVEIRA IA, CAMPOS MCC, AQUINO RE, FREITAS L, SILVA DMP. 2013. Spatial dependence of the aggregate stability and organic matter in a cambisol under sugar cane cultivation. *Revista Caatinga*, 26 (4) :1-9.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**, 15. Ed. Piracicaba: ESALQ, 2009. 451p.

SANTOS, H. G. DOS; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. DOS; OLIVEIRA, V. A. DE; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. DE; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2013. 353p.

SIVARAJAN, S.; MAHARLOOEI, M.; BAJWA, S.G.; NOWATZK, J. Impact of soil compaction due to wheel traffic on corn and soybean growth, development and yield. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v.175, p.234-243, 2018.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solos**. 3.ed. rev. ampl. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. 573p.

VAUCLIN, M.; VIEIRA, S.R.; VAUCHAUD, G.; NIELSEN, D.R. The use of cokringing with limited field soil observation. **Soil Science Society of America Journal**, v.47, p.175-184, 1983.

VIEIRA, S.R.; NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W. Spatial variability of field-measured infiltration rate. **Soil Science Society of America Journal**, v.45, p.1040-1048, 1981.

ZIMBACK, C. R. L. **Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo**. 2001. 114 f. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

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 (CCCh) 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.

FERNANDO FREITAS PINTO JÚNIOR - Graduando em Agronomia pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Técnico em Edificações pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA). Membro do Grupo Pesquisa em Fruticultura do Maranhão (FRUTIMA) e do Grupo de Estudo e Pesquisa em Bioinsumos no Maranhão (BIOIMA). Tem conhecimento e experiência nas áreas de construção rural, forragicultura, fruticultura e propagação vegetal. Desenvolve pesquisas na área de Agronomia com ênfase em fitotecnia, propagação vegetal, produção e manejo de espécies vegetais, horticultura, fruticultura, proteção de plantas e promoção de crescimento vegetal com a utilização de bioinsumos. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2110652316121025>.

JONATHAS ARAÚJO LOPES - Bacharel em Engenharia Agrônoma pela Universidade Estadual do Piauí, campus Professor Alexandre Alves de Oliveira (Parnaíba-PI). Atualmente atuou como Residente no Curso de Especialização em Residência Profissional Agrícola, da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5158049999484737>

A

Adoção 29, 43, 70, 74, 80

Agave maximiliana 173, 174, 182

Água 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 40, 75, 76, 111, 118, 119, 120, 121, 122, 137, 138, 140, 141, 142, 159, 160, 161, 163, 165, 166, 167, 169, 170, 172, 194, 214

Água residuária 137, 159, 163, 165, 166, 167, 169, 170, 172

Amazônia 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 110, 112, 115

Ambientais 20, 21, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 35, 36, 38, 39, 41, 72, 89, 95, 135, 140, 161, 172

Amostragem 85, 86, 89, 161, 216, 219

Aquaponia 38, 39, 40, 41

Atividade 21, 22, 23, 24, 27, 29, 34, 40, 70, 78, 91, 118, 159, 160, 171, 199

Atributos físicos 186, 194, 195, 213, 214, 215, 219, 221, 222

Avaliação 5, 15, 17, 20, 28, 31, 36, 77, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 94, 109, 112, 126, 127, 130, 131, 203, 205, 206, 207, 209, 212, 220

Avaliação de danos 85, 86, 87, 89

B

Balanço catiônico 1, 2, 3, 5, 8, 10, 12, 13, 14

Benefícios 38, 39, 124, 126, 204, 212

Biocombustíveis 135, 136, 141, 142, 143

Biofertilizante 140, 159, 169

Biorecurso 159

Blends de plantas 196

Brasil 3, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 25, 27, 29, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 42, 43, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 86, 89, 96, 108, 111, 116, 117, 125, 128, 130, 135, 141, 142, 143, 144, 149, 159, 160, 170, 171, 186, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 212, 213, 221

Brucella abortus 70, 79, 82, 83, 84

C

Cactaceae 149

Cana-de-açúcar 90, 94, 114, 134, 164, 166, 168

Cenário brasileiro 135, 141, 142

Cerrado piauiense 213, 214, 215, 217, 218

Cobertura vegetal 116, 117, 119, 120, 121, 122

Coefficiente de variação 202, 203, 205, 206, 216, 217, 218, 220

Compostos medicinais 196

Controle 1, 4, 15, 16, 17, 20, 41, 70, 71, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 86, 89, 117, 118, 121, 124, 127, 129, 131, 132, 133, 134, 138, 141, 143, 169, 195, 198, 199

Convencional 29, 40, 41, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 121, 123, 133, 159, 169, 170

Cultura da soja 5, 15, 123, 125, 127, 128, 129, 130, 202, 206, 210, 213, 215, 217, 220, 221

D

Dessorção 117

Doenças 16, 17, 70, 71, 75, 77, 78, 80, 81, 83, 95, 97, 108, 111, 127, 129, 131, 197, 200

Doenças bióticas 95, 97

E

Enraizador 154, 155, 156, 157

F

Falhas na cultura 90, 93

Fertirrigação 159, 166, 167, 169, 172

Fitopatologia 95, 97, 108

G

Geoestatística 213, 215, 216

Geopolítica 43

Glycine max (L.) Merrill. 2

H

Hylocereus 149, 150, 152

I

Impactos ambientais 21, 24, 25, 29, 30, 31, 35, 36, 140, 172

Insetos praga 128

Irrigação sustentável 21, 32, 33, 34

L

Lagarta do cartucho 85, 86

Legislação dos agrotóxicos 16

Leis 16, 19, 20

Levantamento fitossociológico 110, 115

Lixiviação 29, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126

M

Manejo biológico 127, 128, 129, 133

Manejo de solo 213, 214

Mapas temáticos 213

Materia seca 154

Mecanização agrícola 90, 212

Medicina alternativa 196

Microalgas 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143

Microrganismos 72, 95, 97, 98, 120, 136, 138

Milho 15, 85, 86, 87, 88, 89, 121, 122, 124, 125, 141, 165, 167, 168, 169, 171, 203, 212

Motor elétrico 202, 204

Mudas 91, 93, 96, 97, 115, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 169, 172

N

Nicotiana tabacum 196

Nitrogênio 140, 159, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171

P

Paisagismo 95

Particularidades 43

Penetração de raízes 186, 195

Pitaia 148, 149, 150, 151, 152, 153

Plantas daninhas 110, 111, 112, 114, 115, 117, 118, 119, 121, 123, 124

Plantio direto 15, 116, 117, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 194, 195, 213, 214, 215, 221

Plantio mecanizado 90, 91, 92, 93

Pragas 16, 17, 86, 89, 111, 127, 129, 130, 133, 134

Pré-emergência 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125

Prendimiento 154, 156, 157, 158

Produtividade 1, 2, 3, 14, 17, 23, 25, 27, 30, 31, 32, 41, 66, 67, 68, 70, 77, 111, 127, 129, 133, 137, 139, 149, 163, 166, 169, 171, 172, 202, 203, 205, 206, 207, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 217, 218, 220, 221

Produtividade de grãos 2, 129, 169, 220

R

Relação Ca:Mg 2

Resistência mecânica 186, 195

Retenção 29, 71, 77, 116, 117, 119, 120, 121, 122, 125, 162, 214, 215

Revolução verde 42, 43, 66

Rosa do deserto 95, 96, 97, 98, 99, 100, 104, 106, 107, 108, 109

S

Saccharum officinarum 110, 111

Saccharum spp. 90, 91, 94

Saúde única 70, 78, 80

Sistema agroflorestral 169, 172, 186, 194

Sistema agroindustrial 173, 175, 178, 179, 182, 183

Sistemas orgânicos 186

Sustentabilidade e avanço 22

T

Tabuleiros costeiros 186, 194

Transgênico 85, 86, 87, 88

U

Umidade do solo 1, 2, 7, 10, 22, 27, 30, 218

Z

Zoonose 70, 71, 72, 77, 79

🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Estudos sistemáticos e pesquisas avançadas 3


Atena
Editora
Ano 2023

🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



CIÊNCIAS AGRÁRIAS:

Estudos sistemáticos e pesquisas avançadas 3


Ano 2023