

O FUTURO DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

INOVAÇÕES E
DESAFIOS



Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Izumy Pinheiro Doihara
Gerson Freitas Vieira Neto
(Organizadores)

O FUTURO DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

INOVAÇÕES E
DESAFIOS



Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Izumy Pinheiro Doihara
Gerson Freitas Vieira Neto
(Organizadores)

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Ellen Andressa Kubisty

Luiza Alves Batista

Nataly Evilin Gayde

Thamires Camili Gayde

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2024 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2024 Os autores

Copyright da edição © 2024 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**

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

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

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

Profª Drª Ariadna Faria Vieira – Universidade Estadual do Piauí

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

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª 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
Profª Drª Jessica Mansur Siqueira Crusoé – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

O futuro das ciências agrárias: inovações e desafios 2

Diagramação: Ellen Andressa Kubisty
Correção: Jeniffer dos Santos
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Izumy Pinheiro Doihara
Gerson Freitas Vieira Neto

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
F996	<p>O futuro das ciências agrárias: inovações e desafios 2 / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Izumy Pinheiro Doihara, Gerson Freitas Vieira Neto. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2024.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-2863-3 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.633241009</p> <p>1. Ciências agrárias. 2. Inovação tecnológica. 3. Sustentabilidade. I. Matos, Raissa Rachel Salustriano da Silva (Organizadora). II. Doihara, Izumy Pinheiro (Organizadora). III. Vieira Neto, Gerson Freitas (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.

É com muita satisfação que temos a oportunidade de apresentar a segunda edição da nossa obra sobre “O futuro das ciências agrárias: inovações e desafios”. As ciências agrárias que hoje, governada pelo desafio da produção de alimentos de forma sustentável em quantidade e qualidade adequada, traz grandes desafios para a atualidade. Isto tem demandado à ciência e a tecnologia a descoberta de novas metodologias e ferramentas, e principalmente, ajustes constantes das técnicas já empregadas nas atividades agrícolas.

A obra “O Futuro das ciências agrárias: inovações e desafios 2” aborda em seus capítulos, pesquisas destinadas ao setor agrário, com intuito de nortear o fortalecimento de atividades realizadas pelas ciências agrárias no tocante à busca por metodologias adequadas voltadas ao uso do solo e dos recursos naturais com responsabilidade e consciência ambiental e produção de alimento com segurança e soberania alimentar.

Agradecemos aos autores, colaboradores pela dedicação na construção desta segunda edição e aos leitores pela recepção e utilização deste trabalho, pois nos motiva a continuarmos na busca e na construção de um entendimento sobre o futuro das ciências agrárias frente aos desafios imposto pela atualidade.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Izumy Pinheiro Doihara
Gerson Freitas Vieira Neto

CAPÍTULO 1 1**PORTA-ENXERTOS E ESPALDEIRA ALTA: ESTRATÉGIAS PARA MAXIMIZAR A PRODUÇÃO E QUALIDADE DAS UVAS**

Débora Cavalcante dos Santos Carneiro

Francisco José Domingues Neto

Cristine Vanz Borges

Marco Antonio Tecchio

Giuseppina Pace Pereira Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6332410091>**CAPÍTULO 2 12****DIFICULDADES PARA A COMERCIALIZAÇÃO DE FARINHA DE MANDIOCA NA PERSPECTIVA DOS PRODUTORES RURAIS DE COMUNIDADES BRAGANTINAS, PARÁ**

Ana Paula Macedo de Jesus

Amanda da Silva Nogueira

Ruth Helena Cristo Almeida

Leonardo Elias Ferreira

Elias Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6332410092>**CAPÍTULO 3 18****IMPACTO DO ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE DO CHÁ-MATE: UMA ABORDAGEM DE APRENDIZADO DE MÁQUINA**

Bianca Pio Ávila

Layla Damé Macedo

Maicon da Silva Lacerda

Alice Pereira Lourenson

Márcia Arocha Gularte

Frederico Kremer

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6332410093>**CAPÍTULO 428****AMOSTRAGEM DO SOLO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES DE SOLO**

Diego Oliveira Ribeiro

Gustavo de Mattos Radmann

Samuel Felisbino da Silva

Andrisley Joaquim da Silva

Rogerio Machado Pereira

Zaqueu Henrique de Souza

Gildomar Alves dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6332410094>**CAPÍTULO 534****MATURAÇÃO DAS UVAS: FASES, FATORES INFLUENCIADORES E IMPACTOS NA QUALIDADE DO VINHO**

Francisco José Domingues Neto

Débora Cavalcante dos Santos Carneiro
 Cristine Vanz Borges
 Giuseppina Pace Pereira Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6332410095>

CAPÍTULO 646

INFLUÊNCIA DE ASSOCIAÇÕES ENTRE PACOTES QUÍMICOS E INOCULANTES EM PRÉ SEMEADURA OU NÃO DA SOJA. SAFRA 2018/2019. PINDORAMA-SP

Ivana Marino Bárbaro
 Everton Luis Finoto
 Elaine Cristine Piffer Gonçalves
 Fabio Oliviere de Nóbile
 José Antonio Alberto da Silva
 Fernando Bergantini Miguel
 Anita Schmidek
 Marcelo Henrique de Faria
 Regina Kitagawa Grizzotto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6332410096>

CAPÍTULO 764

O IMPACTO DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE PODA DE LEUCENA NA GERMINAÇÃO DA *LACTUCA SATIVA* L.

Natália Bastos da Silva
 Larissa Silva Amaro
 Fernanda Macedo de Araujo Azeredo
 Davi Machado Motta
 Ana Luiza Cardoso Dantas da Costa
 Vitoria Cristina Mendes Fonseca Larangeira
 Victor da Costa
 Pedro Soares de Melo
 Nicole Pereira de Souza Rocha
 Gabriela Martins Corrêa
 Julia Ramos de Oliveira
 Alice da Silva Bastos Guimarães
 Cristina Moll Hüther

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6332410097>

CAPÍTULO 876

ENFOQUE SISTÊMICO E OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO AGRÍCOLA: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Claudio Raimundo de Bastos Brasil

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6332410098>

CAPÍTULO 990

USO DE *BACILLUS MEGATERIUM* NO MANEJO SUSTENTÁVEL DE *MANIHOT*

ESCULENTA CRANTZ: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Lídia Ferreira Moraes

Fernando Freitas Pinto Junior

Janaiane Ferreira dos Santos

Gilcyvan Costa de Sousa

Josiel Lima Mesquita

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6332410099>

SOBRE OS ORGANIZADORES 101

ÍNDICE REMISSIVO 102

PORTA-ENXERTOS E ESPALDEIRA ALTA: ESTRATÉGIAS PARA MAXIMIZAR A PRODUÇÃO E QUALIDADE DAS UVAS

Data de aceite: 02/09/2024

Débora Cavalcante dos Santos Carneiro

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências Agrônômicas,
Botucatu

Francisco José Domingues Neto

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências Agrônômicas,
Botucatu

Cristine Vanz Borges

Universidade Alto Vale do Rio do Peixe
(UNIARP)

Marco Antonio Tecchio

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências Agrônômicas,
Botucatu

Giuseppina Pace Pereira Lima

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências Agrônômicas,
Botucatu

RESUMO: A viticultura desempenha um papel crucial na produção mundial de frutas, com uma área significativa dedicada ao cultivo de videiras e uma produção robusta de uvas destinadas ao vinho, mesa e passas. A vitivinicultura não só influencia positivamente a economia agrícola, mas

também promove a sustentabilidade das pequenas propriedades rurais, especialmente na agricultura familiar. O uso de porta-enxertos é uma prática essencial na viticultura moderna, especialmente devido à necessidade de resistência a pragas como a filoxera (*Daktulosphaira vitifoliae*). Além de proteger as videiras contra pragas, os porta-enxertos podem melhorar o vigor das plantas, a resistência a doenças e a tolerância a condições adversas do solo. A escolha do porta-enxerto adequado depende das condições edafoclimáticas e da compatibilidade com a cultivar copa, influenciando diretamente a produtividade e a qualidade das uvas. Porta-enxertos bem escolhidos podem resultar em maiores rendimentos, melhor qualidade dos frutos e maior longevidade dos vinhedos. Além dos porta-enxertos, os sistemas de condução das videiras são determinantes para o sucesso da produção vitícola. O sistema de espaldeira tradicional é o mais utilizado no Brasil, porém, a espaldeira alta tem demonstrado resultados superiores em termos de produção e qualidade das uvas. A espaldeira alta aumenta a taxa fotossintética das plantas, o que se reflete em um maior acúmulo de carboidratos nas bagas e, conseqüentemente, um maior teor

de açúcar nos frutos. Esse sistema também melhora a circulação de ar e a exposição à luz solar, reduzindo a incidência de doenças e promovendo a maturação uniforme das uvas. Além disso, a espaldeira alta pode facilitar as práticas de manejo e colheita, contribuindo para a eficiência operacional nos vinhedos. Este capítulo aborda a importância dos porta-enxertos e da espaldeira alta na viticultura brasileira, destacando os benefícios dessas práticas para a produção e qualidade das uvas.

INTRODUÇÃO

A viticultura agrega uma importância significativa para a produção mundial de frutas. No ano de 2022, a área destinada ao cultivo de videiras foi de 76.101 hectares, com a produção de 1.450.805 toneladas, sendo que, desse percentual, 51,4 % foram uvas destinadas ao processamento e 48,6 % uvas destinadas para mesa (AGRIANUAL, 2022). Os principais produtores de uva para vinho são a China, Itália, Estados Unidos, Espanha e França. Nesse contexto, dentre os principais países produtores de uvas para mesa, destacam-se a China, a Índia, Turquia, o Egito e o Irã. O Brasil, no entanto, ocupa a 13ª posição de uva para processamento e 8ª posição na produção de uvas para mesa (OIV, 2022).

Os estados que tiveram destaque na produção de uvas foram o Rio Grande do Sul, Pernambuco e São Paulo, representando um percentual de 87 % da produção nacional (MELLO; MACHADO, 2022). Salienta-se que a produção de cada estado varia de acordo com as condições edafoclimáticas e manejo adotado para a finalidade desejada. A uva está incluída entre os seis produtos responsáveis por cerca de 70 % do valor bruto da produção brasileira de frutas independente da finalidade que se dará a produção (AGRIANUAL, 2022).

A região Sul do Brasil lidera a viticultura no país, representando 73 % da área total. Desse total, 62,41% da área vitícola nacional está localizada no Rio Grande do Sul, correspondendo a uma área de 46.815 hectares, seguidos do estado do Paraná com 4.000 hectares e Santa Catarina com 3.940 hectares. Por outro lado, a região Nordeste do país, precisamente o Vale do São Francisco, que abrange os Estados de Pernambuco e Bahia com um percentual de 10,04 % da produção nacional, sendo que Pernambuco lidera com 11 % da área nacional. Embora os demais estados tenham apresentado interesse pela cultura, o cultivo ainda é discreto. Atualmente, Pernambuco ocupa a primeira posição em uvas destinadas para mesa, e na região Sudeste, o Estado de São Paulo é o segundo maior produtor de uvas para mesa, representando 10,69 % da área nacional, seguidos por Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro. O Centro-Oeste do país ainda tem uma área reduzida, porém vem investindo na produção de vinhos finos (IBGE, 2023; MELLO; MACHADO, 2022).

A produção de uvas de qualidade está inteiramente relacionada a diversos fatores, tais como a cultivar copa, o porta-enxerto e o sistema de condução e a interação entre eles.

As características agronômicas e fisiológicas das cultivares copa, como vigor, produção, tamanho de cachos e bagas, repartição de fotoassimilados, teor de açúcares e acidez dos frutos, e outros compostos importantes para a qualidade dos sucos e vinhos podem ser influenciados por esses fatores (LEÃO et al., 2020).

O uso de porta-enxertos na viticultura não apenas protege contra danos causados pela Filoxera (*Daktulosphaira vitifoliae*), mas também possibilita o cultivo em condições adversas de solo, como a presença de pragas e alta salinidade, afetando diretamente o desenvolvimento vegetativo, a duração das fases fenológicas e a qualidade da produção (SILVA et al., 2018). A interação entre copa e porta-enxerto é amplamente estudada em diferentes condições edafoclimáticas, visando otimizar o crescimento vegetativo, a produtividade e a qualidade das uvas (TECCHIO et al., 2011; RIZK-ALLA et al., 2011; TECCHIO, et al., 2022; SILVA, et al., 2022; SÁNCHEZ et al., 2023).

Com a expansão das áreas vitivinícolas, a escolha do sistema de condução dos vinhedos influencia diretamente na arquitetura e nas características fisiológicas das videiras, além dos aspectos quantitativos e qualitativos dos frutos. Embora a espaldeira com três fios de arame seja o sistema mais utilizado, novas variações têm surgido para aumentar a área foliar, favorecendo características fisiológicas que incrementam a produção e melhoram a qualidade dos frutos, especialmente em termos de compostos fenólicos e açúcares, fundamentais para a qualidade de sucos e vinhos (DOMINGUES NETO et al., 2022; DOMINGUES NETO et al., 2023).

Dentre as alternativas de sistemas de condução, tem-se a espaldeira alta, com quatro fios de arame, proporcionando maior altura do dossel vegetativo. A interação da radiação solar com a estrutura da copa da videira influencia diretamente a produtividade, afetando a distribuição de luz, assimilação de carbono e déficit hídrico (DEL ZOZZO et al., 2024). Uma folhagem adequada é fundamental para a fotossíntese, sem criar sombreamento excessivo que poderia prejudicar o desenvolvimento e o amadurecimento das uvas (WU et a., 2018; MICCICHÈ et al., 2023). Durante a maturação, a exposição adequada à luz é essencial para a síntese e acúmulo de antocianinas e flavonóis, que se relacionam positivamente com a exposição à radiação solar (MARTÍNEZ-LÜSCHER et al., 2019; YU et al., 2022).

Estudos de sistemas de condução em uvas para processamento mostraram variações significativas na produção e na qualidade da uva e do vinho ou suco (BAVOUGIAN, et al., 2012; WÜRZ et al., 2019; SIMONETTI et al., 2022; DOMINGUES NETO et al., 2023).

Neste capítulo, foram analisados o uso de porta-enxertos e o sistema de espaldeira alta na viticultura brasileira, discutindo seus impactos na produtividade das videiras e na qualidade das uvas.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O desenvolvimento deste capítulo sobre porta-enxertos e espaldeira alta na viticultura baseou-se em uma revisão abrangente de boletins técnicos, artigos científicos e livros que abordam os principais aspectos do tema na viticultura.

UTILIZAÇÃO DE PORTA-ENXERTOS NA VITICULTURA

Devido ao aparecimento de um pulgão milimétrico denominado filoxera (*Daktulosphaira vitifoliae*), originário primariamente da América do Norte, um afídeo que, parasita a videira como sua única planta hospedeira, foi necessária a realização da enxertia. Assim, o uso da enxertia se tornou uma das bases necessárias à viticultura, surgindo em meados do século XIX (BUENO et al., 2010). Com o crescimento da viticultura, houve aumento na demanda de maior desempenho agrônômico nos novos plantios de uvas ou já existentes. Portanto, a implementação de técnicas de enxertia nunca foi tão fundamental, visto a necessidade de resistência aos estresses bióticos e/ ou abióticos e às alterações físico-químicas dos solos que implicam em maior necessidade de resistência pela planta (GIOVANNINI, 2014; RIBEIRO et al., 2017).

Os porta-enxertos têm sido amplamente utilizados, a fim de garantir resistência contra essa praga, promovendo também crescimento vegetativo, produção e qualidade de cachos e bagas. Esses fatores são observados de acordo com as condições edafoclimáticas e a cultivar copa sobre ele enxertada. A indicação de um porta-enxerto está diretamente relacionada à boa adaptação deles com as condições ambientais e compatibilidade com a copa, esse fator tem plena influência sobre produtividade e algumas características físico-químicas da baga (MOTA et al., 2009).

Atualmente, existem disponíveis no mercado porta-enxertos de excelente qualidade, contudo havendo cada um deles suas limitações, e o que irá determinar qual melhor tipo de porta-enxerto para determinada variedade copa, tipo de solo e condições de cultivo, serão as experimentações regionais (POMMER, 1997). Para prevenção desse efeito danoso causado pela filoxera em sua forma radicícola, as cultivares de videiras são propagadas por meio de enxertia sobre porta-enxertos de espécies de videiras americanas, por serem considerados tolerantes ou resistentes à essa praga (TECCHIO et al., 2013).

Alguns exemplos de porta-enxertos utilizados na viticultura são o 106-8 'Mgt Ripária' e 'IAC 766 Campinas', sendo que a preferência pelos viticultores é o 'IAC 766 Campinas', por apresentar maior vigor e maior adaptação a solos mais erodidos. O 106-8 'Mgt' é um híbrido entre *Vitis riparia* x (*Vitis rupestris* x *Vitis cardifolia*), obtido por Millardet e De Grasset na França, em 1882 e introduzido como *Vitis riparia* em Jundiaí. Apresenta bom desenvolvimento, bem adaptado a vários tipos de solos das regiões do Estado de São Paulo, principalmente os mais ácidos. Durante o seu desenvolvimento vegetativo, necessita de tratamentos fitossanitários, por ser suscetível à antracnose. É muito utilizado para variedade 'Niagara', mas possui afinidade com outras cultivares (POMMER et al., 2003).

O 'IAC 766 Campinas' foi obtido pelo cruzamento do porta-enxerto 'Traviú' com a espécie de videira tropical *Vitis caribaea*, realizado em 1958, no IAC, por Santos Neto (POMMER et al., 2003). Esse tem sido muito utilizado nos estados do Paraná e São Paulo, substituindo, inclusive, outros porta-enxertos mais antigos, usado previamente para o cultivo de uva para mesa. Trata-se de um porta-enxerto bem adaptável em regiões tropicais. Tem como características folhas bastante resistentes às doenças, suas estacas apresentam bom índice de pegamento, e é recomendado para várias cultivares paulistas (MOTA et al., 2009).

Os porta-enxertos são selecionados para melhorar a produtividade das videiras através de várias maneiras. Primeiramente, oferecem resistência a pragas e doenças, como a filoxera e nematoides, permitindo que as videiras se desenvolvam vigorosamente sem a interferência de tais fatores, resultando em maiores produções (TITOVA et al., 2022). Em segundo lugar, certos porta-enxertos são escolhidos por sua capacidade de tolerar solos com pH extremo, alta salinidade ou baixa fertilidade (GIOVANNINI, 2014; RIBEIRO et al., 2017). Essa adaptabilidade permite que as videiras sejam cultivadas em uma variedade mais ampla de condições, aumentando a área de cultivo possível e, conseqüentemente, a produção total. Além disso, porta-enxertos vigorosos promovem um crescimento vegetativo mais robusto, resultando em videiras mais fortes e produtivas (HERNANDES et al., 2010).

Além de aumentar a produção das videiras, os porta-enxertos também influenciam diretamente a qualidade das uvas. Eles possuem forte influência no desenvolvimento vegetativo, nas trocas gasosas e no desempenho hídrico da variedade copa (MOTA et al., 2009; LIMA et al., 2014; BARCIA et al., 2014; BURIN et al., 2014; KOUNDOURAS et al., 2009; SILVA et al., 2008; DOMINGUES NETO et al., 2023) e podem melhorar a composição físico-química das uvas, afetando características como o teor de açúcar, acidez, e concentração de compostos fenólicos (ABE et al., 2007; REYNOLDS et al., 2022;). Estas características são essenciais para a produção de vinhos de alta qualidade e sucos. Porta-enxertos adequados também podem influenciar o tamanho dos cachos e a uniformidade das bagas, resultando em uma colheita de qualidade superior (FERRARA, et al., 2021; DOS SANTOS, et al., 2023). Cachos uniformes são mais desejáveis tanto para consumo *in natura* quanto para processamento. A compatibilidade entre o porta-enxerto e a cultivar copa é crucial para o desenvolvimento de uvas de qualidade. Uma boa combinação pode melhorar o fluxo de seiva e a eficiência na utilização de nutrientes, resultando em frutos mais saudáveis e saborosos (ALFARO et al., 2021; KULLMAN et al., 2021).

O uso de porta-enxertos na viticultura brasileira é uma prática essencial para garantir a sanidade das videiras e a qualidade dos frutos. A escolha criteriosa dos porta-enxertos, levando em consideração as condições edafoclimáticas e a compatibilidade com a cultivar copa, é fundamental para maximizar a produção e obter uvas de alta qualidade (TECCHIO et al., 2011; RIZK-ALLA et al., 2011; TECCHIO, et al., 2022; SILVA, et al., 2022; SÁNCHEZ et al., 2023; DOMINGUES NETO et al., 2023).

A interação entre a cultivar copa e o porta-enxerto pode influenciar nas características agrônomicas e fisiológicas da produção de uvas para processamento, sejam elas para suco e/ou vinhos. Dentre essas características destacam-se vigor, produção, tamanho de cachos e bagas, repartição de fotoassimilados, teor de açúcares e acidez dos frutos, além de outros compostos importantes para a qualidade final desses produtos (LEÃO, et al., 2011; DOMINGUES NETO et al., 2023).

Segundo Leão et al. (2011), antes da escolha de um porta-enxerto, é necessário um estudo da área de cultivo, pois as condições edafoclimáticas diferem para cada região e até dentro da mesma região de cultivo podem ocorrer diferenças, tornando, assim, uma escolha difícil. E com base na repetição de pesquisas realizadas em determinadas áreas de cultivo, através de bancos de dados coletados, a probabilidade da escolha assertiva desse material é maior. Existe uma necessidade para a combinação ideal entre porta-enxertos e variedades copa, uma vez que não é somente necessário um bom porta-enxerto cujo desempenho agrônomico da planta seja mais vigoroso e com melhores características, sendo também necessário que a junção desse porta-enxerto com a variedade copa tenha total compatibilidade para a produção de uvas. Soma-se a essa condição, o fato de que o avanço dos programas de melhoramento genético coloca no mercado novas cultivares tanto de copa quanto de porta-enxertos, estimulando os pesquisadores, cada vez mais, a lançarem mão de experimentações a fim de encontrarem o melhor porta-enxerto para cada local e variedade (ALVARENGA et al., 2002).

SISTEMAS DE CONDUÇÃO

Os sistemas de condução das videiras desempenham um papel vital na determinação do crescimento vegetativo, da produtividade e da qualidade dos frutos. Têm relação direta com o crescimento vegetativo da planta, podendo modificar o microclima da videira tendo como resposta maior qualidade e produtividade do vinhedo (SIMONETTI et al., 2021; DOMINGUES NETO, 2023). Existem variedades de sistemas de condução, no entanto, o mais utilizado pelos viticultores é a espaldeira tradicional, com arames dispostos a 1; 1,3; e 1,6 m de altura em relação ao solo. Talvez, essa preferência esteja relacionada à redução de custos para o viticultor, visto que consegue ter uma boa produção em seu vinhedo. Porém, tem-se observado que quando se aumenta mais um fio de arame situado a 2 m de altura do solo, essa produção e qualidade da uva tende a aumentar. O uso de espaldeira alta aumenta a taxa fotossintética e isso reflete diretamente no fruto, aumentando a taxa energética pelo acúmulo de carboidrato na baga e conseqüentemente maior teor de açúcar no fruto (DOMINGUES NETO, 2023).

Entre os diversos métodos de condução, a espaldeira alta tem ganhado destaque por seus benefícios fisiológicos e impactos positivos na produção e na qualidade das uvas e dos sucos de uva (SIMONETTI et al., 2021; DOMINGUES NETO et al., 2022; DOMINGUES NETO et al., 2023).

A espaldeira alta envolve a disposição dos arames de suporte em alturas maiores, geralmente a 2 metros do solo. Esse método de condução altera significativamente o microclima ao redor das videiras, promovendo uma série de vantagens fisiológicas (DOMINGUES NETO et al., 2023; DEL ZOZZO et al., 2024). A maior altura dos arames permite uma melhor exposição das folhas à luz solar, aumentando a taxa fotossintética das plantas. Com uma fotossíntese mais eficiente, as videiras conseguem produzir e acumular mais carboidratos, o que se traduz em maior teor de açúcar nos frutos (DOMINGUES NETO et al., 2023; DEL ZOZZO et al., 2024). A fotossíntese, processo pelo qual as plantas convertem luz solar em energia química, é fundamental para a produção de carboidratos que são transportados para as bagas, contribuindo para o desenvolvimento e o acúmulo de massa nas sementes, cachos e bagas. Além disso, a maior área foliar disponível na espaldeira alta melhora a ventilação e reduz a umidade ao redor dos cachos, diminuindo a incidência de doenças e promovendo um crescimento mais saudável dos frutos (FERRARA, et al., 2021).

Em termos de produção, a espaldeira alta tem demonstrado aumentar tanto a quantidade quanto a qualidade das uvas (SIMONETTI et al., 2021; DOMINGUES NETO et al., 2023). Videiras conduzidas em espaldeira alta tendem a produzir cachos mais uniformes e de maior tamanho, características desejáveis tanto para o consumo *in natura* quanto para o processamento em sucos e vinhos. A uniformidade dos cachos facilita o processamento e melhora a qualidade final dos produtos derivados das uvas.

A qualidade das uvas produzidas em espaldeira alta se reflete diretamente na qualidade dos sucos de uva. Uvas com maior teor de açúcar e composição balanceada de ácidos e compostos fenólicos e aminas biogênicas resultam em sucos mais saborosos e nutritivos (DOMINGUES NETO et al., 2022). A maior exposição à luz solar também pode aumentar a concentração de antioxidantes e neurotransmissores nas uvas e sucos, melhorando as propriedades bioativas (DOMINGUES NETO et al., 2022).

Resumidamente, a espaldeira alta oferece uma série de benefícios fisiológicos às videiras, promovendo um ambiente que favorece o crescimento saudável e produtivo das plantas. Este sistema de condução não só aumenta a produção das videiras, mas também melhora significativamente a qualidade dos frutos e dos sucos de uva, tornando-se uma prática recomendada para viticultores que buscam maximizar a eficiência e a qualidade de suas colheitas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de porta-enxertos e sistemas de condução como a espaldeira alta é essencial para otimizar a produção e a qualidade das uvas. Porta-enxertos bem escolhidos garantem resistência a pragas e melhor adaptação ao solo, enquanto a espaldeira alta melhora a fotossíntese e a qualidade dos frutos.

Essas práticas aumentam a eficiência e a sustentabilidade das videiras, resultando em produtos finais de alta qualidade.

REFERÊNCIAS

ABE, L. T.; MOTA, R. V.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 394–400, jun. 2007.

AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**, São Paulo, p. 464. 2020.

ALFARO, J. M.; BERMEJO, A.; SALVADOR, A.; NAVARRO, P.; QUIÑONES, A.; SALVADOR, A.; Effect of Rootstock on Citrus Fruit Quality: A Review. **Food Reviews International**, p. 1–19, 10 out. 2021.

ALVARENGA, A. A.; REGINA, M. A.; FRÁGUAS, J. C.; SILVA, A. L.; SOUZA, C. M.; CANÇADO, G. M. A.; FREITAS, G. F. Indicação de porta-enxertos de videiras para o sul de Minas Gerais. **Viticultura e enologia: atualizando conceitos**. Caldas, p. 243-256, 2002.

BARCIA, M. T.; PERTUZATTI, P. B.; GÓMEZ-ALONSO, S.; GODOY, H. T.; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I. Phenolic composition of grape and winemaking by-products of Brazilian hybrid cultivars BRS Violeta and BRS Lorena. **Food Chemistry**, v. 159, p. 95-105, 2014.

BAVOUGIAN, C. M.; READ, P.E.; WALTER-SHEA, E. Training System Effects on Sunlight Penetration, Canopy Structure, Yield, and Fruit Characteristics of 'Frontenac' Grapevine (*Vitis* spp.). **International Journal of Fruit Science**, v. 12, p. 402-409, 2012.

BUENO, S. C. S. Vinhedo Paulista. 1. Ed. Campinas: CATI, 2010. 256 P.

BURIN, V. M.; FERREIRA-LIMA, N. E.; PANCERI, C. P.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Bioactive compounds and antioxidante activity of *Vitis vinifera* of *Vitis labrusca* grapes: Evaluation of diferente extraction methods. **Microchemical Journal**, v. 114, p. 155-163, 2014.

DEL ZOZZO, F. D.; MAGNANINI, E.; S. PONI. Physiological efficiency of grapevine canopies having varying geometries: seasonal and diurnal whole canopy gas exchange assessment under well-watered and water deficit conditions. **Environmental and experimental botany**, v. 221, n. 3, p. 105716, 2024.

DOMINGUES NETO, F. J.; BORGES, C. V.; LIMA, G. P. P.; PIMENTEL JUNIOR, A.; MONTEIRO, G. C.; FIGUEIRA, R.; VENTURINI FILHO, W. G.; MINATEL, I. O.; MOURA, M. F.; TECCHIO, M. A. Improvement of biogenic amines in grape juice from *Vitis labrusca* and hybrid grapes grown in different training systems. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, p.1-10, 2022.

DOMINGUES NETO, F. J.; PIMENTEL JUNIOR, A.; MODESTO, L. R.; MOURA, M. F.; PUTTI, F. F.; BOARO, C. S. F.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; TECCHIO, M. A. Photosynthesis, Biochemical and Yield Performance of Grapevine Hybrids in Two Rootstock and Trellis Height. **Horticulturae**, v. 9, p.1-13, 2023.

DOS SANTOS, K. A.; MAIA, I. C.; COSTA, D. dos S.; SANTOS, C. V. B. dos.; COSTA, V. S. de O.; MOURA, M. S. B. de. Estimativa do índice de área foliar da videira utilizando imagens obtidas em aeronave remotamente pilotada no Submédio do Vale São Francisco. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, v. 13, n. 5, p. 655-667, 2023.

FERRARA, G.; NIGRO, D.; TORRES, R.; GADALETA, A.; FIDELIBUS, M. W.; MAZZEO, A. Culturas de cobertura na entrelinha de um vinhedo de uva de mesa manejado com sensores de irrigação: Efeitos no rendimento, qualidade e atividade da glutamina sintetase nas folhas. **Scientia Horticulturae**. V. 281, p. 109963, 2021.

FERRARA, G.; NIGRO, D.; TORRES, R.; GADALETA, A.; FIDELIBUS, M. W.; MAZZEO, A. Culturas de cobertura na entrelinha de um vinhedo de uva de mesa manejado com sensores de irrigação: Efeitos no rendimento, qualidade e atividade da glutamina sintetase nas folhas. **Scientia Horticulturae**. V. 281, p. 109963, 2021.

GIOVANNINI, E. **Manual de viticultura**. Porto Alegre, RS: Bookman, 2014. 253 P.

HERNANDES, J. L.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; M. J.; SANTOS, A. O.; TECCJIO, A. A. Fenologia e produção de cultivares americanas e híbridas de uvas para vinho, em Jundiá-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n.1, p. 135-142, mar.2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa>. Acesso em: 25 nov. 2023.

KOUNDOURAS, S.; HATZIDIMITRIOU, E.; KARAMOLEGKOU, M.; DIMOPOULOU, E.; KALLITHRAKA, S.; TSIALTAS, J. T.; ZIOZIOU, E.; NIKOLAOS, N.; KOTSERIDIS, Y. Irrigation and Rootstock Effects on the Phenolic Concentration and Aroma Potential of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon Grapes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, p. 7805-7813, 2009.

KULMANN, M. S. de SOUZA.; STEFANELLO, L. O.; TASSINARI, A.; ARRUDA, W. S.; VITTO, B. B.; SOUZA, R. O. S.; CERETTA, C. A.; SIMÃO, D. G.; TIECHER, T. L.; BRUNETTO, G. Dynamics of spatial and temporal growth of the root system of grapevine (*Vitis vinifera* L.) under nitrogen levels in sandy soil in subtropical climate. **Scientia Horticulturae**, v. 303, p. 111223–111223, 1 set. 2022.

LEÃO, P. C. S.; BRANDÃO, E. O.; GONÇALVES, N. P. S. Produção e qualidade de uvas de mesa 'Sugraone' sobre diferentes porta-enxertos no Submédio do Vale do São Francisco. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 9, p. 1526-1531, set, 2011.

LEÃO, P. C. S.; NASCIMENTO, J. H. B.; MORAES, D. S.; SOUZA, E. R. Yield components of the new seedless table grape 'BRS Ísis' as affected by the rootstock under semi-arid tropical conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 263, p. 109-114, dez. 2020.

LIMA, M. S.; SILANI, I. S. V.; TOALDO, I. M.; CORRÊA, L. C.; BIASOTO, A. C. T.; PEREIRA, G. E.; BORDIGNON- LUIZ, M. T. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. **Food Chemistry**, v. 161, p. 94-103, 2014

MARTÍNEZ-LÜSCHER, J.; BRILLANTE, L.; KURTURAL, S. K. Flavonol Profile Is a Reliable Indicator to Assess Canopy Architecture and the Exposure of Red Wine Grapes to Solar Radiation. **Front Plant Sci**. v. 10, p.1-15, 2019.

MELLO, L. M. R.; MACHADO, C. A. E. Vitivinicultura brasileira: panorama 2021. **Comunicado Técnico**, 226. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, p. 1-17, dez. 2022.

MICCICHÈ, D.; ROSAS, M. I.; FERRO, M. V.; LORENZO, R.; PUCCIO, S.; PISCIOTTA, A. Effects of artificial canopy shading on vegetative growth and ripening processes of cv. Nero d'Avola (*Vitis vinifera* L.). **Frontiers in Plant Science**, v. 14, p. 1-14, 2023.

MOTA, R. V.; SOUZA, C. R.; FAVERO, A. C.; SILVA, C. P. C.; CARMO, E. L.; FONSECA, A.; REGINA, M. A. Produtividade e composição físico-química de bagas de cultivares de uva em distintos porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 6, p. 576-582, jun. 2009

POMMER, C. V.; PASSOS, I. R. S.; TERRA, M. M.; PIRES, E. J. P. **Variedades de videira para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. 59 p (Boletim Técnico 166).

POMMER, C. V.; TERRA, M. M.; PIRES, E. R. P. Cultivares, melhoramento e fisiologia. In: POMMER, C. V. Uva: **Tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. Cap. 4, p. 109-294.

REYNOLDS, A. G.; Viticultural and vineyard management practices and their effects on grape and wine quality. **Elsevier eBooks**, p. 443–539, 1 jan. 2022.

RIBEIRO, F. L. **Caracterização de cultivares de uvas para vinho sobre porta-enxertos, em Jundiaí -SP**. (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017

RIZK-ALLA, M. S.; SABRY, G. H.; ABD EL-WAHAB, M. A. Influence of Some Rootstocks on the Performance of Red Globe Grape Cultivar. **Journal of American Science**, v.7, n.4, p. 71-81, 2011.

SÁNCHEZ, C. A. P. C. ; TECCHIO, M. A. ; CALLILI, D. ; SILVA, M. J. R. ; BASILIO, L. S. P. ; LEONEL, S. ; ALONSO, J. C. ; LIMA, G. P. P. . Productivity and Physicochemical Properties of the BRS Isis Grape on Various Rootstocks under Subtropical Climatic Conditions. **Agriculture**, v. 13, p. 1-12, 2023.

SILVA, L. C.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L.; LABRIGHENTI, A. F.; SCHLEMPER, C. Níveis de produção em vinhedos de altitude da cv. Malbec e seus efeitos sobre os compostos fenólicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 675-680, set. 2008

SILVA, M. J. R., PAIVA, A. P. M., JUNIOR, A. P., SÁNCHEZ, C. A. P. C., CALLILI, D., MOURA, M. F., LEONEL, S., TECCHIO, M. A. Yield performance of new juice grape varieties grafted onto different rootstocks under tropical conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 241, p. 194-200, 2018.

SILVA, M. J. R.; PAIVA, A. P. M.; SOUZA, J. F.; PADILHA, C. V. S.; BASÍLIO, L. S. P.; LIMA, M. S.; PEREIRA, G. E.; CORRÊA, L. C.; VIANELLO, F.; LIMA, G. P. P.; MOURA, M. F.; TECCHIO, M. A. Phytochemical profile of Brazilian grapes (*Vitis labrusca* and hybrids) grown on different rootstocks. **PLoS One**, v. 17, p. e0275489, 2022.

SIMONETTI, L. M.; SOUSA, M. C.; MOURA, M. F.; NUNES, J. G. S.; DIAMANTE, M. S.; SILVA, M. B.; SILVA, M. J. R.; CALLILI, D.; LIMA, G. P. P.; TECCHIO, M. A. The influence of different training systems and rootstocks on -Sauvignon Blanc? grapes. **Bragantia**, v. 80, p. e2021, 2021.

TECCHIO, M. A.; SILVA, M. J. R.; SANCHEZ, C. A. P. C.; CALLILI, D.; VEDOATO, B. T. F.; HERNANDES, J. L.; MOURA, M. F. Yield performance and quality of wine grapes (*Vitis vinifera*) grafted onto different rootstocks under subtropical conditions. **Bragantia**, v. 81, p. 1, 2022.

TECCHIO, M. A.; TEIXEIRA, L. A. J.; TERRA, M. M.; MOURA, M. F.; PIRES, E. J. P. Extração de nutrientes pela videira 'Niagara Rosada' enxertada em diferentes porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. especial, E, p. 736-742, 2011.

TITOVA, LA; AVDEENKO, IA Seleção de variedade e comprimento de porta-enxerto de uva ao cultivar mudas enxertadas. Em: **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science** . IOP Publishing, 2022. p. 012031.

WU, Y.; QIU, T.; SHEN, Z.; WU, Y.; LU, D.; HE, J. Effects of shading on leaf physiology and morphology in the 'Yinhong' grape plants. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 5, e-037, 2018.

WÜRZ, D. A.; MARCON FILHO, J. L.; ALLEBRANDT, R.; BEM, B. P.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A. Agronomic performance of 'Cabernet Sauvignon' grapevine in different training systems in high altitude regions of Santa Catarina State, Brazil. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.18, p. 73-80, 2019.

YU, R.; TORRES, N.; TANNER, J. D.; KACUR, S. M.; MARIGLIANO, L. E.; ZUMKELLER, M.; GILMER, J. C.; GAMBETTA, G. A.; KURTURAL, S. K. Adapting wine grape production to climate change through canopy architecture manipulation and irrigation in warm climates. **Front Plant Science**, v. 3, n.13, p. 1015574, 2022.

DIFICULDADES PARA A COMERCIALIZAÇÃO DE FARINHA DE MANDIOCA NA PERSPECTIVA DOS PRODUTORES RURAIS DE COMUNIDADES BRAGANTINAS, PARÁ

Data de aceite: 02/09/2024

Ana Paula Macedo de Jesus

Estudante de Agronomia, UFRA

Amanda da Silva Nogueira

Estudante de Agronomia, UFRA

Ruth Helena Cristo Almeida

Dra., Ciências Agrárias, Professora

Leonardo Elias Ferreira

Dr., Fitotecnia, Professor

Elias Ferreira

ecológica, resultando em produções satisfatórias, além de apresentar uma multiplicidade de usos, tanto para consumo humano, animal ou industrial (ALVES, 1990; CONAB, 2017).

A mandioca é cultivada em toda região do país apresentado grande importância socioeconômica e cultural em comunidades tradicionais, como fonte de alimentação, tal como geradora de emprego, renda, contribuindo para o alcance da subsistência para pequenos produtores rurais. Vale ressaltar que a agricultura familiar é responsável por 70% dos alimentos consumidos no País e dentre estes se destaca a produção de 85% mandioca (OTSUBO et al, 2008; BRASIL, 2015; DUARTE et al, 2016).

Além disso, a mandioca esta entre as culturas de maior produção no Brasil, estimando-se total de 20 901 444 de toneladas até janeiro de 2017, destacando-se o estado do Pará como maior produtor de raiz de mandioca, na qual foi estimada uma safra de 4,21 milhões de toneladas no ano de 2017, sendo responsável por 20% da mandioca que é consumida no país (BRASIL, 2016; CONAB, 2017).

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta*) pertence à família *Euphorbiaceae*, caracterizada como um arbusto de crescimento perene. É uma cultura adaptável a diversas condições de clima, de solo, alternando seus períodos de crescimento vegetativos, realizando o armazenamento de reservas nas raízes, podendo chegar a períodos de quase dormência, decorrente das condições adversas que são expostas, como baixas temperaturas e falta de água. Destaca-se pela sua rusticidade podendo ser cultivada em regiões de grande diversidade

Trata-se de um produto típico que esta inserida na sociedade brasileira, que pode ser preparada de diferentes formas, sendo a farinha de mandioca denominada como seu principal derivado. O comércio da cultura é caracterizado por diferentes oscilações ao que se referem as suas quantidades e preços (TUNÂS et al, 2017; MATOS et al, 2017).

No que condiz a produção de mandioca no Pará, pode-se falar da região Bragantina, região do Salgado, nordeste Paraense, formada por treze municípios: Augusto Correia, Bragança, Bonito, Igarapé-Açu, Capanema, Nova Timboteua, Peixe-Boi, Primavera, Quatipuru, Santa Maria do Pará, Santarém Novo, São Francisco do Pará e Tracuateua. Nessa região se tem a farinha como principal produto derivado da mandioca. Ressalta-se a importância, social, cultura e econômica que a produção de farinha apresenta na região e no estado principalmente para a agricultura familiar, sendo um forte símbolo cultural e de subsistência dos produtores da região (NOGUEIRA, 2006; OLIVEIRA, 2015; IBGE, 2017).

Referente ao setor agrícola de Bragança a economia decorre mediante as atividades dos pequenos produtores rurais como o plantio de feijão e mandioca, utilizando por grande parte destes a prática a derruba e queima (VIEIRA, 2007 apud OLIVEIRA 2015). A mandioca foi uma das principais culturas da lavoura temporária produzidos no município entre os anos de 2011 a 2015, com o aumento de quantidade produzida de 2011 a 2014 e deste para 2015 a quantidade produzida se manteve constante, com o total de 183.260 toneladas produzidas (Anuário Estatístico do Pará, 2017).

E como relatado por Bezerra (2009), o retorno baixo em relação à produção de mandioca no estado são justificados pelas dificuldades que existem dentro da cadeia produtiva da cultura, essas que são desde capital físico, como infraestrutura, até em relação às políticas públicas que poderiam abranger as atividades desenvolvidas pelos produtores.

E sobre a cadeia de comercialização de farinha, como citado por Santos e Santana (2012) em seu trabalho na análise produção e comercialização de farinha de mandioca no município de Portel, os autores concluíram que, dentre os entraves existentes na comercialização da farinha de mandioca, estava o transporte do produto pelos produtores que moravam mais distantes da cidade, que vendiam para os chamados atravessadores, o que no final resultava no acréscimo na sua produção.

Sobre isso Bezerra (2009) em sua dissertação relata os problemas de infraestrutura decorrentes no Pará, que contribuem para a inclusão dos atravessadores, comerciantes varejistas, feirante, supermercados dentre outros, no ciclo de comercialização dos produtos oriundos da mandioca, resultando em maiores gastos na produção e em menor lucro para os produtores de mandioca.

Considerando-se a produção de mandioca uma atividade de âmbito social, cultural e econômico, objetivou-se na pesquisa identificar quais as dificuldades encontradas pelos pequenos produtores na comercialização de farinha e a obtenção da subsistência da agricultura familiar.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do trabalho inicialmente foi desenvolvida uma revisão bibliográfica sobre o tema em questão e a partir da pesquisa foi formulado um questionário com perguntas abertas e fechadas visando pesquisa de cunho quanti-qualitativo. O estudo foi desenvolvido na área rural de Tracuateua, na comunidade conhecida como Cajueirinho e no Km 192 pertencente ao município de Bragança, ambas as localidades pertencentes à microrregião Bragantina.

Foram entrevistados 30 produtores rurais, que cultivam especialmente a cultura de mandioca. A partir das informações fornecidas, visou-se identificar os problemas encontrados no momento da comercialização da farinha produzida e a contribuição da mesma para a renda familiar. E com os dados obtidos, foi desenvolvida uma análise descritiva com os recursos de planilha do Excel, calcularam-se as porcentagens dos fatores abordados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise do questionário aplicado, pode-se identificar que dentre os entrevistados 87% dizem ter como principal fonte geradora de renda a roça, com atividade voltada principalmente para o plantio de mandioca, já que, alguns dos entrevistados disseram plantar feijão e milho, mesmo que raramente. Enquanto que 13% dos entrevistados responderam não retirar a renda mensal familiar apenas da roça, pois recebem outro tipo de renda complementar, como observa-se na figura 1.

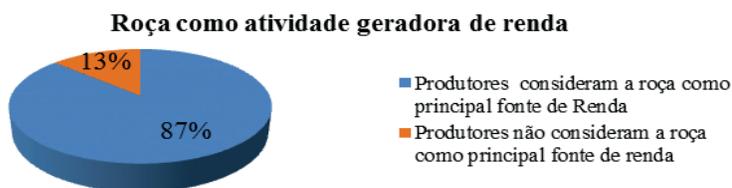


Figura 1: Análise da perspectiva dos produtores rurais entrevistados considerando a roça como fonte de renda.

E, embora 87% responderam ter a atividade na roça como maior fonte de renda, destes 46% são aposentados 38% recebem bolsa família e 15% não recebem nenhum tipo de benefícios, figura 2.



Figura 2. Benefícios recebidos pelos Produtores de farinha.

Ademais, 100% dos entrevistados utilizam a farinha como alimento, assim como para a comercialização, na qual, identificou-se que 47% dos produtores entrevistados comercializam com a feira local (feira-Bragança) e com os chamados atravessadores. Estes últimos são os que levam o produto para a feira de Bragança ou para Belém. Enquanto que 33% comercializam diretamente com a feira, pagando o frete por cada saca de 60 Kg, com custo médio de R\$ 167,00 e 15% deles vendem seu produto apenas para os atravessadores, figura 3.

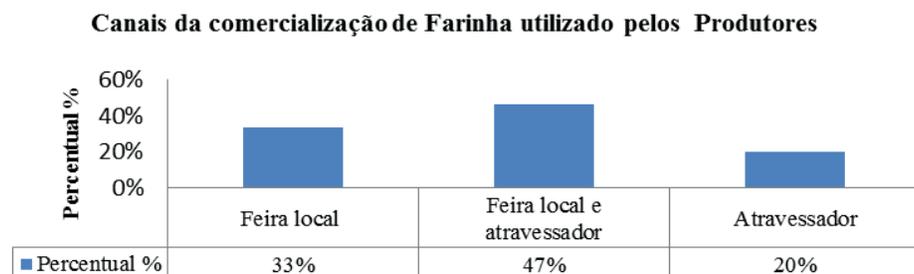


Figura 3. Canais de comercialização de farinha dos pequenos produtores da região Bragantina, PA.

E ao que condiz as dificuldades encontradas pelos produtores rurais na comercialização da farinha, como demonstra a figura 4, a mão de obra é a mais representativa com 30%, vista que o processo desde o preparo do terreno até a torrefação da farinha, como relatado por eles é bem trabalhoso, desta forma, estes tem que contratar mais pessoas para realizarem a atividade, seguindo com 17% pelo fator custo, sendo justificado que os gastos que eles tem para a produção de farinha, desde o plantio de mandioca, não é compensado pelo valor que eles vendem cada saca de farinha. Além disso, 10% dos entrevistados apontaram como problema o transporte, uma vez que, os mesmos não dispõem de transporte próprio e tendem a pagar o transporte de cada saca para a feira de Bragança, o que somará as despesas na produção.

Outros 7% deles consideram a estrutura do local de trabalho como um fator que inviabiliza maior eficiência na comercialização, pois a maioria desenvolve o trabalho de forma artesanal, dispondo de poucas tecnologias mais avançadas, que possam somar em maior produção. Ademais, 13% dos produtores disseram ter como dificuldades tanto o transporte quanto a estrutura do local de trabalho, 3% citaram mão de obra e transporte, 3% apontaram os fatores mão de obra e custo e demais 17% se referiram a falta de recursos, como capital para investimento na produção, outros falaram não apresentar dificuldades e alguns já apresentam compradores fixos.

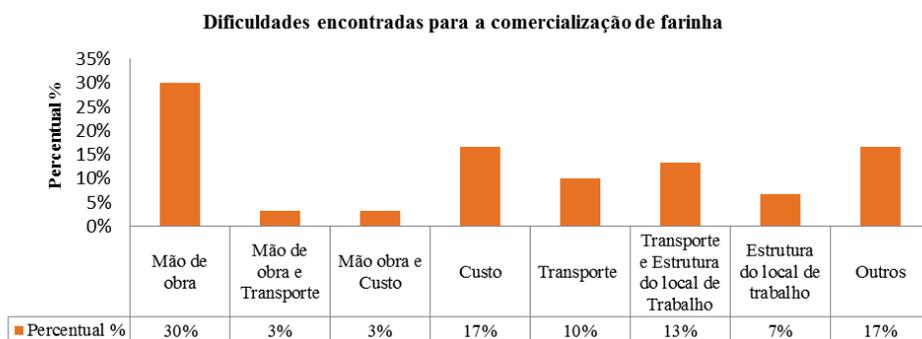


Figura 4: Análise para a identificação das dificuldades encontrada pelos produtores de farinha da região Bragantina, PA.

CONCLUSÃO

Mediante a pesquisa realizada, conclui-se embora a maioria dos entrevistados recebam algum benefício eles consideram a produção da farinha de mandioca como sua principal fonte de renda e subsistência de suas famílias. E que dentre as maiores dificuldades encontradas pelos produtores a de maior representatividade é a mão de obra, pois as etapas desde o preparo do solo até o produto final é um atividade árdua, que na maioria das vezes requer o contrato de outras pessoas. Outrossim, condiz ao fato dos produtores não dispuserem de transporte próprio e para a fazer a comercialização de seu produto sem a intervenção do atravessador, tendem a pagar por cada saca transportada. Assim, ambas atividades resultaram em maiores custos da produção e menor lucro na renda final.

REFERÊNCIAS

- Anuário Estatístico do Pará - FAPESPA 2017. Disponível em:< http://www.fapespa.pa.gov.br/anuario_estatistico/>. Acesso em: 9 de Dez. 2017.
- ALVES, A.A.C. **Fisiologia da mandioca**. Cruz das Almas, BA, Ago. 1990. 25p. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/637721>>. Acesso em: 15 de Jan.2018.
- CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. **Conjunturas da Agropecuária: Mandioca: raiz, fécula e farinha**, julho de 2017. Disponível em:< http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_05_16_14_33_30_17.pdf>. Acesso em: 22 de Dez. 2017.
- NOGUEIRA, Maria Dina. Mandioca e farinha: identidade cultural e patrimônio nacional. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agrobiodiversidade e diversidade cultural**. Brasília, DF, 2006. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_agrobio/_publicacao/89_publicacao21092009104952.pdf>. Acesso em: 13 Jan. 2018.
- OTSUBO, A. A. et al. Sistemas de preparo do solo, plantas de cobertura e produtividade da cultura da mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 327-332, mar. 2008.
- DUARTE, G.S. et al. **Produção de farinha de mandioca: subsistência e tradição cultural na comunidade São Benedito, Poconé, MT**, Brasil. In: Agroecol 2016, Dourados, MS. Separatas... Brasília: Embrapa, 2016.
- MATOS, A.C.S; ALVES, L.C.A; PENA, H.W.A. A produção e o comércio da mandioca no estado do Pará entre 1994 e 2014. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**. Brasil, ISSN: 1696-8352, Mar, 2017.
- TUNÂS, N. C. et al. A farinha de mandioca na região metropolitana de Belém-pa. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**. Brasil, ISSN: 1696-8352, Dez, 2017.
- OLIVEIRA, A.B. Indicações geográficas, produtos tradicionais e desenvolvimento territorial na Amazônia: **Um olhar sobre o projeto de indicação geográfica da farinha de Bragança**. 2015.193 f. Dissertação (Mestrado em Direito) - Programa de Pós-Graduação em Direito: Direitos Humanos e Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, Pará.
- VIEIRA, F. A. P.. **Lei orgânica e política de desenvolvimento agrícola: impedimentos para efetivação de uma ação política no município de Bragança no estado do Pará**. 2007. 144p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Estudos Sociais Aplicados, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007. Apud OLIVEIRA, A.B. Indicações geográficas, produtos tradicionais e desenvolvimento territorial na Amazônia: **Um olhar sobre o projeto de indicação geográfica da farinha de Bragança**. 2015.193 f. Dissertação (Mestrado em Direito) - Programa de Pós-Graduação em Direito: Direitos Humanos e Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, Pará.
- BEZERRA, F.A.P. **Crescimento da produção da mandioca e os impactos econômicos no nordeste paraense: o caso do Distrito de Americano no município de Santa Izabel do Pará**. 2009.199 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento do Desenvolvimento) - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos – NAEA/UFGA, Universidade Federal do Pará, Pará.
- SANTOS, M.A. S; SANTANA, A.C. Caracterização socioeconômica da produção e comercialização de farinha de mandioca no município de Portel, arquipélago do Marajó, estado do Pará. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Mossoró, RN, v. 7, n. 5, p. 73-86, Dez, 2012.

IMPACTO DO ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE DO CHÁ-MATE: UMA ABORDAGEM DE APRENDIZADO DE MÁQUINA

Data de aceite: 02/09/2024

Bianca Pio Ávila

Universidade Federal de Pelotas
<http://lattes.cnpq.br/6534635955153101>

Layla Damé Macedo

Universidade Federal de Pelotas
<http://lattes.cnpq.br/4108413489734073>

Maicon da Silva Lacerda

Universidade Federal de Pelotas
<http://lattes.cnpq.br/8040585838473928>

Alice Pereira Lourenson

Universidade Federal de Pelotas

Márcia Arocha Gularte

Universidade Federal de Pelotas
<http://lattes.cnpq.br/5756521626319170>

Frederico Kremer

Universidade Federal de Pelotas
<http://lattes.cnpq.br/6065261074656602>

predizer a qualidade do chá-mate ao longo do tempo, a partir de parâmetros de análise sensorial e parâmetros de coloração. Foi avaliado através de teste afetivo com escala hedônica de 7 pontos, de gostei a desgostei, para os atributos de aparência, cor, sabor e odor e através de colorimetria utilizando o sistema de cor CIELab. Observou-se que as amostras com 12 meses de armazenamento apresentaram aumento de luminosidade em 22%. Utilizando dados de análise sensorial e colorimetria foi possível predizer através do modelo LSTM a vida útil do chá mate. Concluiu-se que a inteligência artificial é uma ferramenta promissora para a indústria alimentícia, capaz de melhorar a eficiência operacional e garantir a qualidade dos produtos e com baixo custo.

PALAVRAS-CHAVE: machine learning, vida útil, infusão, armazenamento

RESUMO: O armazenamento de produtos alimentícios ao longo do tempo, influenciam diretamente na aceitação do consumidor. O uso de modelos de aprendizagem de máquinas vem como uma ferramenta eficaz e ainda pouco explorada na indústria. Com isso, o estudo tem o propósito de utilizar técnicas de aprendizado de máquina para

INTRODUÇÃO

O chá mate é um produto derivado das folhas e galhos da erva mate (*Ilex paraguariensis*) pertencente à família Aquifoliaceae e cresce principalmente na América do Sul, com uma produção significativa na região sul do Brasil. Nativa

das regiões subtropicais da América do Sul, a erva-mate é cultivada principalmente no Brasil, Argentina e Paraguai (dos Santos, 2023). Em relação à produção de erva-mate no Brasil, dados recentes de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística indicam uma produção anual de aproximadamente 618.601 toneladas de folha seca, com o Estado do Rio Grande do Sul respondendo por 48% da produção de folha verde de erva-mate (IBGE, 2023)

O processo de produção do chá mate envolve várias etapas: sapeco, secagem, cancheamento, tamisação e torrefação. O sapeco consiste na rápida passagem dos ramos folhosos sobre chamas, com temperaturas entre 400 e 460 °C, para remover a umidade superficial e inativar enzimas que causam oxidação. Na secagem, a erva é desidratada, perdendo cerca de 70% do seu peso. Durante o cancheamento, as folhas são separadas dos ramos, trituradas e tamisadas, ou seja, peneiradas. Finalmente, a erva cancheada passa pela torrefação, resultando no chá-mate tostado (Esmelindro *et al.*, 2002).

O chá-mate é amplamente reconhecido por seus diversos compostos bioativos, que proporcionam benefícios à saúde, como atividades hipoglicemiantes, anti-inflamatórias, termogênicas e antioxidantes, entre esses compostos, destacam-se os fenólicos, especialmente os ácidos clorogênicos, que conferem alta capacidade antioxidante ao chá, e a cafeína, que contribui para suas propriedades energéticas (Mateo *et al.*, 2018). A composição química da erva-mate inclui xantinas, com propriedades anticancerígenas e antioxidantes, e alcalóides vegetais como a cafeína e a teobromina, conhecidos como metilxantinas. Polifenóis, como o ácido clorogênico, e flavonoides, como a rutina, também fazem parte da sua composição. As formas mais comuns de consumo da erva-mate incluem o chimarrão e as infusões em água quente (Panzl *et al.*, 2022).

A análise da qualidade dos chás, incluindo os derivados da erva-mate, requer avaliações físico-químicas e sensoriais que demandam tempo considerável. Grande parte dos produtos alimentícios, como os chás, tem sua vida útil limitada por mudanças em suas características sensoriais, destacando a necessidade de pesquisas contínuas e extensas sobre os mecanismos de deterioração dos alimentos (Hough, 2010). Em vista disso, a inteligência artificial se apresenta como uma tecnologia de baixo custo, que vem a auxiliar nessas avaliações, através de modelos preditivos.

Análises químicas tradicionais como cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), cromatografia gasosa (GC) e análises espectrofotométricas são utilizadas para estudos qualitativos e quantitativos do chá, correlacionando-se com avaliações sensoriais humanas para determinar sua qualidade final (Liang *et al.*, 2003). No entanto, esses métodos são conhecidos por serem trabalhosos, caros e requer muito tempo. Por isso, há uma necessidade de pesquisar métodos para determinação da qualidade de chás que não demandem de muito tempo e prático para essa análise de alimentos (Aouadi *et al.*, 2020). A qualidade do chá está diretamente ligada ao seu sabor e cor destacando a importância das avaliações sensoriais. Estudos recentes têm demonstrado a eficácia de dispositivos multisensoriais na análise qualitativa, quantitativa e na qualidade do chá (REN *et al.*, 2021).

O modelo LSTM é um tipo de rede neural recorrente (RNN) projetado para aprender dependências de longo prazo em dados sequenciais. Sua capacidade de manter informações relevantes por longos períodos faz com que seja ideal para tarefas de previsão de séries temporais, como a análise da vida útil de alimentos. As redes LSTM são compostas por células de memória e portas (input gate, output gate e forget gate) que regulam o fluxo de informações, permitindo que a rede aprenda quais informações devem ser mantidas ou descartadas (Oztums, 2024).

No contexto da análise de qualidade do chá-mate ao longo do tempo, é essencial utilizar técnicas robustas e precisas que possam capturar e prever variações em parâmetros críticos. Com esse objetivo, empregou-se um modelo de Long Short-Term Memory (LSTM) para analisar a coloração do chá-mate, verificando sua qualidade ao longo do tempo com base nesses parâmetros.

MATERIAIS E MÉTODOS

A amostra de chá-mate foi adquirida no comércio local de Pelotas, RS. As amostras foram armazenadas em temperatura ambiente ± 25 °C durante 12 meses.

Determinou-se o pH, a fim de confirmar se houve variações na atividade enzimática ao longo do tempo, para assim proceder-se com as demais análises. Para determinação do pH foi utilizado o método potenciométrico calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0, seguindo metodologia da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2023). Primeiramente, calibrou-se o pHmetro com soluções tampão de pH 4, 7 e 10, certificando-se de que o aparelho esteja à temperatura ambiente. A amostra foi homogeneizada completamente. Enxaguou-se o eletrodo com água destilada entre as medições para evitar contaminação, posteriormente inseriu-se o eletrodo na amostra, aguardando até que a leitura se estabilizasse, e registrou-se o valor do pH.

Para a avaliação sensorial, o estudo foi submetido ao Comitê de Ética em pesquisa com seres humanos, e foi aprovado com o número de protocolo 69876123.2.0000.5317, sendo realizado conforme normas e princípios éticos que regulamentam a pesquisa com humanos. Foram recrutados 150 avaliadores não treinados, voluntários aleatórios entre discentes, docentes e funcionários da Universidade Federal de Pelotas (UFPeL), no Campus Capão do Leão. As amostras de chás foram encaminhadas ao Laboratório de Análise Sensorial, onde conduziu-se a análise em cabines individualizadas, equipadas com computadores e iluminação artificial uniforme. Os avaliadores tiveram acesso ao termo de consentimento livre e esclarecido antes de realizar a avaliação.

Para avaliação, foi utilizado o Teste de Aceitação nos dois tempos, tempo inicial e após 12 meses (Gularte, 2009). Fazendo-se uso de uma escala hedônica de sete pontos, ancorada com os termos “desgostei muito”, a “gostei muito”, foram avaliados os atributos de aparência, cor, sabor e odor.

Os testes foram conduzidos utilizando sachês não identificados numericamente, servidos em xícaras de porcelana, água acondicionada em embalagem PET (polietileno tereftalato) com revestimento refletivo de 1L com temperatura controlada de 75°C. As duas amostras de chás foram servidas uma após a outra, em momentos diferentes, a fim de não haver comparações entre as amostras.

O perfil colorimétrico das amostras de chás comerciais armazenadas por 12 meses em temperatura ambiente foi analisado com o colorímetro Minolta Chroma Meter CR-400. Assim verificou-se os parâmetros de luminosidade (L^*) com valor máximo de 100, que representa uma reflexão difusa e 0 que se caracteriza como preto, coordenada a^* ($+a^*$ direção para o vermelho, $-a^*$ direção para o verde) e coordenada b^* ($+b^*$ direção para o amarelo, $-b^*$ direção para o azul), utilizando o espaço de cor CIELab. O colorímetro foi calibrado, utilizando uma placa de cerâmica branca denominada cr-a43, que acompanha o equipamento, onde, a escala padrão são: $z = 93,6$; $x = 0,3133$; $y = 0,3195$. Para avaliação, foram realizados disparos de forma contínua, totalizando 10 disparos em diferentes pontos.

Através da linguagem de programação Python 3.12.1 se construiu os modelos LSTM e GRU, os quais são redes neurais usadas em aprendizado de máquinas para processamento de séries temporais e utilizadas para prever um evento. Para a escolha do melhor modelo projetou-se gráficos que indicaram os dados reais e preditivos e métricas de desempenho dos modelos denominados MSE (Mean Squared Error) e MAE (Mean Absolute Error) a fim de se prever as alterações de cor ao longo do tempo baseado nos parâmetros sensoriais e de colorimetria.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras foram colocadas em placas de petri em superfície branca para a avaliação. Para a determinação colorimétrica utilizou-se duas amostras de chá-mate (figura 1).

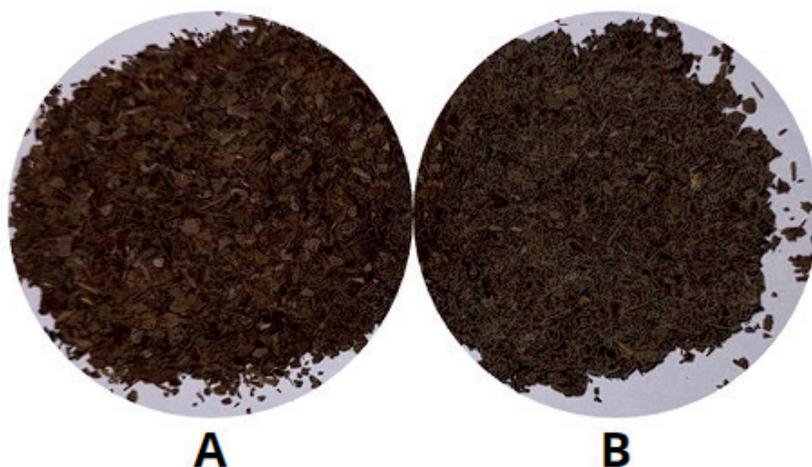


Figura 1. (A) fotografia do chá-mate no tempo inicial, (B) fotografia do chá-mate com 12 meses de armazenamento.

Na tabela 1 estão apresentados os resultados das leituras em cada um dos parâmetros observados no calorímetro e o valor de pH.

Parâmetros	Tempo inicial	Tempo 12 meses
Luminosidade	27,01±0,1	34,58±0,4
Coordenada a*	3,40±0,5	2,98±0,3
Coordenada b*	12,98±0,6	10,78±0,1
pH	6,95±0,1	6,05±0,0

Tabela 1. Parâmetros de cor e pH do chá-mate armazenado por 12 meses

O pH das amostras apresentou uma diminuição de 6,95 a 6,05 no período de 12 meses de armazenamento. No estudo de Molion (2011) encontrou resultados para o pH das folhas de *I. paraguariensis* variando de 5,2 a 6,4. Essa variação mostrou um forte efeito na atividade das enzimas nas folhas, uma vez que mesmo uma variação decimal no pH poderia causar uma variação na atividade enzimática (Benedito, 2023). Nakasaki *et al.* (2008), estudando a oxidação de chá-mate, observaram que o valor do pH foi mantido em um nível fracamente ácido de 5 a 6 durante toda a fermentação. Lehninger (2006) determina que o pH é um fator importante podendo afetar as enzimas oxidativas em vegetais (peroxidases e polifenoloxidase).

Os três parâmetros L*, a* e b*, fornecem *insights* específicos, portanto, o L* especifica a luminosidade, indica a cor entre preto (0) e branco (100), o chá-mate tende a apresentar uma coloração mais próxima ao preto e isso está diretamente relacionado ao seu processo de produção.

Observa-se na Tabela 1 que os valores reais encontrados para a luminosidade das amostras apresentou um aumento de 22%, assim como quando comparada com o valor predito no modelo (Figura 2) houve um aumento gradual ao longo do armazenamento tornando-se uma opção viável para a análise, já que ambos apresentaram valores de leitura semelhantes e próximas. Esses valores encontrados na luminosidade do chá-mate estão diretamente associados ao tipo de torra.

Segundo Nabechima (2014) em seu estudo sobre mudança de cor e degradação da clorofila durante o armazenamento de erva mate, associou-se a luminosidade na cor amarela entre 45 a 60 dias, indicando que a perda da cor amarela no prazo de validade é causada pelas reações de oxidação, quando comparado aos deste estudo observamos que a luminosidade aumentou ao longo do armazenamento e isso se difere, devido o chá passar por uma torra diferentemente da erva-mate.

O parâmetro a* indica a intensidade entre verde (-a) ao vermelho (+a), e como é possível observar na Figura 1 A e B, o chá-mate possui cor escura (nos dois tempos analisados). Desse modo, no parâmetro a* foi obtido um valor positivo associado a uma

torra por mais tempo distanciando da cor verde, além da redução do pH também contribuiu para a degradação da clorofila. Estudos prévios que investigaram a cinética de degradação da clorofila em ervilhas mostraram que sua meia-vida diminui em condições de baixo pH e alta temperatura, seguindo um modelo cinético de primeira ordem (Koca *et al.* 2006).

A coordenada b^* do sistema CIELab indica a intensidade do azul (-b) ao amarelo (+b), indicando que as amostras tendem para o amarelo, não sendo possível distinguir uma cor primária em nenhuma das amostras e sim uma mistura de cores, tendendo a coloração do cinza ao marrom.

Os resultados obtidos no perfil colorimétrico foram representados graficamente em três gráficos (Figura 2, 3 e 4), que comparam os valores reais dos parâmetros de coloração do chá-mate com os valores previstos pelo modelo LSTM.

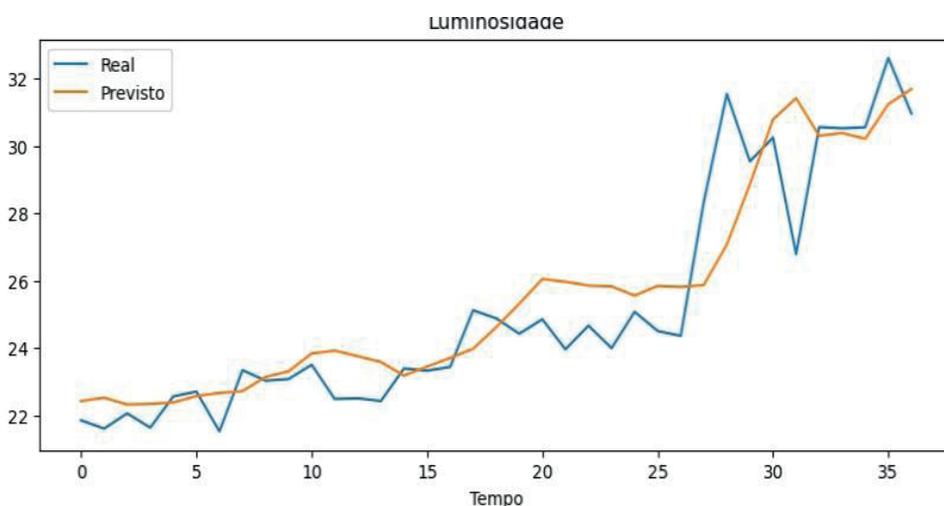


Figura 2. Gráfico do modelo LSTM do valor real versus o valor predito para luminosidade.

Os resultados indicam que o modelo LSTM utilizado foi capaz de capturar de maneira precisa as variações na luminosidade do chá-mate durante o armazenamento. A linha laranja (valores previstos) segue de perto a linha azul (valores reais), mostrando que o modelo conseguiu prever corretamente o aumento da luminosidade com o passar do tempo.

Segundo Pinto (2021) o aumento da luminosidade ao longo do armazenamento do chá-mate pode estar relacionado a uma combinação de fatores, tais como a desidratação, alterações na estrutura celular, formação de cristais ou outros depósitos, a degradação seletiva de pigmentos e reação com componentes ambientais.

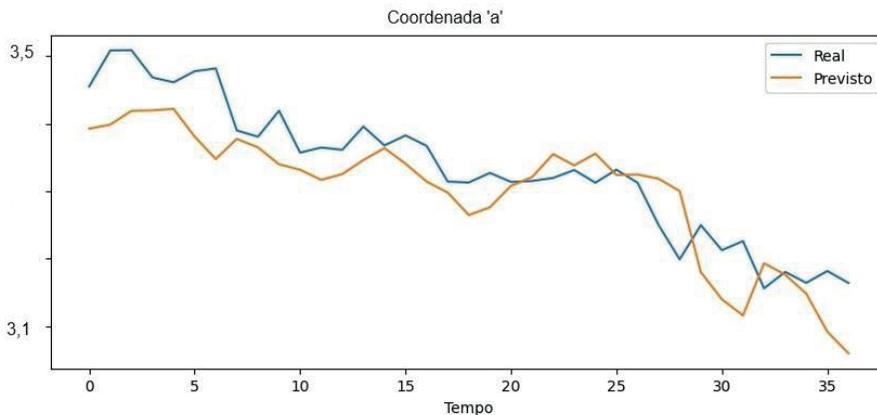


Figura 3. Gráfico do modelo LSTM para o valor real versus o valor previsto para coordenada “a”.

A Figura 3 revela que os valores previstos (linha Laranja) estão próximos dos valores reais (linha azul), indicando que o modelo LSTM conseguiu prever a tendência de mudança na coloração do chá-mate de forma eficaz. Observa-se na Figura 3 que a linha de tendência descendente apresentou uma mudança significativa na coloração ao longo do armazenamento, refletindo a transição dos tons avermelhados para os esverdeados.

O gráfico da coordenada ‘b’ (Figura 4) reflete a tendência de azul para amarelo.

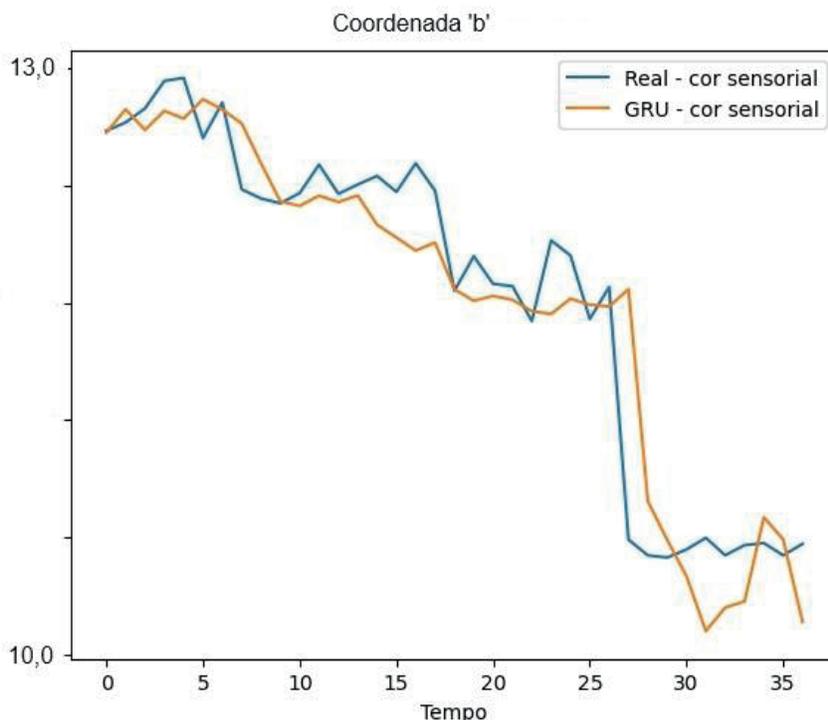


Figura 4. Gráfico do modelo LSTM para o valor real versus o valor previsto para coordenada “b”.

A alteração na coordenada b^* do chá-mate durante o armazenamento pode ser explicada pela degradação de pigmentos amarelados, oxidação e reações de Maillard, alterações estruturais e ambientais, e interações entre compostos fenólicos. Esses processos químicos e físicos são cruciais para entender as mudanças na aparência visual do chá-mate ao longo do tempo. O modelo LSTM demonstrou ser uma ferramenta eficaz para prever essas variações, validando sua utilidade na análise da qualidade do chá-mate ao longo do tempo.

Os resultados da avaliação sensorial da amostra de chá-mate estão apresentados na Tabela 2. Quando as amostras foram avaliadas em termos de parâmetro de aparência houve uma queda nos valores ao longo dos doze meses, esse valor inferior da amostra (tempo 12 meses) podem estar atribuídas à degradação dos compostos que contribuem para a aparência visual do chá-mate, uma vez que os compostos como polifenóis e pigmentos naturais, são suscetíveis à oxidação e podem sofrer degradação térmica e fotoquímica durante o armazenamento.

Isso pode ser explicado por Ceni (2008) descreve que as enzimas polifenol oxidases e as peroxidases, são as principais responsáveis pela deterioração da qualidade e escurecimento das folhas de chá-mate.

Atributos	Tempo inicial	Tempo 12 meses
Aparência	8,10±0,5	7,03±0,2
Cor	7,93±0,3	5,15±0,5
Sabor	8,75±1,0	6,36±0,3
Odor	7,82±0,8	5,12±0,3

Médias±desvio padrão. Diferença estatística pelo teste t ($p<0,05$).

Tabela 2. Análise sensorial pelo teste de Aceitação para o chá-mate armazenado por 12 meses

A avaliação sensorial para o atributo cor indicou uma diminuição significativa na nota de aceitação da amostra (tempo 12 meses). Podemos relacionar esses resultados junto a Tabela 1 na qual a coloração do chá-mate apresentou uma diminuição significativa na segunda avaliação (tempo 12 meses). Em relação ao sabor e odor, mostra-se que no tempo inicial, o chá-mate foi avaliado positivamente, provavelmente apresentando uma ressonância atraente e condizente com a expectativa dos avaliadores, mas, no tempo 12 meses, quando comparados, é possível perceber que a queda na avaliação pode estar atribuída à volatilização e degradação dos compostos aromáticos, como terpenos, flavonoides e ácidos fenólicos, esses que, podem sofrer oxidação e hidrólise, resultando em um sabor menos intenso e desagradável.

O odor é um componente crítico da experiência sensorial, contribuindo significativamente para a percepção do sabor através do olfato. Um aroma fresco e

característico é essencial para a identidade do chá-mate, e a perda é geralmente causada pela volatilização de compostos aromáticos e pela oxidação de óleos essenciais. Nos resultados encontrados, observa-se que houve grande diferença de um tempo para o outro, devido a perda dos compostos voláteis, como aldeídos e ésteres, que são responsáveis pelo aroma característico.

CONCLUSÃO

Concluiu-se que a análise colorimétrica e sensorial, aliada à inteligência artificial, é uma abordagem eficaz para prever a vida útil do chá-mate durante seu armazenamento. A diminuição do pH e as mudanças na coloração sofreram influência da atividade enzimática e consequentemente afetaram a qualidade sensorial do produto. Os modelos LSTM mostraram alta precisão na previsão das variações de luminosidade e coloração, validando sua utilidade na indústria alimentícia. A queda na qualidade sensorial, evidenciada pela avaliação de aparência, cor, sabor e odor, está relacionada à degradação de compostos chave durante o armazenamento, em consonância com o previsto no modelo de machine learning. Portanto, a inteligência artificial pode ser uma ferramenta valiosa para melhorar a eficiência operacional, reduzir o desperdício e garantir a qualidade e segurança dos alimentos, oferecendo insights críticos para a indústria de chá-mate.

REFERÊNCIAS

- Abe, M., Takaoka, N., Idemoto, Y., Takagi, C., Imai, T., & Nakasaki, K. Characteristic fungi observed in the fermentation process for Puer tea. **International Journal of Food Microbiology**, v. 124, n. 2, p. 199-203, 2008.
- Aouadi, B., Zaukuu, J. L. Z., Vitális, F., Bodor, Z., Fehér, O., Gillay, Z., ... & Kovacs, Z. Historical evolution and food control achievements of near infrared spectroscopy, electronic nose, and electronic tongue—Critical overview. **Sensors**, 20(19), 5479, 2020.
- Benedito, D. C. D., Stuepp, C. A., Helm, C. V., Liz, M. V., Miranda, A. C., Imoski, R., Wendling, I. Compounds Concentrations and Stability in Leaves of *Ilex paraguariensis* Genotypes. **Forests**, v. 14, n. 12, p. 2411, 2023.
- Ceni, GC, Baldissera, EM, Antunes, OA, Vladimir Oliveira, J., Dariva, C., & de Oliveira, D. Oxidases from mate tea leaves (*Ilex paraguariensis*): extraction optimization and stability at low and high temperatures. **Bioprocess and Biosystems Engineering**, v. 31, p. 541-550, 2008.
- Dos Santos, P. A., Peixoto, C. N., de Souza, V. C. P., Dos Santos, A. L., de Araújo Gomes, A., Jacques, R. A. Analytical and chemometric strategies for elucidation of yerba mate composition. **Food Chemistry**, v. 429, p. 136918, 2023.
- Esmelindro, M. C.; Toniazzo, G.; Waczuk, A.; Dariva, C.; Oliveira, D. de. Caracterização físico-química da erva-mate: influência das etapas do processamento industrial. **Food Science and Technology**, v. 22, n. 2, p. 193– 204, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa de Orçamentos de Produção de Erva mate. Disponível em:<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/erva-mate-cultivo/br>. Acesso em: 28 de julho de 2024.

Kaltbach, P., Ballert, S., Gillmeister, M., Kabrodt, K., & Schellenberg, I. Mate (*Ilex paraguariensis*) tea preparations: Understanding the extraction of volatile and non-volatile compounds upon variations of the traditional consecutive infusions. **Food Chemistry**, v. 374, p. 131756, 2022.

Koca N, Karadeniz F, Burdurlu HS. Effect of pH on chlorophyll degradation and colour loss in blanched green peas. **Food chemistry**, v. 100, n. 2, p. 609-615, 2007.

Liang, Y., Lu, J., Zhang, L., Wu, S., Wu, Y. Estimation of black tea quality by analysis of chemical composition and colour difference of tea infusions. **Food chemistry**, v. 80, n. 2, p. 283-290, 2003.

Lichters, M., Möslein, R., Sarstedt, M., & Scharf, A. Segmenting consumers based on sensory acceptance tests in sensory labs, immersive environments, and natural consumption settings. **Food Quality and Preference**, v. 89, p. 104138, 2021.

Mateos, R.; Baeza, G.; SarRIÁ, B.; Bravo, L. Improved LC-MS characterization of hydroxycinnamic acid derivatives and flavonols in different commercial mate (*Ilex paraguariensis*) brands. Quantification of polyphenols, methylxanthines, and antioxidant activity. **Food Chemistry**, v. 241, p. 232–241, 2018.

Molin, RF, Valduga, AT, Di Luccio, M., Dartora, N., Cichoski, AJ, Pistore, M., Rigo, E. Assessment of oxidation of leaves of *Ilex paraguariensis* (St. Hil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 54, p. 337-345, 2011.

Nabechima G. H., Provesi, J. G., Henriquez Mantelli, M. B., Vieira, M. A., De Mello, C. A. R. D, Amante, E. R. Effect of the mild temperature and traditional treatments on residual peroxidase activity, color, and chlorophyll content on storage of mate (*Ilex paraguariensis*) tea. **Journal of food science**, v. 79, n. 2, C163-C168, 2012.

Nelson, D. L., Cox, M. M. Lehniger princípios de bioquímica. 4ª edição. **São Paulo. Editora Sarvier**, p. 626-631, 2006.

Oztuna Taner, O., & Çolak, A. B. factory milk product processing and sustainable of the shelf-life extension with artificial intelligence: a model study. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 8, p. 1344370, 2024.

Pinto, V. Z., Pilatti-Riccio, D., Costa, E. S. D., Micheletto, Y. M. S., Quast, E., & Santos, G. H. F. D. Phytochemical composition of extracts from yerba mate chimarrão. **SN Applied Sciences**, v. 3, n. 3, p. 353, 2021.

Ren, G., Li, T., Wei, Y., Ning, J., Zhang, Z. Estimation of Congou black tea quality by an electronic tongue technology combined with multivariate analysis. **Microchemical Journal**, v. 163, 2021.

AMOSTRAGEM DO SOLO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES DE SOLO

Data de aceite: 02/09/2024

Diego Oliveira Ribeiro

Gustavo de Mattos Radmann

Samuel Felisbino da Silva

Andrisley Joaquim da Silva

Rogério Machado Pereira

Zaqueu Henrique de Souza

Gildomar Alves dos Santos

RESUMO: A amostragem de solo constitui a primeira etapa de um programa de avaliação da fertilidade do solo, para futuras recomendações de corretivos e fertilizantes em áreas rurais. Somente no município de Mineiros-GO, as atividades ligadas a agropecuária têm 1.488 estabelecimentos. Portanto, devido às grandes atividades em todo o território brasileiro é necessário programas que realizem a amostragem de solo e posteriormente uma adequada recomendação de corretivos e fertilizantes. Para tal é necessário conhecer bem a forma adequada de coletar o solo, e interpretação dos resultados, após os resultados obtidos do laboratório. Portanto, esse trabalho tem

por objetivo informar aos produtores rurais e técnicos a melhor forma de amostrar o solo e a interpretar os resultados, após os laudos obtidos do laboratório de solos.

PALAVRAS-CHAVE: fertilidade; nutrição; adubação.

ABSTRACT: Soil sampling constitutes the first stage of a soil fertility assessment program, for future recommendations on amendments and fertilizers in rural areas. In the municipality of Mineiros-GO alone, activities linked to agriculture have 1,488 establishments. Therefore, due to the large activities throughout the Brazilian territory, programs that carry out soil sampling and subsequently an appropriate recommendation of corrective agents and fertilizers are necessary. To do this, it is necessary to know well the appropriate way to collect the soil, and interpretation of the results, after the results obtained from the laboratory. Therefore, this work aims to inform rural producers and technicians the best way to sample the soil and interpret the results, after the reports obtained from the soil laboratory.

KEYWORDS: fertility; nutrition; adubação; fertilizing

INTRODUÇÃO

A amostragem de solo constitui a primeira etapa de um programa de avaliação da fertilidade do solo, para futuras recomendações de corretivos e fertilizantes (Ribeiro et al., 1999). Apesar da quantidade de solo amostrada e enviado aos laboratórios ser muito pequena (aproximadamente 500 gramas), essa amostra deverá ser mais representativa o possível, pois simulará milhões de quilos de solo (Arruda; Moreira; Pereira, 2014). Desta forma, para obter uma amostragem que seja representativa das glebas ou talhões, a mesma deverá atender criteriosamente a vários fatores como: ferramentas utilizadas, profundidade, quantidade de amostras simples para formar uma amostra composta, posição da coleta, sistemas de preparo do solo e entre outros (Sousa:Lobato, 2004; Oliveira et al., 2007; Accqua et al., 2012).

Há várias ferramentas que podem ser utilizadas para a amostragem de solo, variando de muito simples e baratas às mais complexas e de maior custo. As ferramentas para a realização da amostragem de solos podem ser: pá reta, tubo tipo sonda, trados (holandês, caneco, etc.), pá de jardineiro, furadeira elétrica, quadriciclo equipado com equipamentos de precisão, entre outros (Arruda; Moreira; Pereira, 2014). Em estudo realizado por Acqua et al. (2012), constataram diferenças nos teores de todos os macronutrientes exceto o S e todos os micronutrientes, quando a amostragem foi realizada com furadeira elétrica e trado de holandês. Nesse estudo, ocorreu maiores teores dos nutrientes quando a amostragem foi realizada com furadeira elétrica, portanto, até mesmo a o equipamento utilizado influencia o teor de nutrientes amostrados no solo. Diferenças na variabilidade dos nutrientes quando coletados por pá de corte e trato de caneca, sendo esse último apresentou maior variabilidade no P, Mg, K, Ca, MO e pH (Oliveira et al., 2007). No entanto, esses mesmos autores relataram, que o trato de caneca pode ser substituído pela pá de corte desde que, para a formação da amostra composta 17% seja coletadas no sulco de plantio, 33% a 10 cm do sulco e 50% no ponto médio entre os sulcos.

Sistemas de preparo também podem influenciar os resultados das análises para os teores de nutrientes. Áreas em que ocorre o revolvimento do solo, a variabilidade vertical e horizontal é menor. Diferente de solos que são cultivados sob o Plantio Direto, mesmo após vários anos de condução os teores de alguns nutrientes como P, K Ca e Mg (Acqua et al., 2012) ainda ocorrem grandes variações. Apesar da grande variabilidade de alguns elementos sobretudo para o P e K, o aumento da quantidade de amostras simples tende dispende maior trabalho e conseqüente maior custo. Desta forma, são recomendadas na maioria dos estudos em torno de 20 amostras simples para formar uma amostra composta com erro de 20% em torno da média (Oliveira et al., 2007; Arruda; Moreira; Pereira, 2014). Esse número torna-se maior para solos amostrados com trado, necessitando de quantidades superiores à 20 amostras (Oliveira et al., 2007).

INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DAS AMOSTRAS QUÍMICAS DO SOLO PARA A REGIÃO DO CERRADO (SOUSA: LOUBATO, 2004)

Interpretação dos níveis de fósforo extraído pelo método Mehlich¹, para solos da região do Bioma Cerrado

Teor de Argila	Teor de P no solo				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Adequado	Alto
%	-----mg dm ⁻³ -----				
<15	0 a 6	6,1 a 12	12,1 a 18	18,1 a 25	>25
16 a 36	0 a 5	5 a 10	10,1 a 15	15,1 a 20	>20
36 a 60	0 a 3	3,1 a 5	5,1 a 8	8,1 a 12	>12
>60	0 a 2	2,1 a 3	3,1 a 4	4,1 a 6	>6

Interpretação dos níveis de potássio, para solos da região do Bioma Cerrado

Teor	Interpretação
mg kg ⁻³	
CTC Total menor do que 4 cmol _c dm ⁻³	
<15	Baixo
16 a 30	Médio
31 a 40	Adequado
>40	Alto
CTC Total maior do que 4 cmol _c dm ⁻³	
<25	Baixo
26 a 50	Médio
51 a 80	Adequado
>80	Alto

Interpretação dos níveis de micronutrientes para solos da região do Bioma Cerrado

Teor	B	Cu	Mn	Zn
	(água quente)		Mehlich ¹	
			-----mg dm ⁻³ -----	
Baixo	0 a 0,2	0 a 0,4	0 a 0,19	0 a 1,0
Médio	0,3 a 0,5	0,5 a 0,8	2,0 a 5,0	1,1 a 1,6
Alto	>0,5	>0,8	>5,0	>1,6

Adaptado de Sousa e Lobato (2004).

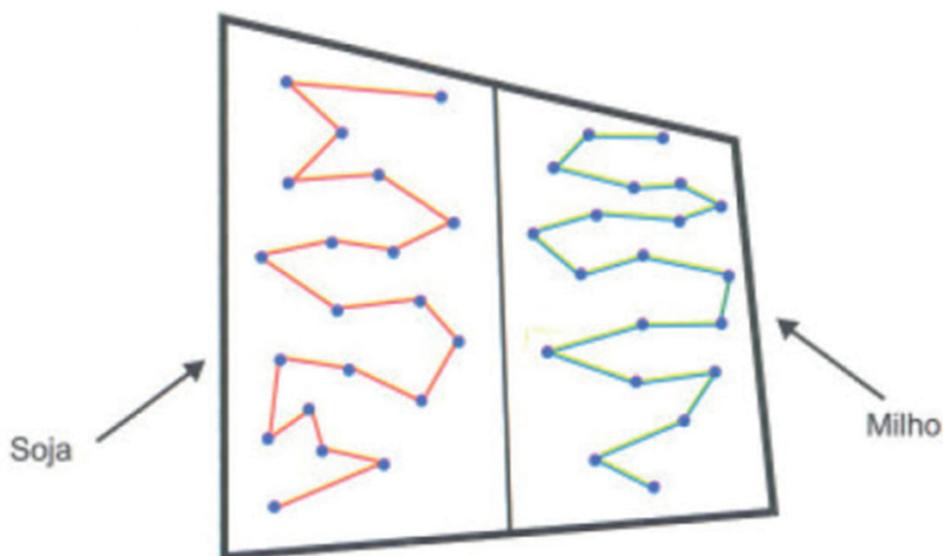
PERGUNTAS E RESPOSTAS SOBRE AMOSTRAGEM DE SOLOS

3.1 Quantas amostras devo fazer em um talhão ou gleba homogênea?

Resposta: São necessárias de 20 a 30 amostras simples para a formação de uma amostra composta. No entanto, quanto mais amostras simples, mais representativo será a amostra de determinado talhão.

3.2 Qual a forma de realizar a amostragem de solo?

Resposta: A amostragem de solo deverá ser realizada com caminhamento em Ziguezague no talhão a ser amostrado, conforme a figura abaixo:



4. Qual a profundidade para a realização da amostragem?

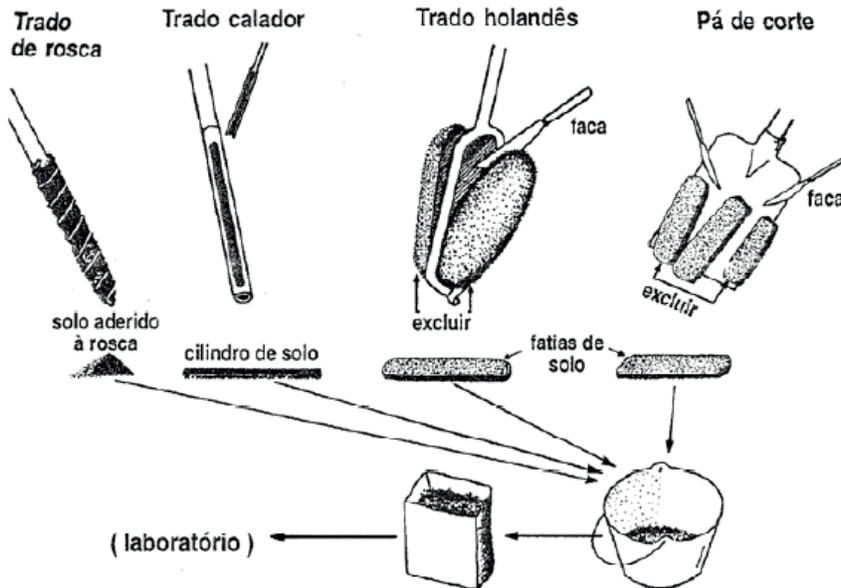
Resposta: A profundidade recomendada será para a maioria das culturas para a recomendação de corretivos e fertilizantes é de 0-20 cm. No entanto, para o recomendação de Gesso é necessário uma amostragem de 20-40 cm de profundidade.

5. Quanto de solo devo enviar ao laboratório?

Resposta: após a mistura dos 20 a 30 pontos coletados, deverá ser misturado bem o solo amostrado e uma porção de aproximadamente 500 a 1000 gramas deverá ser enviado ao laboratório.

6. Qual o equipamento utilizar para a amostragem de solo?

Há vários equipamentos que podem ser utilizados para a amostragem de solo. No desenho abaixo consta alguns equipamentos que podem ser utilizados para a amostragem de solo.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização de uma amostragem adequada é uma etapa fundamental. A maior variabilidade dos índices da fertilidade reflete em uma maior número de amostras simples para formar uma amostra composta. Portanto, esta é uma etapa crucial na utilização dos resultados obtidos das amostras para recomendações de adubação e calagem. Tendo em vista que os erros contidos na amostragem poderão refletir em recomendações equivocadas, afetando o rendimento das culturas, bem como, a lucratividade da atividade agropecuária.

REFERÊNCIAS

ACCQUA, Nelson H D; SILVA, Gilson P; BENITES, Vinicius M; ASSIS, Renato L.; SIMON, Gustavo A. Simon. Métodos de amostragem de solos em áreas sob plantio direto no Sudoeste Goiano. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, p.117-122, 2013.

ARRUDA, Murilo Rodrigues de; MOREIRA, Adônis; PEREIRA, José Clério Rezende. **Amostragem e Cuidados na Coleta de Solo para Fins de Fertilidade**. Manaus: Embrapa, 2014. 22 p.

CANTARUTTI, R.B.; BARROS, N.F. de; MARTINEZ, H.E.P.; NOVAIS, R.F. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS, R.F.; et al. **Fertilidade do Solo**. Viçosa/MG: SBCS. 2007. p.770-818.

OLIVEIRA, Fabio Henrique Tavares de; ARRUDA, Jandeilson Alves de; SILVA, Ivandro de França da; Alves, Jailson do Carmo. Amostragem para avaliação da fertilidade do solo em função do instrumento de coleta das amostras e de tipos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p.973-983, 2007.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: IPNI, 2011. 420p.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H.; **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5° aproximação. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004.

MATURAÇÃO DAS UVAS: FASES, FATORES INFLUENCIADORES E IMPACTOS NA QUALIDADE DO VINHO

Data de aceite: 02/09/2024

Francisco José Domingues Neto

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências Agrônomicas,
Botucatu

Débora Cavalcante dos Santos Carneiro

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências Agrônomicas,
Botucatu

Cristine Vanz Borges

Universidade Alto Vale do Rio do Peixe
(UNIARP)

Giuseppina Pace Pereira Lima

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Ciências Agrônomicas,
Botucatu

RESUMO: A maturação das uvas é um processo complexo e dinâmico, essencial para a viticultura e a enologia, determinando a qualidade dos vinhos produzidos. Esse processo pode ser dividido em várias fases, incluindo a veraison, o acúmulo de açúcares e a redução da acidez, além do desenvolvimento de compostos fenólicos e aromáticos. A maturação tecnológica compreende o período em que as uvas apresentam características ideais

para a colheita, enquanto a maturação fisiológica envolve transformações bioquímicas e morfológicas nas bagas. A colheita no momento ideal é crucial para garantir a produção de vinhos de alta qualidade, equilibrando açúcar, acidez e compostos fenólicos. A maturação impacta diretamente o perfil organoléptico dos vinhos, influenciando aroma, sabor, cor e estrutura. Diversos fatores afetam a maturação das uvas, incluindo clima, solo, práticas culturais e a variedade da uva. Tecnologias inovadoras, como sensores remotos, drones, inteligência artificial e edição genética, estão sendo cada vez mais utilizadas para monitorar e otimizar a maturação das uvas, ajudando a enfrentar os desafios das mudanças climáticas e melhorando a eficiência da produção. Essas inovações, aliadas a estratégias adaptativas, são essenciais para garantir a sustentabilidade e a competitividade da viticultura, permitindo a produção de vinhos que refletem o caráter único de cada terroir e se adaptam às condições em constante evolução. Este capítulo aborda as diferentes fases da maturação das uvas e os fatores que a afetam, além dos impactos da maturação na vinificação e no perfil dos vinhos.

INTRODUÇÃO

Uma das frutíferas de maior relevância cultivadas no Brasil é a *Vitis vinifera* L., destacando-se tanto pelo seu valor econômico quanto pela sua importância cultural. Em 2022, a produção brasileira de uvas alcançou 1.450.805 toneladas, distribuídas em uma área de 76.101 hectares. O estado do Rio Grande do Sul foi o maior produtor, representando 51 % da produção nacional de uvas. Outros estados, como Pernambuco, São Paulo e Bahia, também se destacam, contribuindo com 23 %, 11 % e 5 % da produção nacional, respectivamente. Em 2022, o estado de São Paulo produziu 159.589 toneladas da fruta, ocupando a terceira posição no cenário nacional (AGRIANUAL, 2022).

A destinação da produção nacional de uvas divide-se em 51,4 % para processamento e 48,6 % para consumo *in natura*. Em 2022, a produção de uvas destinadas ao processamento (vinhos, sucos e derivados) foi de 830,92 milhões de quilos, representando 57,07 % da produção nacional (AGRIANUAL, 2022). O Rio Grande do Sul destaca-se na produção e comercialização de vinhos, sucos de uva e derivados, sendo responsável por 90 % da produção nacional desses produtos (AGRIANUAL, 2022). Em 2023, foram processados 665 milhões de litros de vinho, com as cultivares de uvas americanas e híbridas ocupando 85 % dos vinhedos.

A maturação das uvas desempenha um papel crucial na adição de valor aos produtos derivados, como vinhos. Esse processo é fundamental para o desenvolvimento de compostos aromáticos, açúcares e ácidos que determinam a qualidade e o perfil sensorial dos produtos finais. Uma maturação adequada garante que as uvas alcancem seu pleno potencial em termos de sabor, aroma e textura, o que, por sua vez, reflete-se em produtos de maior qualidade e, conseqüentemente, maior valor de mercado.

O Brasil é um país extenso em área e diversificado climaticamente, o que resulta em grande variação dos atributos físicos e, principalmente, químicos das bagas de uva, influenciando diretamente a evolução da maturação, processo fundamental na viticultura e na enologia, determinando diretamente a qualidade das uvas, sucos e vinhos produzidos. Esse estágio de desenvolvimento é caracterizado por uma série de transformações bioquímicas e fisiológicas que ocorrem nas bagas, influenciadas por uma complexa interação de fatores ambientais e culturais. Compreender essa evolução em uma região específica permite ao produtor estimar o índice tecnológico de colheita, evitando colher frutas imaturas e sem coloração adequada, o que poderia levar à desvalorização econômica do produto (DOMINGUES NETO, et al, 2017).

As uvas são frutas não climatéricas, não amadurecem após seu desligamento da planta, em função disso, a colheita deve ser feita quando o fruto apresentar o estágio ideal para o consumo, ou seja, apresentando aspectos ideais de coloração, aroma, textura e sabor (KADER, 1992; LIZANA, 1995).

Durante a maturação, as uvas passam por mudanças significativas que afetam sua composição química e suas propriedades sensoriais. A concentração de açúcares aumenta, enquanto os níveis de acidez diminuem, resultando em um equilíbrio crucial para a produção de vinhos de alta qualidade (CAMPS; RAMOS, 2011; LABBÉ et al., 2019). Além disso, ocorre o desenvolvimento de compostos fenólicos, como taninos e antocianinas, que contribuem para a cor, estrutura e capacidade de envelhecimento dos vinhos tintos. Os compostos aromáticos também se formam e evoluem, conferindo aos vinhos suas características olfativas únicas (GONZALEZ-BARREIRO et al., 2015; GODOY et al. 2020).

O entendimento dos fatores que influenciam a maturação das uvas é essencial para os viticultores e enólogos. Variáveis como clima, tipo de solo, práticas de manejo e a própria variedade da uva desempenham papéis críticos na determinação do ponto ótimo de maturação. A escolha do momento ideal para a colheita é uma decisão estratégica que pode maximizar a expressão do terroir e o potencial enológico das uvas.

Neste capítulo, foram exploradas as diferentes fases da maturação das uvas e os fatores que a afetam. Também foram discutidos os impactos da maturação na vinificação e no perfil final dos vinhos. Por fim, foram abordadas as inovações tecnológicas e as perspectivas futuras que prometem otimizar o monitoramento e o controle deste processo crucial na produção de vinhos de qualidade.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo sobre a maturação das uvas e a influência na qualidade dos vinhos foi desenvolvido com base em uma revisão abrangente de boletins técnicos, artigos científicos e livros que abordam os principais aspectos do tema na viticultura.

FASES DA MATURAÇÃO E PONTO DE COLHEITA DAS UVAS

A maturação das uvas é um processo complexo e dinâmico, caracterizado por várias fases específicas que alteram a composição e as propriedades das bagas. As principais fases da maturação incluem a veraison, o acúmulo de açúcares, a redução da acidez e o desenvolvimento de compostos fenólicos e aromáticos. Este processo pode ser dividido em maturação tecnológica e fisiológica. A maturação tecnológica abrange o período em que as uvas apresentam características ideais para a colheita, enquanto a maturação fisiológica corresponde às transformações fisiológicas e morfológicas que ocorrem nas uvas à medida que a maturação avança (GARRIDO; BORGES, 2013; ROLLE et al., 2022.).

A maturação das uvas começa com a mudança de cor e o amolecimento das bagas, estendendo-se até a colheita. Esse período varia de 35 a 65 dias, durante o qual as uvas perdem a rigidez da parede celular e acumulam açúcares, principalmente glicose e frutose. Avaliar a maturação das uvas é crucial para determinar o ponto ideal de colheita.

A legislação brasileira estabelece um valor mínimo de 14 °Brix, acidez máxima de 0,9 % de ácido tartárico e uma relação SS/AT (índice de maturação) mínima de 15 para uvas destinadas ao processamento (BRASIL, 2000).

A veraison é a fase inicial da maturação e marca a transição das bagas de um estado de crescimento vegetativo para um estado de amadurecimento (Figura 1). Durante essa, as uvas mudam de cor: as uvas verdes começam a ficar roxas, vermelhas ou amarelas, dependendo da variedade (WANG et al., 2022; REN et al., 2023; MORADI et al., 2024). Esse processo não é apenas estético, mas também sinaliza o início de profundas mudanças bioquímicas dentro das bagas (CANDAR et al., 2024). As células da polpa das uvas começam a acumular água, o que aumenta o tamanho das bagas. As paredes celulares tornam-se mais flexíveis e as bagas ficam mais macias. Durante a veraison, o fluxo de açúcar das folhas para as bagas aumenta significativamente (ZHANG et al., 2019; KHANNA; OHRI; BHARDWAJ, 2022; CATALDO; EICHMEIER; MATTII, 2023;). Os açúcares, principalmente a glicose e a frutose, começam a se acumular nas bagas, enquanto o ácido málico, predominante nas bagas verdes, começa a ser degradado, resultando em uma redução da acidez total da uva (ZHANG ET AL., 2019; LU; SERGE DELROT; LIANG, 2024).

Após a veraison, a fase de acúmulo de açúcares e redução da acidez continua até que as uvas atinjam a maturação completa. Este período é crucial para determinar a doçura e a acidez final do vinho. A fotossíntese nas folhas da videira produz carboidratos que são transportados para as bagas, resultando em um aumento contínuo da concentração de açúcares, medido em graus Brix (DOMINGUES NETO et al., 2023). O ácido málico continua a ser degradado, enquanto o ácido tartárico permanece relativamente estável, criando um equilíbrio entre açúcares e ácidos que é fundamental para o sabor e a estrutura do vinho (LECOURIEUX et al., 2020; ROUXINOL et al., 2023).

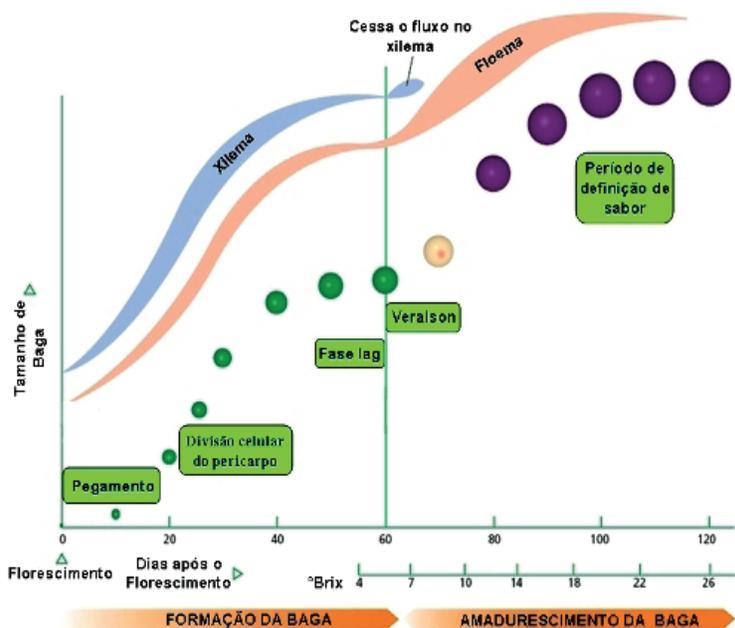


Figura 1. Fases de crescimento da baga de uva (KENNEDY, 2002)

A colheita das uvas é uma etapa crítica na viticultura que deve considerar a maturação tecnológica, ou seja, o ponto ideal em que as uvas atingem um equilíbrio entre açúcar, acidez e compostos fenólicos (DOMINGUES NETO, et al, 2017). Determinar o momento ideal para a colheita é uma decisão estratégica que pode maximizar a expressão do terroir e o potencial enológico das uvas. Ferramentas como o refratômetro para medir o Brix, além de análises de pH e acidez total, são essenciais para avaliar a maturação tecnológica. A decisão de colher no momento certo é crucial para garantir a produção de vinhos de alta qualidade, refletindo o caráter e a complexidade desejada (ORDUÑA, 2010; BINDON et al., 2014; ALLAMY et al., 2023).

Colher as uvas no ponto ótimo de maturação tecnológica assegura que os níveis de açúcar e acidez estão equilibrados, e que os compostos fenólicos e aromáticos estão no auge de seu desenvolvimento, resultando em vinhos com melhor estrutura, sabor e potencial de envelhecimento. Portanto, o monitoramento contínuo das uvas e a adaptação às condições específicas de cada safra são fundamentais para o sucesso da vinificação.

FATORES QUE INFLUENCIAM A MATURAÇÃO DAS UVAS

Em função das inúmeras cultivares de uva, práticas de manejo adotadas no vinhedo, sistemas de produção e diferentes regiões vitivinícolas, torna-se necessário o acompanhamento da maturação das uvas, ao passo que não se pode adotar um critério (ponto de colheita) fixo, pois fatores como genética, manejo e clima influenciam na composição química das uvas (DOMINGUES NETO, et al, 2017).

As condições de maturação das uvas variam de safra para safra, o que torna essencial o monitoramento anual desse processo. Além disso, fatores como genética, manejo e clima influenciam a composição química das uvas e a evolução da maturação. Teores de açúcares, acidez titulável, sólidos solúveis, pH e a relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (índice de maturação) são os indicativos mais importantes na definição do grau de maturação das uvas, pois estão diretamente envolvidos no sabor final da fruta (MOTA et al., 2009).

Diversos fatores afetam a maturação das uvas, incluindo o clima, o solo, as práticas culturais e a variedade da uva. O clima desempenha um papel crucial, com a temperatura, a precipitação e a exposição solar influenciando diretamente o ritmo e a qualidade da maturação (REYNOLDS, 2013 VAN LEEUWEN, 2022; REN et al., 2023). Por exemplo, regiões com dias quentes e noites frescas tendem a produzir uvas com um bom equilíbrio entre açúcares e acidez (RAMOS et al., 2024). A precipitação também é um fator importante; chuvas excessivas perto da colheita podem diluir os açúcares nas uvas e aumentar o risco de doenças fúngicas, enquanto a exposição solar adequada promove a fotossíntese e o acúmulo de açúcares nas bagas (DOMINGUES NETO et al., 2023).

O solo contribui com sua composição, drenagem e disponibilidade de nutrientes, impactando o crescimento e o desenvolvimento das videiras (PEREYRA et al., 2023). Solos bem drenados evitam o acúmulo excessivo de água, que pode levar ao crescimento vigoroso e diluição de sabores nas uvas. Além disso, solos ricos em nutrientes específicos, como potássio e magnésio, podem melhorar a sanidade geral das videiras e a qualidade das uvas e vinhos.

As práticas culturais, como poda, irrigação e manejo do dossel, são fundamentais para otimizar as condições fisiológicas e de maturação e minimizar o estresse das plantas (DOMINGUES NETO et al., 2023). A poda adequada ajuda a controlar o rendimento e a exposição das uvas à luz solar, enquanto a irrigação, especialmente em regiões áridas, é crucial para manter a hidratação adequada das plantas (MATAFFO et al., 2023; SUN et al., 2023). O manejo do dossel, que envolve a remoção seletiva de folhas e sistemas de condução adequados para aumentar a circulação de ar e a exposição ao sol, pode reduzir a incidência de doenças e melhorar a qualidade das uvas (DOMINGUES NETO et al., 2023).

A variedade da uva possui características específicas que determinam suas necessidades e respostas durante o processo de maturação, influenciando diretamente

o perfil final do vinho produzido (GANI KISACA; RUHAN ILKNUR GAZIOGLU SENSOY, 2022; ATES et al., 2024). Por exemplo, a ‘Cabernet Sauvignon’ geralmente requer um período de crescimento mais longo e amadurece mais tarde na temporada, beneficiando-se de climas mais quentes, como os de Bordeaux e Napa Valley (IRIMIA et al., 2024); VAN LEEUWEN et al., 2024). Em contraste, a ‘Pinot Noir’, uma variedade mais delicada, prefere climas mais frescos e amadurece mais cedo, como observado nas regiões da Borgonha e Oregon (SKAHILL; BERENQUER; STOLL, 2023).

Esses fatores interagem de maneira complexa e integrada, exigindo um monitoramento contínuo e ajustes precisos por parte dos viticultores para garantir que as uvas atinjam seu potencial máximo de qualidade. Cada decisão, desde a escolha do local de plantio até as práticas de manejo ao longo da temporada, desempenha um papel crucial na determinação das características finais das uvas e, conseqüentemente, dos vinhos produzidos.

IMPACTOS DA MATURAÇÃO DAS UVAS NA QUALIDADE DO VINHO

A maturação das uvas exerce um impacto profundo na vinificação, influenciando a escolha do momento ideal para a colheita, o perfil organoléptico dos vinhos e o estilo do vinho produzido (WEI et al., 2022).

Durante a maturação, ocorrem mudanças significativas nos compostos fenólicos e aromáticos das uvas, que são cruciais para a cor, sabor e aroma dos vinhos. Taninos e antocianinas se acumulam nas cascas e sementes das uvas. Os taninos são responsáveis pela estrutura e capacidade de envelhecimento dos vinhos tintos, enquanto as antocianinas contribuem para a cor (SHAHAB et al., 2023; ZHAO et al., 2023). Além disso, compostos voláteis e precursores aromáticos se desenvolvem nas bagas, influenciando os aromas primários do vinho. Esses compostos incluem terpenos, norisoprenóides e tióis, que podem conferir aromas frutados, florais e herbáceos (LI et al., 2023; CÂMARA et al., 2024).

A maturação das uvas impacta significativamente o perfil organoléptico dos vinhos, incluindo aroma, sabor, cor e sensação na boca. O aumento dos níveis de açúcar e a diminuição da acidez durante a maturação resultam em um vinho mais equilibrado (LI et al., 2021; ZHAI et al., 2023). Os compostos fenólicos, como taninos e antocianinas, desenvolvem-se nas cascas das uvas, contribuindo para a cor, estrutura e capacidade de envelhecimento dos vinhos tintos. Compostos aromáticos evoluem durante a maturação, conferindo características olfativas únicas ao vinho (GE et al., 2024; HE et al., 2023).

A maturação das uvas também se relaciona ao tipo do vinho produzido. Vinhos tintos, brancos e espumantes exigem diferentes níveis de maturação para atingir as características desejadas. Para vinhos tintos, a maturação completa garante o acúmulo adequado de compostos fenólicos, proporcionando cor e estrutura. Vinhos brancos muitas vezes beneficiam-se de uma colheita antecipada para preservar a acidez e os aromas

frescos. Vinhos espumantes requerem uvas com alta acidez e menor teor de açúcar, obtidos através de uma colheita antecipada (LU et al., 2023). Compreender a relação entre maturação e tipo do vinho permite ajustar as práticas de colheita e de vinificação, para produzir vinhos que atendam às expectativas sensoriais e de mercado.

INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E AS PERSPECTIVAS FUTURAS

As inovações tecnológicas e as perspectivas futuras prometem transformar o monitoramento e o controle da maturação das uvas, oferecendo novas ferramentas para enfrentar os desafios da viticultura moderna. Tecnologias avançadas, como sensores remotos, drones e imagens de satélite, estão sendo cada vez mais utilizadas para monitorar o desenvolvimento das videiras e a maturação das uvas em tempo real (FERRO; CATANIA, 2023; ORTUANI et al., 2024). Essas ferramentas permitem aos viticultores obter dados precisos sobre variáveis críticas, como níveis de umidade do solo, temperatura e estado nutricional das plantas, facilitando decisões informadas sobre irrigação, aplicação de fertilizantes e manejo do dossel, fatores que afetam diretamente a maturação das uvas. Além disso, técnicas de edição genética estão sendo exploradas para desenvolver variedades de uvas mais resistentes a pragas, doenças e condições climáticas adversas, garantindo maior estabilidade e qualidade na produção (BUTIUC-KEUL; COSTE, 2023).

Os impactos das mudanças climáticas representam um desafio significativo para a viticultura, afetando a maturação das uvas de diversas maneiras. O aumento das temperaturas médias, a maior frequência de eventos climáticos extremos e a alteração dos padrões de precipitação podem levar a maturações desiguais e a uma maior incidência de estresses abióticos (GRAZIA et al., 2023; FONSECA et al., 2023). Para enfrentar esses desafios, os viticultores estão adotando práticas de manejo adaptativo, como a seleção de porta-enxertos mais resistentes, manejo do vinhedo, como técnicas de podas e sistemas de condução (DOMINGUES NETO et al., 2023), o ajuste do calendário de colheita e a implementação de técnicas de cultivo regenerativo para melhorar a qualidade do solo e a retenção de água (AVANZINI et al., 2021; VISCONTI et al., 2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maturação das uvas é fundamental para a qualidade dos vinhos, envolvendo um equilíbrio delicado entre açúcar, acidez e compostos fenólicos. A escolha do momento ideal para a colheita e a compreensão das fases da maturação são essenciais para produzir vinhos excepcionais. Diversos fatores, como clima, solo e práticas culturais, influenciam esse processo. Tecnologias inovadoras e estratégias adaptativas são cruciais para enfrentar os desafios da viticultura moderna, garantindo a sustentabilidade e a produção de vinhos que refletem o caráter único de cada terroir.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. *Anuário da Agricultura Brasileira*, São Paulo, p. 464. 2020.

ALLAMY, L.; LEEUWEN, C. V.; PONS, A. Impact of harvest date on aroma compound composition of Merlot and Cabernet-Sauvignon must and wine in a context of climate change: a focus on cooked fruit molecular markers. *OENO One*, v. 57, n. 3, p. 99–112, 31 jul. 2023.

ANTONIOLLI, L.R.; LIMA, M. A. C. de. Boas práticas de fabricação e manejo na colheita e pós colheita de uvas finas de mesa. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008.12p. (Circular Técnica, 77).

ATES, F.; DELAVAR, H.; DARDENIZ, A.; YILMAZ, T.; TURAM, M.; KAYA, O. Dynamics of Berry Characteristics, Biochemical Composition, and Physiological Responses Across Ripening Stages: Investigating the Impact of Pollinizer Varieties on Physiological Femaleness in Bozcaada Çavuşu (*Vitis vinifera* L. cv). *Journal of Plant Growth Regulation*, 17 mar. 2024.

AVANZINI, E. L.; MAC CAWLEY, F.A.; VERA, J.R.; MATURANA, S. Comparing an expected value with a multistage stochastic optimization approach for the case of wine grape harvesting operations with quality degradation. *International Transactions in Operational Research*, v. 30,p. 1843-1873, 23 abr. 2023.

BINDON, K.; HOLT, H.; WILLIANSOM, O.P.; VARELA, C.; HERDERICH, M.; FRANCIS, E.L. Relationships between harvest time and wine composition in *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon 2. Wine sensory properties and consumer preference. *Food Chemistry*, v. 154, p. 90–101, jul. 2014.

BUTIUC-KEUL, A.; COSTE, A. Biotechnologies and Strategies for Grapevine Improvement. *Horticulturae*, v. 9, n. 1, p. 62–62, 4 jan. 2023.

BRASIL. Instrução Normativa nº 01, de 07 de janeiro de 2000. **Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Seção 1, p. 54-58, 2000.

CAMPS, J. O.; RAMOS, M. C. Grape harvest and yield responses to inter-annual changes in temperature and precipitation in an area of north-east Spain with a Mediterranean climate. *International Journal of Biometeorology*, v. 56, n. 5, p. 853–864, 10 set. 2011.

CATALDO, E.; EICHMEIER, A.; MATTII, G. B. Effects of Global Warming on Grapevine Berries Phenolic Compounds - A Review. *Agronomy*, v. 13, n. 9, p. 2192, 1 set. 2023.

DOMINGUES NETO, F. J.; CUNHA, S. R.; PIMENTEL JUNIOR, A.; CALLILI, D.; ANDRICH, G.; TECCHIO, M. A. Maturação da uva 'Benitaka' cultivada em clima subtropical, *Colloquium Agrariae*, v. 13, n.3, p.122-127, 2017.

DOMINGUES NETO, F. J.; PIMENTEL JUNIOR, A.; MODESTO, L. R.; MOURA, M. F.; PUTTI, F. F.; BOARO, C. S. F.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; TECCHIO, M. A. Photosynthesis, Biochemical and Yield Performance of Grapevine Hybrids in Two Rootstock and Trellis Height. *Horticulturae*, v. 9, p.1-13, 2023.

FERRO, M. V.; CATANIA, P. Technologies and Innovative Methods for Precision Viticulture: A Comprehensive Review. *Horticulturae*, v. 9, n. 3, p. 399, 1 mar. 2023.

FONSECA, A.; FRAGA, H.; SANTOS, J. A. Exposure of Portuguese viticulture to weather extremes under climate change. *Climate Services*, v. 30, p. 100357, abr. 2023.

- GANI KISACA; RUHAN ILKNUR GAZIOGLU SENSOY. Phenolic contents, organic acids and antioxidant capacities of twenty grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars having different berry colors. **Journal of Food Measurement & Characterization**, v. 17, n. 2, p. 1354–1370, 23 nov. 2022.
- GARRIDO, J.; BORGES, F. Wine and grape polyphenols - A chemical perspective. **Food Research International**, v. 54, n. 2, p. 1844–1858, dez. 2013.
- GE, Y. L.; XIA, N. Y.; WANG, Y. C.; ZHANG, H. L.; YANG, W. M.; DUAN, C. K.; HONG, P. Q. Evolution of Aroma Profiles in *Vitis vinifera* L. Marselan and Merlot from Grapes to Wines and Difference between Varieties. **Molecules**, v. 29, n. 14, p. 3250–3250, 9 jul. 2024.
- GODOY, L.; ACUÑA-FONTECILLA, A.; CATRILEO, D. Formation of Aromatic and Flavor Compounds in Wine: A Perspective of Positive and Negative Contributions of Non-*Saccharomyces* Yeasts. **IntechOpen eBooks**, 10 fev. 2021.
- GONZÁLEZ-BARREIRO, C.; RIAL-OTERO, R.; CANCHO-GRANDE, B.; SIMAL-GÁNDARA, J. Wine Aroma Compounds in Grapes: A Critical Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 55, n. 2, p. 202–218, 8 ago. 2015.
- GRAZIA, D.; MAZOCCHI, C.; RUGGERI, G.; CORSI, S. Grapes, Wines, and Changing Times: A Bibliometric Analysis of Climate Change Influence. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 2023, p. e9937930, 20 set. 2023.
- HE, Y.; XINYUAN, W.; LI, P.; NAN, H.; WEN, L. ZHITONG, W. Research progress of wine aroma components: A critical review. **Food Chemistry**, v. 402, p. 134491, 15 fev. 2023.
- IRIMIA, L. M.; PATRICH, C. V.; PETJEAN, T.; TISSOT, C.; NEETHLING, E.; FOSS, C.; ROUX, R. L.; QUÉNOL, H. Structural and Spatial Shifts in the Viticulture Potential of Main European Wine Regions as an Effect of Climate Change. **Horticulturae**, v. 10, n. 4, p. 413–413, 19 abr. 2024.
- CÂMARA, J. S.; PERESTRELO, R.; BERENGUE, C. V.; PEREIRA, J. A. M. Wine Volatilomics. **Methods and protocols in food science**, p. 93–130, 1 jan. 2024.
- KADER, A. A. (Ed.). Postharvest technology of horticultural crops. 2. ed. Oakland: Division of Agricultural and Natural Resources, University of California, 1992. 296p.
- KENNEDY, J. Understanding grape berry development. **Winegrowing, Practical Winery and Vineyard**, San Rafael, p. 1-5, 2002.
- KHANNA, K.; OHRI, P.; BHARDWAJ, R. Decoding Sugar Regulation and Homeostasis in Plants: Cracking Functional Roles Under Stresses. **Journal of Plant Growth Regulation**, 30 jul. 2022.
- LABBÉ, T.; PFISTER, C.; BRÖNNIMAN, S.; ROUSSEAU, D.; FRANKE, J.; BOIS, B. The longest homogeneous series of grape harvest dates, Beaune 1354–2018, and its significance for the understanding of past and present climate. **Climate of the Past**, v. 15, n. 4, p. 1485–1501, 2019.
- LECOURIEUX, D.; KAPPEL, C.; CLAVEROL, S.; PIERI, F.; FEIL, R.; LUNN, J.; BONNEU, M.; WANG, L.; GOMES, E.; DELROT, S.; LECOURIEUX, F. Proteomic and metabolomic profiling underlines the stage- and time-dependent effects of high temperature on grape berry metabolism. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 62, n. 8, p. 1132–1158, 31 jan. 2020.

- LI, S.Y.; DUAN, C.Q.; HAN, Z.H. Grape polysaccharides: compositional changes in grapes and wines, possible effects on wine organoleptic properties, and practical control during winemaking. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1-24, 3 ago. 2021.
- LI, Y.; ELE, L.; SONG, Y.; ZHANG, P.; CHEN, D.; GUAN, L.; LIU, S. Comprehensive study of volatile compounds and transcriptome data providing genes for grape aroma. **BMC Plant Biology**, v. 23, n. 1, 31 mar. 2023.
- LIZANA, L.A. Algunos aspectos de cosecha y manejo de postcosecha en uva de mesa para exportación. In: CEPOC. Manejo de uva de mesa para exportación. **Publicaciones Miscelaneas Agrícolas**, Santiago, v.43, p. 35-43, 1995.
- LU, H.-C.; TIAN, M.-B.; HAN, X.; SHI, N.; LI, H.-Q.; CHENG, C.-F.; CHEN, W.; LI, S.-D.; HE, F. DUAN, C.-Q.; WANG, J. Vineyard soil heterogeneity and harvest date affect volatolomics and sensory attributes of Cabernet Sauvignon wines on a meso-terroir scale. **Food Research International**, v. 174, p. 113508–113508, 1 dez. 2023.
- LU, L.; SERGE DELROT; LIANG, Z. From acidity to sweetness: a comprehensive review of carbon accumulation in grape berries. **Molecular Horticulture**, v. 4, n. 1, 5 jun. 2024.
- MATAFFO, A.; SCONOGNAMIGLIO, P.; MOLINARO, C.; CORRADO, G.; BASILE, B. Early Canopy Management Practices Differentially Modulate Fruit Set, Fruit Yield, and Berry Composition at Harvest Depending on the Grapevine Cultivar. **Plants**, v. 12, n. 4, p. 733, 1 jan. 2023.
- MORADI, S.; SABA, M.S.; SADEGHI, S.; INGLÈS, P.; LOGÓRIO, G. Changes in Biochemical and Bioactive Compounds in Two Red Grape Cultivars during Ripening and Cold Storage. **Agronomy**, v. 14, n. 3, p. 487–487, 28 fev. 2024.
- MOTA, R. V. DA.; SOUZA, C. R. DE.; FAVERO, A.C.; SILVA, C.P.C.; CARMO, E.L.DO.; FONSECA, A.R.; REGINA, M.A. Produtividade e composição físico-química de bagas de cultivares de uva em distintos porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 6, p. 576-582, jun. 2009.
- ORDUÑA, R. M. Climate change associated effects on grape and wine quality and production. **Food Research International**, v. 43, n. 7, p. 1844–1855, ago. 2010.
- ORTUANI, B.; MAYER, A.; BIANCHI, D.; SONA, G.; CREMA, A.; MODINA, D.; BOLOGNINI, M.; BRANCADORO, L.; BOSCHETTI, M.; FACCHI, A. Effectiveness of Management Zones Delineated from UAV and Sentinel-2 Data for Precision Viticulture Applications. **Remote Sensing**, v. 16, n. 4, p. 635–635, 8 fev. 2024.
- PEREYRA, G.; PELLEGRINO, A.; FERRER, M.; GAUDIN, R. How soil and climate variability within a vineyard can affect the heterogeneity of grapevine vigour and production. **OENO One**, v. 57, n. 3, p. 297–313, 20 set. 2023.
- RAMOS, M. C. JARA, M.A.I.; ROSILLO, L.; SALINAS, M.R. Effect of temperature and water availability on grape phenolic compounds and their extractability in Merlot grown in a warm area. **Scientia horticulturae**, v. 337, p. 113475–113475, 1 nov. 2024.
- REN, Y.; SADEGHNEZHAD, E.; LENG, X.; PEI, D.; DONG, T.; ZHANG, P.; PEIJIE, G.; JIA, H.; JINGGUI, P. Assessment of “Cabernet Sauvignon” Grape Quality Half-Véraison to Maturity for Grapevines Grown in Different Regions. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, n. 5, p. 4670–4670, 28 fev. 2023.
- REYNOLDS, A. G. Viticultural Practices and Their Effects on Grape and Wine Quality. p. 185–212, 1 jul. 2013.

- ROLLE, L.; SEGADE S.R.; PAISSONI, M.A.; GIACOSA, S.; GERBI, V. Assessment and control of grape maturity and quality. **Elsevier eBooks**, p. 1-16, 1 jan. 2022.
- ROUXINOL, M. I.; MARTINS, M.R.; BARROSO, J.M.; RATO, A.E. Wine Grapes Ripening: A Review on Climate Effect and Analytical Approach to Increase Wine Quality. **Applied Biosciences**, v. 2, n. 3, p. 347-372, 1 set. 2023.
- CANDAR, S. Understanding the Impact of Artificial Stress on the Morphological Characteristics of cv. "Merlot" Berry and Cluster. **Applied Fruit Science**, v. 66, n. 1, p. 257–267, 13 dez. 2023.
- SHAHAB, M.; ROBERTO, S.R.; ADNAN, M.; FAHAD, X.; KOYAMA, R.; SALEEM, M.H.; NASAR, J.; SAUD, X.; HASSAN, X.; NAWAZ, T. Phenolic Compounds as a Quality Determinant of Grapes: A Critical Review. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 42, p. 5325–5331, 8 mar. 2023.
- SKAHILL, B.; BERENQUER, B.; STOLL, M. Climate Projections for Pinot Noir Ripening Potential in the Fort Ross-Seaview, Los Carneros, Petaluma Gap, and Russian River Valley American Viticultural Areas. **Agronomy**, v. 13, n. 3, p. 696-696, 27 fev. 2023.
- SUN, R.; MA, J.; XIHUAN, S.; ZHENGE, L.; GUO-GUO, J.C. Responses of the Leaf Water Physiology and Yield of Grapevine via Different Irrigation Strategies in Extremely Arid Areas. **Sustainability**, v. 15, n. 4, p. 2887, 1 jan. 2023.
- VAN LEEUWEN, C.; SGOBUN, G.; BOIS, B.; OLLAT, N.; SWINGDOUW, D.; ZITO, S.; GAMBETA, G.A. Climate change impacts and adaptations of wine production. **Nature Reviews Earth & Environment**, v. 5, p. 1-18, 26 mar. 2024.
- VAN LEEUWEN, C. Terroir: The effect of the physical environment on vine growth, grape ripening, and wine sensory attributes. **Managing Wine Quality**, p. 341-393, 2022.
- VISCONTI, F.; LÓPEZ, R.; MIGUEL ÁNGEL OLEGO. The Health of Vineyard Soils: Towards a Sustainable Viticulture. **Horticulturae**, v. 10, n. 2, p. 154-154, 6 fev. 2024.
- WANG, T.; PENG, H.; CAO, Y.; XU, J.; XIONG, Y.; KANGCHEN, L.; FANG, J.; LIU, F.; ZHANG, A.; ZHANG, X. Dynamic Network Biomarker Analysis Reveals the Critical Phase Transition of Fruit Ripening in Grapevine. **Genes**, v. 13, n. 10, p. 1851-1851, 13 out. 2022.
- WEI, R.; WANG, L.; DING, Y.; ZHANG, L.; GAO, F.; CHEN, N.; SONG, Y.; LI, H.; WANG, H. Natural and sustainable wine: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1-12, 25 mar. 2022.
- ZHAI, H.-Y. LI, S.-Y.; ZHAO, X.; LAN, Y.-B.; ZHANG, X.-Y.; SHI, Y.; DUAN, C.-Q. The compositional characteristics, influencing factors, effects on wine quality and relevant analytical methods of wine polysaccharides: A review. **Food Chemistry**, v. 403, p. 134467, 1 mar. 2023.
- ZHANG, L.; ZHANG, A.; XU, L.; ZHU, L.; MA, B.; LI, M. The accumulation and regulation of malate in fruit cell. **Fruit Research**, v. 0, n. 0, p. 1–11, 1 jan. 2024.
- ZHANG, Z.; ZHOU, L.; REN, C.; REN, F.; WANG, Y.; PEIGE, L.; LI, S.; LIANG, Z. VvSWEET10 Mediates Sugar Accumulation in Grapes. **Genes**, v. 10, n. 4, p. 255, 1 abr. 2019.
- ZHAO, M.; HARRISON, R.; FRONT.; TIAN, B. Colour properties and tannin concentrations of polymeric phenolic materials extracted from Pinot Noir wines of a single NZ producer. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 58, n. 9, p. 4761–4769, 18 jul. 2023.

INFLUÊNCIA DE ASSOCIAÇÕES ENTRE PACOTES QUÍMICOS E INOCULANTES EM PRÉ SEMEADURA OU NÃO DA SOJA. SAFRA 2018/2019. PINDORAMA-SP

Data de aceite: 02/09/2024

Ivana Marino Bárbaro

Unidade Regional de Pesquisa e
Desenvolvimento de Colina/SP
<https://orcid.org/0000-0002-2954-2693>

Everton Luis Finoto

Unidade Regional de Pesquisa e
Desenvolvimento de Pindorama/SP
<http://lattes.cnpq.br/2248948833470312>

Elaine Cristine Piffer Gonçalves

Unidade Regional de Pesquisa e
Desenvolvimento de Colina/SP
<https://orcid.org/0000-0001-5797-6264>

Fabio Oliviere de Nóbile

UNIFEB – Barretos/SP
<https://orcid.org/0000-0001-9423-8420>

José Antonio Alberto da Silva

Unidade Regional de Pesquisa e
Desenvolvimento de Colina/SP
<http://Lattes.Cnpq.Br/1398758607886303>

Fernando Bergantini Miguel

Unidade Regional de Pesquisa e
Desenvolvimento de Colina/SP
<https://orcid.org/0000-0002-4778-8961>

Anita Schmidek

Unidade Regional de Pesquisa e
Desenvolvimento de Colina/SP
<http://lattes.cnpq.br/3709782731891847>

Marcelo Henrique de Faria

Unidade Regional de Pesquisa e
Desenvolvimento de Colina/SP
<http://lattes.cnpq.br/4131019883040512>

Regina Kitagawa Grizotto

Unidade Regional de Pesquisa e
Desenvolvimento de Colina/SP
<http://lattes.cnpq.br/2809175495850519>

RESUMO: Com o objetivo de se analisar parâmetros com relação direta e indireta a fixação biológica de nitrogênio e componentes de produção em soja submetida a diferentes tratamentos nas sementes com inoculantes contendo diferentes concentrações de bactérias associados ou não ao uso de um protetor no dia da semeadura e a 7 e 14 dias anteriores a semeadura (DAS), e sua comparação com três diferentes pacotes químicos sintéticos da Basf, Bayer e Syngenta foram instalados três experimentos em área experimental da APTA- Polo Regional Centro Norte localizado em Pindorama-SP, safra 2018/19. Cada experimento envolveu um pacote sintético aplicado nos seis tratamentos, portanto com 24 parcelas experimentais. Os tratamentos testados

foram: T1 = Testemunha (sem inoculação) ; T2 = Adubação nitrogenada com 200 kg nitrogênio ha⁻¹ (parcelado); T3 = Inoculação Padrão¹ (Inoculante A = menor concentração de bactérias *Bradyrhizobium* aplicado via semente no dia da semeadura; T4 = Inoculação (Inoculante B = Maior concentração de bactérias *Bradyrhizobium*+ Max Protection) aplicado via semente no dia da semeadura; T5 e T6 = Pré-inoculação (Inoculante B + Max Protection) aplicados na semente com respectivamente, 7 e 14 DAS. Os parâmetros analisados em R2 em três plantas por parcela foram NODT = número de nódulos total; MSPA = massa seca da parte aérea; MSR = massa seca da raiz; MSNDOT= massa seca de nódulos total; E em R8, por ocasião da colheita os componentes MMG = massa de mil grãos e PG = produtividade de grãos. O delineamento experimental foi em esquema fatorial simples 3 pacotes versus 6 tratamentos, sendo cada experimento foi em blocos completos casualizados com 4 repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. Pelos resultados obtidos observou-se que nota-se que na média geral dos experimentos o pacote da Basf foi superior estatisticamente aos outros testados para NNOT e MSPA com valores médios de respectivamente 17,57 unidades. planta⁻¹ e 28,64 g.planta⁻¹. Por sua vez, o da Bayer incrementou a MSNODT, MSR, e PG com respectivamente 176,50 mg planta⁻¹, 4,54 g planta⁻¹, e 2837,92 kg ha⁻¹ em relação aos outros dois pacotes. Em relação a tratamentos verificou-se que T4, destacou-se estatisticamente em relação aos demais tratamentos testados na média dos três pacotes químicos quanto a todas as variáveis testadas sendo: com respectivamente: 34,38 nódulos planta⁻¹, 293,03 mg planta⁻¹, 4,71 g, 31,89 g, 172,63 g e 2955,83 kg ha⁻¹. O tratamento de pré-inoculação aos 7 DAS com uso do inoculante B + protetor (T5) apesar de ser inferior ao T4 posicionou-se logo em seguida e foi equivalente ao tratamento (T3) que fez uso do inoculante A padrão no dia da semeadura para as variáveis MSNOT, MSR, MSPA, MMG e PG, na média dos três pacotes testados. Assim pode-se concluir considerando a PG, maiores incrementos estiveram relacionados a associação do pacote químico da Bayer com o tratamento T4 cujo rendimento de grãos foi de 3037,50 kg.ha⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE: Glycine max. L.; inoculação antecipada, osmoprotetor, concentração de *Bradyrhizobium* na formulação, fungicidas e inseticidas.

ABSTRACT: With the aim of analyzing parameters with a direct and indirect relationship to biological nitrogen fixation and production components in soybeans subjected to different seed treatments with inoculants containing different concentrations of bacteria associated or not with the use of a protector on the day of sowing. and 7 and 14 days before sowing (DAS), and their comparison with three different synthetic chemical packages from Basf, Bayer and Syngenta, three experiments were installed in the experimental area of APTA - Centro Regional Norte Center located in Pindorama-SP, 2018 harvest /19. Each experiment involved a synthetic package applied to the six treatments, therefore with 24 experimental plots. The treatments tested were: T1 = Control (without inoculation); T2 = Nitrogen fertilization with 200 kg nitrogen ha⁻¹ (in installments); T3 = Standard Inoculation1 (Inoculant A = lower concentration of *Bradyrhizobium* bacteria applied via seed on the day of sowing; T4 = Inoculation (Inoculant B = Higher concentration of *Bradyrhizobium* bacteria+ Max Protection) applied via seed on the day of sowing; T5 and T6 = Pre- inoculation (Inoculant B + Max Protection) applied to the seed with respectively 7 and 14 DAS. The parameters analyzed

in R2 in three plants per plot were NODT = total number of nodules; MSPA = aerial part dry mass; MSR = root dry mass; MSNDOT= total dry mass of nodules; And in R8, at the time of harvest, the components MMG = mass of one thousand grains and PG = grain productivity. The experimental design was in a simple factorial scheme, 3 packages versus 6 treatments, with each experiment being in randomized complete blocks with 4 replications. The data were subjected to analysis of variance using the F test and the means compared using the Tukey test at 5%. From the results obtained, it was observed that in the general average of the experiments, the Basf package was statistically superior to the others tested for NNOT and MSPA with average values of 17.57 units respectively. plant-1 and 28.64 g.plant-1. In turn, Bayer increased MSNODT, MSR, and PG with respectively 176.50 mg plant-1, 4.54 g plant-1, and 2837.92 kg ha-1 in relation to the other two packages. In relation to treatments, it was found that T4 stood out statistically in relation to the other treatments tested in the average of the three chemical packages in terms of all variables tested, being: with respectively: 34.38 nodules plant-1, 293.03 mg plant -1, 4.71 g, 31.89 g, 172.63 g and 2955.83 kg ha-1. The pre-inoculation treatment at 7 DAS using the B + protective inoculant (T5), despite being inferior to T4, was positioned shortly after and was equivalent to the treatment (T3) that used the standard inoculant A on the day of sowing. for the variables MSNOT, MSR, MSPA, MMG and PG, on the average of the three packages tested. Therefore, considering PG, it can be concluded that greater increases were related to the association of the Bayer chemical package with the T4 treatment, whose grain yield was 3037.50 kg.ha-1.

KEYWORDS: Glycine max. L.; early inoculation, osmoprotector, concentration of *Bradyrhizobium* in the formulation, fungicides and insecticides.

INTRODUÇÃO

A prática de inoculação tradicional consiste em aplicar a bactéria (*Bradyrhizobium*) nas sementes de soja. Assim, logo após a germinação a bactéria penetra na raiz, coloniza e forma nódulos, fixando nitrogênio atmosférico. Ganhos substanciais de produtividade são obtidos com reinoculação anual em áreas de soja, é o que tem demonstrado de forma unânime as pesquisas realizadas na última década. Desse modo, a opção por utilizar rizóbio, no Brasil, é tida como uma prática consagrada que apresenta ganhos de produtividade com relação custo-benefício viável para esta cultura, que representa uma das principais commodities brasileiras (HUNGRIA et al., 2007).

Assim, a inoculação por fazer uso de organismos vivos, se exposto a condições desfavoráveis, o inóculo pode perder sua viabilidade, como exemplo cita-se o armazenamento de sementes já inoculadas e ou com tratamento fitossanitário. Portanto, é de praxe a recomendação de que a inoculação nas sementes seja realizada após o tratamento com agrotóxicos e no mesmo dia da semeadura (FIPKE, 2015). Segundo o mesmo autor, isso se torna um grande obstáculo pois a atividade precisa ser realizada cuidadosamente principalmente “on farm” com grande demanda de tempo e mão de obra.

Por sua vez, é inegável que as pragas que atacam a cultura da soja tanto no sistema radicular como na parte aérea devem ser combatidas via tratamento de sementes, com uso

de inseticidas, a fim de não permitir seus danos às sementes e plantas juvenis (MARTINS et al., 2009). O tratamento inicial de sementes com produtos fitossanitários visando à proteção das plântulas contra fungos e outros patógenos, nesse sistema, pode significar até 22% do custo com aquisição de sementes no Brasil (MALONE et al., 2007).

A forma menos prejudicial no uso de vários princípios ativos ou produtos comerciais é na aplicação em separado, principalmente produtos químicos dos biológicos. O sistema de inoculação via sulco oferece esta possibilidade com a vantagem de que pode ser realizado de forma simultânea à operação de semeadura, assim evita o contato direto e prejudicial entre a fração biológica e as formulações químicas, bastando para isso o uso de equipamento adequado (PASTORE, 2016).

Outras tecnologias têm surgido para auxiliar o agricultor no processo de inoculação, como é o caso da pré-inoculação (inoculação antecipada) possibilitada pelo uso de osmoprotetores (FIPKE, 2015). Em busca pela otimização da sobrevivência da bactéria, e viabilização da prática de inoculação antecipada ao dia da semeadura (pré-inoculação) pode-se fazer uso de produtos osmoprotetores. Tais substâncias proporcionam a formação de uma película impedindo o contato direto com o inoculante e fornecendo substrato para sobrevivência da bactéria durante o período que antecede a simbiose. Complementando a função dos osmoprotetores pode-se utilizar inoculantes com maior concentração de bactérias, bem como, substâncias de “comunicação “ entre plântulas e bactérias no intuito de potencializar uma precoce formação de nódulos (FIPKE, 2015).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho trata-se de analisar parâmetros com relação direta e indireta a fixação biológica de nitrogênio e componentes de produção em soja cultivada em Pindorama-SP, safra 2018/19, submetida a diferentes tratamentos nas sementes com inoculantes contendo diferentes concentrações de bactérias associados ou não ao uso de um protetor em 0, 7 e 14 dias anteriores a semeadura, e sua comparação com três diferentes pacotes químicos sintéticos da Basf, Bayer e Syngenta.

MATERIAL E METODOS

Local de condução do experimento

Os experimentos foram instalados em condições de campo, em 22 de novembro de 2018 e colhidos no dia 04 de abril de 2019 no Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Centro Norte, vinculado a Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios –APTA, localizado no município de Pindorama –SP. O relevo da região é ondulado com altitudes que variam de 498 a 594 m, cujas coordenadas geográficas são 21° 13' de latitude sul e 48° 55' de longitude oeste.

O clima enquadra-se, segundo a Classificação Climática de Köppen (1948), em Aw, definido como clima mesotérmico de inverno seco, onde a temperatura média do mês mais

frio é abaixo de 18 °C e do mês mais quente, acima de 22 °C. Na Tabela 1 consta os dados meteorológicos mensais do Polo Centro Norte, sendo que as médias para temperaturas máxima e mínima foi de 31,13°C e 19,55 °C, respectivamente, com precipitação média mensal de 167,3 mm, inferior ao da safra passada que foi de 200 mm (CIIAGRO, 2019).

MÊS	Temp max ABSOL	Temp min ABSOL	Temp max MENSAL	Temp Min. MENSAL	Temp MEDIA	PRECIP	DCCH
	-----°C-----					mm	dias
NOV 2018	34,5	16,2	29,9	19,3	24,6	142,8	17
DEZ 2018	36	14	31,9	20,1	26	139,1	16
JAN 2019	36,4	18,7	32,8	20,7	26,8	78,7	14
FEV 2019	36,8	17,3	31	19,9	25,4	254,7	19
MAR 2019	34,4	16,6	30,9	19,4	25,2	242,6	13
ABR 2019	33,9	12,3	30,3	17,9	24,1	145,9	10

DCCH = dias do mês com chuva; precip = precipitação; temp = temperatura; absol. = absoluta.

Tabela 1. Dados meteorológicos mensais de Pindorama-SP, referente ao período em que os experimentos foram conduzidos. Ano Agrícola 2018/19.

Fonte CIIAGRO: (2019).

Pacotes químicos, bioinsumos e delineamento experimental

Foram utilizados três pacotes químicos sintéticos para compor cada experimento, sendo: 1 – BASF, 2 – BAYER e 3 – SYNGENTA.

1. Pacote da BASF: composto pelo produto comercial Standak® Top (Piraclostrobina + Tiofanato Metílico+ Fipronil) na dose de 2 mL por kg de semente;
2. Pacote da BAYER: composto pelos produtos comerciais Derosal Plus® (Carbendazim + Thiram) na dose de 2 mL por kg de semente e Cropstar® (Imidacloprido +Tiodicarbe) na dose de 5 mL por kg de semente;
3. Pacote da SYNGENTA: composto pelos produtos comerciais: Fortenza® (Ciantranilprole) na dose de 0,8 mL kg de sementes⁻¹; Cruiser® 350 FS (Tiametoxam) na dose de 2 mL kg de sementes⁻¹ e Maxim® XL (Fludioxonil + Metalaxil-M) na dose de 1 mL kg de sementes⁻¹;

Os tratamentos testados, bem como, as doses dos inoculantes e protetor utilizados no presente trabalho estão descritos na Tabela 2.

Nº	Tratamentos	Dose Inoculantes	Dose Max Protection
T1	Testemunha (sem inoculação)	---	----
T2	200 kg ha ⁻¹ de N (parcelados na base e em cobertura)	---	----
T3	Inoculante A aplicado via semente no dia da semeadura	100 mL/ 50 kg sementes	----
T4	Inoculante B + Max Protection aplicado via semente no dia da semeadura	100 mL/ 50 kg sementes	5 mL/ 5 kg sementes
T5	Inoculante B + Max Protection aplicado via semente a 7 dias antes da semeadura.	100 mL/ 50 kg sementes	5 mL/ 5 kg sementes
T6	Inoculante B + Max Protection aplicado via semente a 14 dias antes da semeadura.	100 mL/ 50 kg sementes	5 mL/ 5 kg sementes

Inoculante A: Biomax® Premium Líquido Soja; Inoculante B: Biomax ® 10. Os tratamentos T5 e T6 foram armazenados em local com ar condicionado a 16°C até a data de semeio dos experimentos.

Tabela 2 Tratamentos e doses dos inoculantes e protetor utilizados para condução dos experimentos envolvendo cada pacote químico. Ano Agrícola 2018/19. Polo Regional Centro Norte. Pindorama-SP.

A parcela experimental foi de 4 linhas de 15 m de comprimento, e como área útil considerou-se as duas linhas centrais de 15 m de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,5 m (15 m²). Desta forma, o delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial simples 3 x 6 composto por 3 pacotes químicos sintéticos e 6 tratamentos acima descritos com 4 repetições (Tabela 2). Cada experimento envolveu um pacote sintético aplicado nos seis tratamentos, portanto com 24 parcelas experimentais.

A descrição dos inoculantes utilizados nesses experimentos seguem abaixo:

- a. BIOMAX® PREMIUM LÍQUIDO SOJA (inoculante padrão): inoculante líquido para soja, registrado e produzido pela Vittia Fertilizantes e Biológicos S/A, tendo como garantia as bactérias *Bradyrhizobium japonicum* (Semia 5079 e Semia 5080), na concentração de 7×10^9 unidades formadoras de colônias (UFC)/mL.
- b. BIOMAX ® 10: Inoculante líquido para soja, registrado e produzido pela Vittia Fertilizantes e Biológicos S/A, tendo como garantia as bactérias *Bradyrhizobium japonicum* (Semia 5079 e Semia 5080), com maior concentração de UFC (unidades formadoras de colônias) por litro. • Garantia: 1×10^{10} UFC/mL.
- c. Max Protection: Aditivo para o inoculante que garante proteção e aderência das bactérias às sementes durante a inoculação, garantindo uma maior eficiência na nodulação. Possui em sua formulação fonte de energia para as bactérias, garantindo a concentração e potencializa a eficiência da inoculação.

Condução do experimento

Antes da instalação foram coletadas amostras de solo da área experimental para posterior análise química e granulométrica, além da contagem de bactérias *Bradyrhizobium* e bactérias diazotróficas associativas do solo antes da semeadura. A contagem das bactérias foi realizada no Laboratório de Microbiologia Agrícola da FCAV/UNESP, câmpus de Jaboticabal/SP de acordo com as recomendações de Dobereiner et al. (1995). Os valores encontrados na amostra foi de: $6,69 \times 10^7$ UFC g^{-1} de solo seco de bactérias totais, $3,56 \times 10^7$ UFC g^{-1} de solo seco de bactérias *Bradyrhizobium* e $3,5 \times 10^6$ UFC g^{-1} de solo seco de bactérias diazotróficas.

Amostras de solo para caracterização química (RAIJ et al., 2001) e granulométrica (DAY, 1965) foram coletadas em outubro de 2018, na camada de 0-0,20 m de profundidade, e os resultados obtidos foram: pH ($CaCl_2$) = 5,80; M.O. = 10,00 $g\ dm^{-3}$; CO = 5,8 $g\ dm^{-3}$; P = 36,00 $mg\ dm^{-3}$; K = 3,1 $mmolc\ dm^{-3}$; Ca = 26,00 $mmolc\ dm^{-3}$; Mg = 11,00 $mmolc\ dm^{-3}$; H + Al = 16,00 $mmolc\ dm^{-3}$; V = 71%, Areia Total = 892 $g\ kg^{-1}$ de solo; Argila = 72 $g\ kg^{-1}$ de solo e Silte = 36 $g\ kg^{-1}$ de solo, sendo o preparo do solo convencional.

A adubação de semeadura foi realizada com adubo formulado 4-30-16, na dose de (350 $kg\ ha^{-1}$). Apenas no Tratamento T2 (200 $kg\ ha^{-1}$ de Nitrogênio) foram aplicados manualmente o restante da dose de N, sendo metade na base e metade em cobertura com o uso da fonte ureia, aos 35 dias após a emergência.

A cultivar de soja utilizada foi a BRS 7380 RR. Essa cultivar é um dos destaques da nova geração de cultivares RR do programa de melhoramento genético da Embrapa, sendo transgênica, livre de taxa tecnológica por patente, e possui ciclo precoce, grupo de maturidade 7.3, resistência ao herbicida glifosato, e associa a resistência às raças 3, 4, 6, 9, 10 e 14 do nematoide do cisto da soja (*Heterodera glycines*) com as resistências aos dois nematoides formadores de galhas, *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*, bem como, apresenta baixo fator de multiplicação ao nematoide *Pratylenchus brachyurus*. Por estas características de resistências múltiplas a nematoides e seu ciclo precoce, permite a sua utilização no sistema produtivo em sucessão de culturas em regiões cujos solos apresentam histórico de problemas com os referidos nematoides, aumentando a sustentabilidade do sistema produtivo agrícola (EMBRAPA, 2019).

Foram semeadas 35 sementes m^{-1} em semeadora de parcelas experimentais com a finalidade de se obter 16 plantas por metro linear. Para isto, foi realizado o desbaste manual visando obter a população média final de 320.000 plantas ha^{-1} .

Assim, no laboratório, antes da semeadura, ou seja, aproximadamente 10 dias antes da realização da pré-inoculação foram realizados os procedimentos visando os tratamentos das sementes com os três pacotes químicos já citados. Posteriormente, para compor os diferentes tratamentos quando ao uso de insumos biológicos foram preparados apenas os tratamentos T3, T4, T5 e T6 conforme procedimentos descritos na Tabela 2, sendo que os tratamentos T1 e T2 não tiveram a adição de inoculantes ou protetor e apenas os pacotes químicos sintéticos.

Foram adotados alguns cuidados para garantir uma maior eficiência dos inoculantes, como inoculação das sementes realizada à sombra e distribuição uniforme dos inoculantes em todas as sementes. Assim, não houve contato direto dos inoculantes com os pacotes químicos utilizados no tratamento de sementes. Os tratamentos envolvendo pré-inoculação foram armazenados em sala climatizada com ar condicionado na temperatura de 16°C até a data da semeadura.

Foi aplicado fertilizante contendo os micronutrientes cobalto e molibdênio, via pulverização foliar no estágio fenológico V₅ (FEHR; CAVINESS, 1977), em todos os tratamentos incluindo o controle não inoculado. Também foi efetuado o controle de doenças e pragas por meio de fungicidas e inseticidas quando necessário.

Todas as técnicas de cultivo da soja, como escolha de cultivar, época de semeadura, população de plantas, controle de plantas daninhas, insetos e doenças seguiram as recomendações técnicas para a cultura da soja da EMBRAPA (2013).

Avaliações

No florescimento pleno R2 foram coletadas 3 plantas por parcela experimental em cada um dos experimentos conduzidos. Deste modo, os parâmetros avaliados foram: número de nódulos total (NODT) em unidade.planta⁻¹; massa de nódulos secos total (MSNODT) em mg planta⁻¹, massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR) em g planta⁻¹.

Por ocasião da maturação (R8) avaliaram-se:

- massa de mil grãos (MMG) = determinada por meio da pesagem de três subamostras de 100 grãos, por repetição, multiplicando-se os resultados por 10 (BRASIL, 2009);
- produtividade dos grãos (PG) = colhidas nas duas linhas centrais de 15 m de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,5 m. A partir dos valores médios referentes à produção das parcelas de cada tratamento, foram calculadas a produtividade, sendo expressa em kg ha⁻¹ (valores corrigidos para 13% de umidade).

Análise estatística dos resultados

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância simples (ANAVA). Havendo diferença entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com significância de 5%. As análises estatísticas foram realizadas através do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 consta os resultados gerais obtidos para os parâmetros relacionados a fixação biológica de nitrogênio e componentes de produção da comparação de três pacotes químicos sintéticos para soja submetida a seis tratamentos envolvendo inoculação com inoculante comercial B de maior concentração de bactérias *Bradyrhizobium* associada a um protetor aplicado aos 0, 7 e 14 dias antes da semeadura, bem como, inoculação tradicional (inoculante A com número usual de bactérias aplicado no dia do semeio), adubação química nitrogenada e testemunha sem inoculantes. Nota-se efeitos significativos dos fatores pacotes (P), tratamentos (T) e interação P versus T para a todas as variáveis analisadas, com exceção do fator P para MMG que foi não significativo.

CARACTERES	NODT ¹	MSNOT ¹	MSR ¹	MSPA ¹	MMG	PG
	unid. planta ⁻¹	mg planta ⁻¹	-----g-----		g	kg ha ⁻¹
PACOTES (P)						
1-BASF	17,57 a	134,72 b	3,77 b	28,64 a	167,34 a	2600,92 b
2-BAYER	11,50 b	176,50 a	4,54 a	24,07 c	167,37 a	2837,92 a
3-SYNGENTA	12,01 b	113,33 c	3,48 c	25,76 b	167,62 a	2606,33 b
F(P)	35,29**	77,57**	66,80**	27,09**	0,163 ns	109,39**
TRATAMENTOS (T)						
T1 = Controle (sem adição de insumos biológicos)	5,17 de	78,26 c	3,36 d	20,33 d	160,08 e	2408,33 e
T2 = Adubação química nitrogenada (200 kg de N ha ⁻¹)	3,75 e	76,69 c	4,36 ab	28,11 b	170,36 b	2665,83 c
T3= Inoculante A aplicado via semente no dia da semeadura	19,31 b	129,44 b	3,76 c	26,53 b	166,64 cd	2741,00 bc
T4= Inoculante B + Protetor aplicado via semente no dia da semeadura	34,28 a	293,03 a	4,71 a	31,89 a	172,63 a	2955,83 a
T5= Inoculante B + Protetor aplicado via semente a 7 dias da semeadura	12,28 c	144,51 b	4,07 bc	26,83 b	168,86 bc	2750,17 b
T6= Inoculante B + Protetor aplicado via semente a 14 dias da semeadura	7,39 d	127,17 b	3,34 d	23,25 c	166,10 d	2569,17 d
F (T)	208,32**	236,90**	33,76**	40,44**	63,79**	102,19**
F INTERAÇÕES						
F (P X T)	15,80**	35,78**	5,07**	4,38**	3,05*	15,88**
CV (%)	20,27	12,63	8,35	8,31	1,12	2,36
MÉDIA GERAL	13,69	141,52	3,93	26,16	167,45	2681,72

Média de quatro repetições seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; T1 = Testemunha (sem inoculação) ; T2 = Adubação nitrogenada com 200 kg nitrogênio ha⁻¹ (parcelado); T3 = Inoculação Padrão¹ (Inoculante A = Biomax® Premium Líquido Soja) aplicado via semente no dia da semeadura; T4 = Inoculação(Inoculante B = Biomax® 10 + Max Protection) aplicado via semente no dia da semeadura; T5 = Pré-inoculação (Inoculante B = Biomax®10 + Max Protection) aplicado via semente com 7 dias antes da semeadura; T6 = Pré-inoculação (Inoculante B =Biomax®10 + Max Protection) aplicado via semente com 14 dias antes da semeadura; NODT = número de nódulos total; MSPA = massa seca da parte aérea; MSR = massa seca da raiz; MSNDOT= massa seca de nódulos total; MMG = massa de mil grãos; PG = produtividade de grãos; ¹ Média respectivamente de três plantas por repetição.

Tabela 3. Parâmetros avaliados no florescimento pleno (R2) e por ocasião da colheita (R8) dos experimentos envolvendo o uso de três pacotes químicos sintéticos e sua interação com tratamentos de pré-inoculação ou não com inoculante B de maior concentração de bactérias (*Bradyrhizobium*) associado ao uso de um protetor em soja e seus controles não inoculados, adubação química nitrogenada e inoculação com inoculante A padrão no dia do semeio. Ano Agrícola 2018/19. Polo Regional Centro Norte. Pindorama-SP.

Quando se analisa o fator pacote químico sintético (Tabela 3) nota-se que na média geral dos experimentos o da Basf foi superior estatisticamente aos outros testados para NNOT e MSPA com valores médios de respectivamente 17,57 unidades. planta⁻¹ e 28,64 g.planta⁻¹. De acordo com Alcântara Neto et al. 2014 o tratamento envolvendo o uso de Standak Top® (fipronil, piraclostrobina e tiofanato metílico) e inoculante demonstraram ter menor efeito tóxico sobre bactérias rizóbios. Por outro lado, o pacote da Bayer sobressaiu-se para a maioria das variáveis analisadas MSNODT, MSR, e PG sendo estatisticamente superior aos outros testados com respectivamente 176,50 mg planta⁻¹, 4,54 g planta⁻¹, e 2837,92 kg ha⁻¹. O pacote Syngenta foi o menos expressivo entre os pacotes testados para MSNODT e MSR na média geral com respectivamente 113,33 mg e 3,48g. planta⁻¹. Em pesquisa realizada por Costa et al. (2013), por exemplo, foi relatado que o uso de um fungicida a base de carbendazim + thiram e outro a base de fludioxonil + mefenoxam causaram efeito levemente tóxico sobre a nodulação. Esses autores utilizaram solos provenientes de mata nativa, que não possuíam populações eficientes de *Bradyrhizobium*.

A compatibilidade entre insumos químicos sintéticos e biológicos é de grande importância na preservação das espécies benéficas que habitam os agroecossistemas. Exemplo disso é a necessidade da compatibilidade de inoculantes à base de *Bradyrhizobium* spp., *Azospirillum* spp. e, mais recentemente, *Bacillus* spp. que são usualmente disponibilizados às plantas via tratamento de sementes com inseticidas, fungicidas e micronutrientes (SANTOS et al., 2021). Entre os benefícios do uso compatível de bioinsumos com insumos sintéticos está a maior sustentabilidade do sistema produtivo, com surtos de pragas menos frequentes (em consequência do equilíbrio do agroecossistema), redução dos custos de aplicação, maior eficiência da fixação biológica de nitrogênio e promoção de crescimento de plantas. Esses benefícios irão propiciar maior lucratividade ao sojicultor e contribuir para uma agricultura mais sustentável (MEYER et al., 2022).

Em relação ao fator Tratamentos verificou-se que o tratamento T4, cuja inoculação foi realizada no dia da semeadura com inoculante B de maior concentração de bactérias + protetor destacou-se estatisticamente em relação aos demais tratamentos testados na média dos três pacotes químicos quanto a todas as variáveis testadas sendo: NODT, MSNODT, MSR, MSPA, MMG e PG com respectivamente: 34,38 nódulos planta⁻¹, 293,03 mg planta⁻¹, 4,71 g, 31,89 g, 172,63 g e 2955,83 kg ha⁻¹. Por sua vez, o tratamento T2 (adubação química nitrogenada) quanto aos parâmetros NODT e MSNODT posicionou-se com os piores valores médios entre os tratamentos testados com respectivamente de 3,76 nódulos planta⁻¹ e 76,69 mg planta⁻¹. Quanto ao tratamento de pré-inoculação aos 7 dias antes da semeadura com uso do inoculante B + protetor (T5) nota-se que o mesmo apesar de ser inferior estatisticamente ao T4 posicionou-se logo em seguida e foi equivalente ao tratamento (T3) que fez uso do inoculante A no dia da semeadura para as variáveis MSNOT, MSR, MSPA, MMG e PG. Já, o mesmo tratamento de pré-inoculação quando realizado aos 14 dias antes da semeadura (T6) foi equivalente a testemunha não inoculada

(T1) para NODT e MSR e superior ao T1 para PG, MMG, MSPA e MSNODT. A testemunha não inoculada (T1) promoveu os maiores decréscimos quanto a todas as variáveis testadas NODT, MSNODT, MSR, MSPA, MMG e PG quando comparada aos demais tratamentos testados.

No desdobramento de pacotes dentro de cada tratamento (Tabela 4) para NODT verificou-se que para o controle não inoculado (T1), a adubação química nitrogenada (T2) e pré-inoculação aos 14 dias do semeio com uso do inoculante B + protetor (T6) não ocorrem diferenças estatísticas entre os pacotes testados. Analisando o tratamento T4 nota-se superioridade estatística do pacote da Basf para NODT, seguido do da Bayer que foi superior ao da Syngenta. Para T5, o da Basf também foi superior aos demais pacotes, sendo o da Bayer e o da Syngenta inferiores ao primeiro e semelhantes estatisticamente. Quanto ao T3, nota-se que o destaque foi o da Basf, porém o da Syngenta foi superior estatisticamente ao da Bayer. Já no desdobramento do pacote da Basf dentro de tratamentos, verificou-se que o tratamento T4 foi superior estatisticamente em relação aos outros, com valor médio de 43,25 nódulos. planta⁻¹. Em seguida posicionou-se o T3 com 31,83 nódulos, sendo superior aos tratamentos T5, T6, T2 e T1. O tratamento T5 com 16,33 nódulos foi superior estatisticamente ao T6 que apresentou 8 nódulos e que não diferiu dos tratamentos controle sem inoculante (T1) e adubação química nitrogenada (T2) com respectivamente 3,5 e 2,5 nódulos por planta. Considerando o pacote Bayer, nota-se que novamente T4 que fez uso do inoculante B com maior concentração de bactérias + protetor aplicado no dia da semeadura foi o destaque com 32,67 nódulos planta⁻¹. O tratamento T5 posicionou-se após o T4 não diferindo dos tratamentos T6, T3 e T1. O pior tratamento para NODT no pacote da Bayer foi a adubação química nitrogenada (T2) que mostrou média de nódulos de 3,5 nódulos por planta. Por sua vez quando se analisa o pacote da Syngenta, o T4 também se destacou com 26,92 nódulos. O T3 posicionou-se após, com 17,17 nódulos planta⁻¹ sendo superior aos demais tratamentos testados que foram semelhantes estatisticamente.

Para MSNODT, nota-se que para os tratamentos T1, T2 e T3 os pacotes não se diferenciaram significativamente pelo teste de médias aplicado. Considerando o T4, o pacote da Bayer destacou-se, sendo superior aos outros, seguido do da Basf que foi estatisticamente superior ao da Syngenta. Para T5, o pacote Bayer sobressaiu-se também, seguido dos pacotes Basf e Syngenta que não diferiram entre si. Já em T6, o destaque foi também o da Bayer, seguido do da Syngenta que foi superior estatisticamente ao da Basf. Por sua vez, dentro do pacote Basf, verifica-se que T4 destacou-se com 311,60 mg planta⁻¹, diferindo dos demais tratamentos testados. Em seguida estiveram os tratamentos T3 e T5 que foram semelhantes estatisticamente e superiores aos tratamentos T1, T2 e T6 que tiveram igualdade estatística e promoveram os menores acréscimos quanto a MSNODT de respectivamente 85,03, 70,83 e 77,50 mg.planta⁻¹. No pacote da Bayer, novamente T4 foi superior estatisticamente com 410 mg planta⁻¹. Logo em seguida posicionaram-se T5 e T6

com respectivamente valores médios de 173,50 e 191,50 mg planta⁻¹. O tratamento T3 foi inferior estatisticamente aos citados com 135,00 mg e superior aos tratamentos T1 e T2 que não diferiram entre si e apresentaram respectivamente 79,75 e 69,25 mg.planta⁻¹. Dentro do pacote da Syngenta os tratamentos T4, T5 e T3 se destacaram e foram semelhantes estatisticamente com valores médios de 157,50, 127,50 e 122,50 mg planta⁻¹ sendo superiores aos demais. O T6 que consistiu na pré-inoculação aos 14 dias posicionou-se logo em seguida com média de 112,50 mg, sendo superior estatisticamente aos tratamentos T1 e T2 com 70 e 90 mg planta⁻¹. Sabe-se que a aplicação de determinados inseticidas e fungicidas no tratamento de sementes de leguminosas, como a soja, pode ocasionar uma redução na população de bactérias diazotróficas utilizadas nos inoculantes microbianos (ANNAPURNA, 2005). Esse problema pode ser agravado em sementes pré inoculadas, pois, essas ficam armazenadas até o dia do plantio e assim existe maior possibilidade dos produtos químicos interajam com as bactérias (LOPES,2016).

Para MSR, nota-se que para os tratamentos T1 e T3 não ocorram diferenças em relação aos pacotes testados. Considerando o tratamento T4, o pacote Bayer destacou-se sendo superior com 5,44 g, seguido do da Basf e ao da Syngenta que não diferiram entre si e apresentaram respectivamente médias de 4,55 e 4,14 g. Para T5, o pacote Bayer com 5,25 g planta⁻¹ sobressaiu-se também, seguido dos pacotes Basf (3,49 g) e Syngenta (3,47g) que não diferiram entre si. Já em T6, o destaque foi também o da Bayer com valor médio de 3,74 g, diferindo-se estatisticamente apenas do pacote da Syngenta com 2,94 g planta⁻¹. No desdobramento do pacote da Basf os tratamentos T4 e T2 destacaram-se e foram semelhantes estatisticamente entre si com médias de 4,55 e 4,24 g. planta⁻¹. Em seguida posicionou T3 com 3,74 g e que foi superior aos tratamentos T1, T5 e T6 aos quais foram iguais estatisticamente e com médias de respectivamente 3,27, 3,49 e 3,34 g. No pacote sintético da Bayer nota-se que T2, T4 e T5 foram os tratamentos que mais incrementaram a biomassa seca da raiz com respectivamente 5,27, 5,44 e 5,25 g, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos T1, T3 e T6 que foram semelhantes estatisticamente com respectivamente 3,68, 3,88 e 3,74 g.planta⁻¹. No pacote sintético Syngenta verificou-se que o destaque foram os tratamentos T2, T3, T4 e T5 com valores médios de respectivamente 3,57, 3,66, 4,14 e 3,47 g sendo os mesmos semelhantes estatisticamente e superiores aos demais tratamentos. O T6 foi inferior estatisticamente ao controle não inoculado (T1) apresentando respectivamente 2,94 e 3,13 g.planta⁻¹.

Em relação a MSPA apenas para o controle não inoculado (T1) os pacotes foram semelhantes entre si. Nos demais tratamentos ocorreram diferenças estatísticas entre a interação tratamento versus pacotes. Em relação aos tratamentos T3 e T5 nota-se que os pacotes Basf e Syngenta destacaram e não diferiram entre si com respectivamente 29,33; 29,17, 28,83 e 28,00 g, sendo superiores ao pacote da Bayer com 21,42 e 23,33 g respectivamente para T3 e T5. Para T4, Basf e Bayer não diferiram entre si e apresentaram médias de respectivamente 34,67 e 31,17 g, sendo que o pacote da Basf diferiu apenas do

da Syngenta que teve média de 29,83 g. Quanto ao T6, nota-se que o pacote da Basf foi superior estatisticamente aos demais com 26,34 g planta⁻¹ sendo que os dois outros pacotes tiveram semelhança estatística. Quanto aos tratamentos dentro do pacote da Basf, verifica-se que T4 e T2 se destacaram e não diferiram entre si com os maiores valores médios entre os tratamentos testados de respectivamente 34,67 e 32,50 g. planta⁻¹. Em seguida ficaram os tratamentos T3 e T5 com 29,33 e 29,17 g respectivamente que diferiram do T6 com 26,34 g que foi superior ao T1 que deteve o pior valor médio de MSPA de 19,83 g planta⁻¹. No pacote Bayer o T4 destacou-se com 31,17 g e foi superior aos outros tratamentos. Os tratamentos T2 e T5 vieram posicionados posteriormente com 26,50 e 23,33 g.planta⁻¹. E com os piores incrementos em termos de MSPA dentro do pacote da Bayer ficaram T1, T3 e T6 com respectivamente 20,83, 21,42 e 21,17 g. planta⁻¹. No pacote da Syngenta para esse mesmo parâmetro, nota-se que os tratamentos T2, T3, T4 e T5 não se diferenciaram estatisticamente entre si e foram superiores aos demais tratamentos testados com médias de respectivamente 25,33, 28,83, 29,83 e 28,00 g planta⁻¹. Em seguida ficou T6 com 22,25 g e o menor valor médio dentro do pacote esteve associado o controle não inoculado (T1) com 20,33 g. planta⁻¹. Benedett, 2016, verificou que a massa seca da parte aérea por planta não se alterou significativamente em relação à testemunha, não havendo diferenças estatísticas entre nenhum dos tratamentos avaliados para esse parâmetro. O mesmo autor analisa que seu resultado sugere que algumas plantas, que praticamente não nodularam, conseguiram aporte de nitrogênio do solo. Devido a essa presença de nitrogênio no solo, não foi evidente a correlação entre nodulação e massa seca da parte aérea.

NODT – Número de nódulos totais em unidades planta ⁻¹				
Pacotes químicos tecnológicos				
Tratamentos	1-Basf	2-Bayer	3-Syngenta	F(T)
T1	3,50 A d	6,17 A bc	5,83 A c	1,10ns
T2	2,50 A d	3,50 A c	5,25 A c	1,00ns
T3	31,83 A b	8,92 C bc	17,17 B b	69,95**
T4	43,25 A a	32,67 B a	26,92 C a	35,64**
T5	16,33 A c	10,59 B b	9,92 B c	6,46**
T6	8,00 A d	7,17 A bc	7,00 A c	0,15ns
F (P)	143,43**	58,87**	37,62**	-
MSR – Massa seca da raiz em gramas planta ⁻¹				
Tratamentos	1-Basf	2-Bayer	3-Syngenta	F(T)
T1	3,27 A c	3,68 A b	3,13 A bc	2,95ns
T2	4,24 B ab	5,27 A a	3,57 C abc	27,38**
T3	3,74 A bc	3,88 A b	3,66 A ab	0,45ns
T4	4,55 B a	5,44 A a	4,14 B a	16,58**
T5	3,49 B c	5,25 A a	3,47 B abc	38,82**

T6	3,34 AB c	3,74 A b	2,94 B c	5,94*
F (P)	9,96**	27,34**	6,59**	
MSPA – Massa seca da parte aérea em gramas planta ⁻¹				
Tratamentos	1-Basf	2-Bayer	3-Syngenta	F(T)
T1	19,83 A d	20,83 A c	20,33 A c	0,12ns
T2	32,50 A ab	26,50 B b	25,33 B ab	12,52**
T3	29,33 A bc	21,42 B c	28,83 A a	16,64**
T4	34,67 A a	31,17 AB a	29,83 B a	5,27*
T5	29,17 A bc	23,33 B bc	28,00 A a	8,06**
T6	26,34 A c	21,17 B c	22,25 B bc	6,28**
F (P)	22,83**	14,02**	12,36**	
MSNODT – Massa seca de nódulos totais em mg.planta ⁻¹				
Tratamentos	1-Basf	2-Bayer	3-Syngenta	F(T)
T1	85,03 A c	79,75 A d	70,00 A d	0,73ns
T2	70,83 A c	69,25 A d	90,00 A cd	1,67ns
T3	130,83 A b	135,00 A c	122,50 A abc	0,51ns
T4	311,60 B a	410,00 A a	157,50 C a	202,89 **
T5	132,53 B b	173,50 A b	127,50 B ab	7,98**
T6	77,50 C c	191,50 A b	112,50 B bc	42,72**
F (P)	103,04**	193,75**	11,67**	

Média de quatro repetições seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; T1 = Testemunha (sem inoculação) ; T2 = Adubação nitrogenada com 200 kg nitrogênio ha⁻¹ (parcelado); T3 = Inoculação Padrão¹ (Inoculante A = Biomax® Premium Líquido Soja) aplicado via semente no dia da semente; T4 = Inoculação (Inoculante B = Biomax® 10 + Max Protection) aplicado via semente no dia da semeadura; T5 = Pré-inoculação (Inoculante B + Max Protection) aplicado via semente com 7 dias antes da semeadura; T6 = Pré-inoculação (Inoculante B + Max Protection) aplicado via semente com 14 dias antes da semeadura; NODT = número de nódulos total; MSPA = massa seca da parte aérea; MSR = massa seca da raiz; MSNODT= massa seca de nódulos total; ¹ Média respectivamente de três plantas por repetição.

Tabela 4. Desdobramento da interação para parâmetros relacionados a fixação biológica de nitrogênio avaliada no estágio fenológico R2 em experimentos envolvendo três pacotes químicos sintéticos submetidos a seis tratamentos sendo uns de pré-inoculação com inoculante B de maior concentração de bactérias associado ao uso de um protetor, comparado a inoculação no dia do semeio com inoculante A padrão, controle não inoculado e adubação química nitrogenada. Pindorama-SP. Safra 2018/19.

Na Tabela 5, para MMG no desdobramento de cada tratamento dentro dos pacotes testados nota-se que apenas para os tratamentos T1 (controle não inoculado) e T6 (inoculação antecipada aos 14 dias do semeio com inoculante B de maior concentração bacteriana + protetor) tiveram diferenças entre os pacotes testados. No caso do T1 o pacote da Basf foi superior aos outros dois com média de 162,43 g. Em relação ao T6 o da Syngenta foi superior ao da Basf não diferindo do da Bayer com valor médio de 168,02 g de massa de mil grãos. No desdobramento do pacote sintético da Basf nota-se que os tratamentos T2, T4 e T5 tiveram igualdade estatística e foram superiores aos demais tratamentos testados. Vale ressaltar que nessa situação a adubação química

nitrogenada foi equivalente ao uso da aplicação de inoculante B de maior concentração de bactérias + protetor podendo ser semeado em até 7 dias de antecedência (T5), pois foi equivalente ao ao T4. Já, em seguida posicionou-se o T3 (inoculante A padrão) que foi superior estatisticamente ao controle não inoculado (T1) e com igualdade em relação ao T6 (uso do inoculante B de maior concentração de bactérias + protetor) aplicado com 14 dias de antecedência ao plantio. No pacote da Bayer para MMG, verificou-se que T4 e T2 destacaram-se em relação aos demais sendo que T2 não diferiu do T5 e do T3 que foram superiores ao controle não inoculado com 158,98 g. O tratamento T6 foi superior ao T1 e semelhante ao T5 e T3 com média de 165,76 g. Dentro do pacote Syngenta também T2 e T4 sobressairam-se estatisticamente com médias de respectivamente 171,89 e 173,45 g. Logo em seguida estiveram os tratamentos associados ao uso de inoculante B de maior concentração de bactérias + protetor aplicados com antecedência de 7 e 14 dias, que não diferiram do T3 que consistiu no uso do inoculante A padrão aplicado no dia da semeadura. O pior tratamento foi o controle não inoculado (T1) com valor médio de MMG de 158,84 g.

Pacotes químicos tecnológicos				
Tratamentos	1-Basf	2-Bayer	3-Syngenta	F(T)
MMG – Massa de mil grãos em gramas				
T1	162,43 A d	158,98 B d	158,84 B d	4,68*
T2	168,93 A ab	170,25 A ab	171,89 A ab	2,49ns
T3	167,08 A bc	167,77 A bc	165,08 A c	2,20ns
T4	171,18 A a	173,26 A a	173,45 A a	1,80ns
T5	169,90 A ab	168,21 A bc	168,47 A bc	0,93ns
T6	164,53 B cd	165,76 AB c	168,02 A bc	3,54*
F (P)	12,64**	26,43**	30,91**	-
PG -Produtividade de grãos em kg.ha⁻¹				
Tratamentos	1-Basf	2-Bayer	3-Syngenta	F(T)
T1	2402,50 B c	2710,00 A c	2112,50 C d	88,93**
T2	2500,00 B c	2745,00 A bc	2752,50 A b	20,56**
T3	2695,50 B b	2852,50 A b	2675,00 B b	9,39**
T4	2860,00 B a	3037,50 A a	2970,00 A a	7,99**
T5	2690,00 B b	2842,50 A b	2718,00 B b	6,56**
T6	2457,50 B c	2840,00 A bc	2410,00 B c	55,36**
F (P)	30,70**	12,96**	90,29**	

Média de quatro repetições seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; T1 = Testemunha (sem inoculação) ; T2 = Adubação nitrogenada com 200 kg nitrogênio ha⁻¹ (parcelado); T3 = Inoculação Padrão¹ (Inoculante A = Biomax® Premium Líquido Soja) aplicado via semente no dia da semente; T4 = Inoculação (Inoculante B = Biomax® 10 + Max Protection) aplicado via semente no dia da semeadura; T5 = Pré-inoculação (Inoculante B + Max Protection) aplicado via semente com 7 dias antes da semeadura; T6 = Pré-inoculação (Inoculante B + Max Protection) aplicado via semente com 14 dias antes da semeadura; MMG = massa de mil grãos; PG = produtividade de grãos.

Tabela 5. Desdobramento da interação para parâmetros relacionados a componentes de produção em experimentos envolvendo três pacotes químicos tecnológicos submetidos a seis tratamentos sendo uns de pré-inoculação com inoculante de maior concentração de bactérias associado ao uso de um protetor, comparado a inoculação no dia do semeio com inoculante padrão, controle e adubação química nitrogenada. Safra.2018/19. Pindorama-SP

Quando se analisa a PG, no desdobramento de cada tratamento dentro dos pacotes testados nota-se que para os tratamentos T2 e T4 os pacotes Bayer e Syngenta foram semelhantes estatisticamente e superiores ao da Basf, com valores médios de respectivamente 2745,00 e 2752,50 kg.ha⁻¹ para T2 e 3037,50 e 2970,00 kg.ha⁻¹ no T4. Para os tratamentos T3, T5 e T6 o pacote da Bayer destacou-se em relação aos demais sendo o da Basf e Syngenta semelhantes estatisticamente. Para o controle não inoculado também o da Bayer foi superior aos outros dois, seguido do da Basf que foi superior ao pacote da Syngenta. No desdobramento do pacote Basf nota-se que T4 foi superior estatisticamente aos demais tratamentos testados com valor médio de 2860 kg.ha⁻¹. Logo em seguida posicionaram-se os tratamentos T3 e T5 que consistiram o primeiro no uso de inoculante tradicional de menor concentração de bactérias e o segundo com aplicação antecipada de 7 dias do semeio com inoculante de maior concentração bacteriana associado ao protetor, com valores médios de respectivamente 2695,50 e 2690,00 kg.ha⁻¹ que foram superiores aos tratamentos T1, T2 e T6 que obtiveram os menores valores médios de PG. Dentro do pacote da Bayer novamente T4 foi o destaque com 3037,50 kg.ha⁻¹. Em seguida posicionaram-se T3 e T5 que foram equivalentes entre si e também entre T6 e T2. O menor valor médio entre os tratamentos testados foi o controle não inoculado T1 que apresentou média de 2710,00 kg.ha⁻¹. Para o pacote da Syngenta situação semelhante aos demais ocorreu, ou seja, o destaque para o T4 com 2970 kg.ha⁻¹. Logo em seguida posicionaram-se os tratamentos T2, T3 e T5 com médias de respectivamente 2752,50, 2675 e 2718 kg.ha⁻¹, seguindo do T6 com 2410 kg.ha⁻¹ que foi inferior aos já citados porém, superior estatisticamente apenas ao T1 que apresentou média de 2112,50 kg.ha⁻¹. Zilli, Campo e Hungria (2010), estudando a viabilidade da pré-inoculação de sementes de soja, mostraram ser possível realizá-la com até 5 dias de antecedência ao semeio, porém em seu estudo não houve a utilização de pacote sintético e apenas bioinsumos. Por sua vez, Fipke et al. (2015) verificaram possibilidade de antecipação da inoculação em até 7 dias da semeadura com o uso de pacotes sintéticos, mais bioinsumos e osmoprotetor na semente sem prejuízos a produtividade da soja.

CONCLUSÕES

Na média dos três pacotes químicos testados o tratamento T4, ou seja, inoculação com inoculante comercial B com maior concentração de bactérias + protetor destacou-se quanto a todas as variáveis testadas;

Apesar disso, vale destacar que o tratamento de pré-inoculação aos 7 dias antes da semeadura com uso do inoculante B + protetor (T5) apesar de ser inferior ao T4 posicionou-se logo em seguida e foi equivalente ao tratamento (T3) que fez uso do inoculante A padrão no dia da semeadura para as variáveis MSNOT, MSR, MSPA, MMG e PG, na média dos três pacotes testados.

Na média dos tratamentos testados os pacotes se diferenciaram quanto as variáveis testadas sendo que o da Basf incrementou o NNOT e MSPA, o da Bayer a MSNOT, MSR e PG e o pacote da Syngenta foi o de menor expressão quanto as variáveis testadas;

Em termos de PG, considerando a interação pacotes versus tratamentos o destaque foi a associação do pacote químico da Bayer com o tratamento T4 com rendimento de grãos de 3037,50 kg.ha⁻¹, ressaltando que esse pacote foi superior em todos os tratamentos testados.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA NETO, F.; PACHECO, L.P.; ARAÚJO, S.F. de; PETTER, F.A.; ALMEIDA, F.A.; ALBUQUERQUE, J.A.A. Tempo de contato e de combinações de fungicidas, aditivo e inoculante sobre a sobrevivência de rizóbios e nodulação da soja. **Revista Agro@mbiente** On-line, v. 8, n. 1, p. 149-154, janeiro-abril, 2014. ISSN: 1982-8470.
- ANNAPURNA, K. Bradyrhizobium japonicum: survival and nodulation of soybean as influenced by fungicide treatment. **Indian Journal of Microbiology**, v. 45, n. 4, p. 305-307, 2005.
- BENEDET, G.L. Avaliação da eficiência agrônômica de inoculante líquido comercial para pré-inoculação de sementes de soja com tratamento químico até 60 dias antes do plantio e utilização de protetor celular. Trabalho de Conclusão do Curso de Agronomia - Universidade de Brasília, como exigência parcial para obtenção do diploma de graduação em Engenharia Agrônômica. 47 f. 2016.
- BRASIL. Ministerio da Agricultura, Pecuaria e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.
- CIAGRO - CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS. Balanço hídrico semanal de Pindorama-SP, no período de 01/11/2018 a 30/04/2019. São Paulo, 2019. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/>>
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento Agrícola – (2019) **Quarto levantamento de grãos. Safra 2018/19**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 10/01/2019.
- COSTA, M. R.; CRISTINA, J.; CAVALHEIRO, T.; et al. Sobrevivência de Bradyrhizobium japonicum em sementes de soja tratadas com fungicidas e os efeitos sobre a nodulação e a produtividade da cultura. *Summa Phytopathologica*, v. 39, n. 25, p. 186–192, 2013.
- DAY, P. R. Particle fractionation and particle-size analysis. In: BLAKE, C. A. et al. (Ed.). **Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. P. 545-567. (Part.1).
- DÖBEREINER, J.; BALDANI, V.L.D.; BALDANI, J.I. **Como isolar e identificar bactérias diazotróficas de plantas não-leguminosas**. Brasília: Distrito Federal: Embrapa SPI. 1995. 60 p.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Tecnologias de produção de soja. Região Central do Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265 p.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Negócios e Vitrine de Tecnologias. Soja - BRS 7380RR. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnicas/-/produto-servico/2115/soja---brs-7380rr>. Acesso em 02 de julho de 2019.

FEHR, W.R.; CAVINESS, J.A. Stages of soybean development. Ames: Iowa State University. 1977. 11p. (Special Report, 80).

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

FIPKE, G.M. **Co-inoculação e pré-inoculação de sementes em soja**. Dissertação de mestrado – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-graduação em Agronomia, RS, p.67, 2015.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja**: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80p. (Embrapa Soja. Documentos, 283). (ISSN1516-781X; N 283).

KOOPEN, W. Climatologia. Buenos Aires: Gráfica Panamericana. 1948.

LOPES, K. S. **Avaliação da eficiência agrônômica de inoculante para pré inoculação de sementes de soja com tratamento químico até 20 dias antes do plantio**. Trabalho de Conclusão do Curso de Gestão do Agronegócio - Universidade de Brasília, como exigência parcial para obtenção do grau de Bacharel em Gestão do Agronegócio. 38f. 2016.

MALONE, G. et al. Expressão diferencial de isoenzimas durante o processo de germinação de sementes de arroz em grandes profundidades de sementeira. **Revista Brasileira de sementes**, v. 29, n. 1, p. 61-67, 2007.

MARTINS, G. M. et al. Inseticidas químicos e microbianos no controle da lagarta-do-cartucho na fase inicial da cultura do milho. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 170-174, 2009.

MEYER, M.C.; BUENO, A. de F; MAZARO, S.M.; SILVA, J.C. da. Bioinsumos na cultura da soja. Brasília, DF: Embrapa, 2022. 550 p. ISBN: 978-65-87380-96-4.

PASTORE, A. **Manejo de inoculação com *Bradyrhizobium* em soja associado ao tratamento fitossanitário das sementes**. Dissertação mestrado. Universidade Federal do Paraná. Setor Palotina – Programa de pós graduação em Tecnologias de Bioprodutos Agroindustriais. 42 p. 2016.

RAIJ, VAN et al. (Ed.). **Análise química para avaliação da fertilidade do solo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001.

SANTOS, M. S.; RODRIGUES, T. F.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. The challenge of combining high yields with environmentally friendly bioproducts: A review on the compatibility of pesticides with microbial inoculants. **Agronomy**, v. 11, p. 870, 2021. DOI: 10.3390/agronomy11050870

ZILLI, J.E.; CAMPO, R.J.; HUNGRIA, M. Eficácia da inoculação de *Bradyrhizobium* em pré-semeadura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p. 335–338, 2010.

O IMPACTO DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE PODA DE LEUCENA NA GERMINAÇÃO DA *LACTUCA SATIVA* L.

Data de submissão: 19/08/2024

Data de aceite: 02/09/2024

Natália Bastos da Silva

Universidade Federal Fluminense - UFF,
Niterói - Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/1522341547135522>

Larissa Silva Amaro

Universidade Federal Fluminense - UFF,
Niterói – Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/0055419188522479>

Fernanda Macedo de Araujo Azeredo

Universidade Federal Fluminense - UFF,
Niterói – Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/0300640433221503>

Davi Machado Motta

Universidade Federal Fluminense - UFF,
Niterói – Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/0608666191385584>

Ana Luiza Cardoso Dantas da Costa

Instituto Federal do Rio de Janeiro - IFRJ,
São Gonçalo – Estado
<http://lattes.cnpq.br/1669161843798739>

Vitoria Cristina Mendes Fonseca Larangeira

Faculdade Maria Thereza, Niterói – Rio de
Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/9935466783120784>

Victor da Costa

Universidade Federal Fluminense - UFF,
Niterói – Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/6368601414084490>

Pedro Soares de Melo

Universidade Federal Fluminense - UFF,
Niterói – Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/2719682726293697>

Nicole Pereira de Souza Rocha

Universidade Federal Fluminense - UFF,
Niterói – Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/1483211305250892>

Gabriela Martins Corrêa

Universidade Federal Fluminense - UFF,
Niterói – Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/2482432436185671>

Julia Ramos de Oliveira

Universidade Federal Fluminense - UFF,
Niterói – Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/2717417208779978>

Alice da Silva Bastos Guimarães

Universidade Federal Fluminense - UFF,
Niterói – Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/6166937763208558>

Cristina Moll Hüther

Universidade Federal Fluminense - UFF,
Niterói – Rio de Janeiro
<http://lattes.cnpq.br/5164391381813344>

RESUMO: A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma importante hortaliça no Brasil, presente na alimentação de boa parte da população brasileira, rica em vitaminas e minerais. O nitrogênio, que é essencial para o crescimento e qualidade das plantas, pode ser obtido de maneira sustentável usando leguminosas, que são fontes ricas desse nutriente, através da Verdeponia. O presente estudo teve como objetivo analisar como a presença de resíduo de poda de leucenas (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) no substrato podem influenciar a germinação das sementes da alface (*Lactuca sativa* L.) e no crescimento inicial das mudas. Neste estudo utilizamos a Leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) de duas formas diferentes para análise da germinação da alface (*Lactuca sativa* L.). Utilizamos 3 bandejas com 200 células cada totalmente preenchidas: uma com restos de poda misturadas com substrato Tropstrato® HT Hortaliças, uma com folhas colhidas no dia misturadas também com o substrato e uma apenas com o substrato. Ao estabilizar a germinação das sementes, dividiu-se em 2 tratamentos (T1 e T2), contendo solo argissolo peneirado, realizou-se o plantio para acompanhar o crescimento e realizar as análises de comprimento do caule, diâmetro do caule e área foliar. Os resultados da germinação indicam que o tratamento utilizando a poda e aquele que continha folhas da leucena, prejudicaram as plantas de alface em comparação ao controle, que germinou mais expressivamente. Na segunda fase do experimento, somente o controle e o tratamento com a poda da leucena foram utilizados, e análises estatísticas demonstram que não há diferença de crescimento da alface em ambos os tratamentos. Concluiu-se que a *Leucaena leucocephala* não demonstra ser uma boa alternativa de composição de substrato para a alface durante a etapa de germinação, mas uma possibilidade de uso, durante o crescimento inicial das mudas.

PALAVRAS-CHAVE: verdeponia, leguminosas e biomassa vegetal.

THE IMPACT OF USING LEUKENA PRUNING RESIDUES ON THE GERMINATION OF *LACTUCA SATIVA* L.

ABSTRACT: Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is an important vegetable in Brazil, present in the diet of a large part of the Brazilian population and rich in vitamins and minerals. Nitrogen, which is essential for plant growth and quality, can be obtained in a sustainable way using legumes, which are rich sources of this nutrient, through Verdeponia. This study aims to analyze how the presence of leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) from Wit) pruning waste in the substrate can influence the germination of lettuce (*Lactuca sativa* L.) seeds and the initial growth of seedlings. In this study we used Leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) in two different ways to analyze the germination of lettuce (*Lactuca sativa* L.). We used 3 trays with 200 cells each, completely filled: one with pruning cuttings mixed with Tropstrato® HT Hortaliças substrate, one with leaves picked on the day mixed with the substrate and one with the substrate alone. Once the seed germination had stabilized, we divided them into 2 treatments (T1 and T2), containing sieved clay soil, and planted to monitor growth and carry out analyses of stem length, stem diameter and leaf area. The germination results indicate that the treatment using pruning and the one that contained leucena leaves harmed the lettuce plants compared to the control, which germinated more expressively, all of which were in a pleasant environment. In the second phase of the experiment, only the control and the treatment with leucena pruning were used, and statistical analysis showed that there was no difference in lettuce growth in either treatment. It was concluded that *Leucaena leucocephala*

does not prove to be a good alternative substrate for lettuce during the germination stage, but it is a possibility during the initial growth of the seedlings.

KEYWORDS: verdeponia, leguminous and plant biomass.

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.), uma planta herbácea anual da família Asteraceae, é a hortaliça folhosa mais importante na alimentação dos brasileiros, conferindo-lhe significativa importância econômica e social (CARVALHO *et al.*, 2005). Consumida principalmente in natura, preserva vitaminas como A, B1, B2, B5 e C, além de minerais, cujas concentrações variam conforme o cultivo (CAMARGO, 1992). Com a popularidade da alface em todo o mundo, é importante entender a composição nutricional e o seu valor (KIM, *et al.* 2016). Assim, é fundamental analisar métodos de produção que sejam acessíveis e ambientalmente sustentáveis, mantendo a viabilidade comercial da alface.

Para atender à demanda, o fornecimento adequado de nutrientes é fundamental, sendo que o nitrogênio para a alface está diretamente associado às características vegetativas, reprodutivas e morfológicas (MALAVOLTA *et al.*, 2006). Esse elemento desempenha um papel crucial no crescimento das plantas, sendo um componente fundamental de diversas moléculas e estruturas vegetais, como a clorofila, que é a principal responsável pela fotossíntese (BREDEMEIER *et al.*, 2000). A adubação com nitrogênio influencia diretamente tanto a qualidade comercial quanto a nutritiva da alface. A qualidade comercial está principalmente associada a características como o tamanho e a coloração da planta (MILHOMENS, 2015).

A investigação de alternativas viáveis para atender a essa demanda nutricional é de suma importância. Diante disso, as leguminosas apresentam uma alta concentração de nitrogênio e a sua utilização como material orgânico para a compostagem pode proporcionar uma disponibilidade nutricional mais adequada ao solo, além de protegê-lo de erosões (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2008; ESPINDOLA *et al.*, 2006a). Para tratar dessa questão e explorar a utilização de uma leguminosa como fonte de energia foi estudada uma alternativa denominada Verdeponia, que consiste em um cultivo com biomassa vegetal preservada para fornecer adubo orgânico (SOUZA, 2020) O uso deste método como fonte de nutrientes tem se mostrado eficiente no cultivo de hortaliças em vasos, em experimentos prévios não publicados (SOUZA, 2020).

Nessa abordagem, a variedade de substâncias orgânicas no solo está relacionada à adição de matéria orgânica fresca, proveniente, como por exemplo, de folhas mortas, que atuam como biomassa vegetal. Essa matéria orgânica forma um poderoso ativador biológico, promovendo a ciclagem dos nutrientes e melhorando as condições físicas do solo (DELARMEILINDA *et al.* 2010). A aplicação dessa alternativa é um assunto pouco explorado, com informações escassas. Sua eficácia como principal substrato precisa

passar por diferentes estudos para que essa prática possa se apresentar como uma possível opção a práticas já consagradas como a compostagem (GENTILE, 2020).

Assim, o que se busca com esse estudo é contribuir na compreensão dos efeitos de resíduos de poda de leucena no aspecto indicado pela Verdeponia, porém levando em conta seus aspectos alelopáticos já citados na literatura, podem influenciar na velocidade de germinação e na porcentagem de germinação, bem como no crescimento inicial da planta, sendo utilizado para isso duas formas de disponibilização de leucena, somente folíolos frescos junto ao substrato e material triturado (galhos e folhas), também misturado ao substrato, para investigar mais a fundo esse tema e contribuir na compreensão da Verdeponia, foi utilizado resíduos de poda de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit para o estudo dessa aplicação. Essa espécie de leguminosa perene, possui crescimento rápido e uma relação de alta competição com as demais espécies, sendo abundante na natureza e podendo servir como forragem e fertilizante no solo (KILL *et al.*, 2015).

O presente estudo tem como objetivo analisar como a presença de resíduo de poda de leucenas (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) no substrato podem influenciar a germinação das sementes da alface (*Lactuca sativa* L.) e no crescimento inicial das mudas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal Fluminense (UFF) de maio a junho de 2024, em casas de vegetação com sombreamento de 70% em Niterói, RJ, localizada a 22° 54' de latitude e 43° 08' de longitude, a uma altitude de 6 metros. O clima local é tropical semiúmido, atlântico Aw, conforme a classificação climática de Köppen, caracterizado por inverno seco e verão chuvoso, com temperatura média anual de 23°C e precipitação média anual de 1200 mm. Durante o período experimental, a umidade relativa e a temperatura interna das casas de vegetação foram registradas com a Estação Meteorológica E5000 da Irriplus.

O material vegetal para ser atribuído ao substrato foi coletado no dia 2 de maio 2024 e triturado três vezes em um triturador Tramontina® TRO25, na proporção de 1 kg de leucena e armazenadas em sacos plásticos durante 11 dias e folhas frescas foram retiradas na hora da semeadura no dia 13 de maio de 2024. Sendo assim, a influência da leucena foi analisada de duas formas distintas, folíolos frescos junto ao substrato e material triturado (galhos e folhas), também misturado ao substrato Tropstrato® HT Hortaliças.

As análises nas plantas foram realizadas em duas etapas, sendo na primeira analisada a germinação e a segunda o diâmetro da região do colo, comprimento do caule e área foliar. Na primeira etapa as sementes de Isla® Alface Crespa foram semeadas a 5mm de profundidade em três tipos diferentes de substratos (Figura 1). O procedimento consistiu em utilizar três bandejas de semeadura com capacidade para 200 mudas e esse período durou 11 dias. Foram utilizados três tratamentos e seis repetições, com aplicação de dois

diferentes volumes de leucena e uma sem adição (Figura 1). Portanto, os tratamentos (T) foram divididos em: T1 - 100% substrato (controle); T2 - 50% substrato + 50% composto orgânico de tritura da leucena; e T3 - 50% substrato + 25% composto orgânico de tritura + 25% de folhas frescas de leucena.



Figura 1. Tratamentos utilizados para experimento, respectivamente, da esquerda para a direita: T1 - 100% substrato Tropstrato® HT Hortaliças; T2 - 50% substrato + 50% composto orgânico de tritura da leucena; e T3 - 50% substrato + 25% composto orgânico de tritura + 25% de folhas frescas de leucena.

Após os 11 dias de germinação e estabilização da germinação iniciou-se a segunda etapa. No dia 24 de maio de 2024 foram selecionadas 4 plântulas de alface crespa aleatoriamente de cada tratamento e foi feito o transplântio para vasos plásticos de 4L cada, utilizados para a próxima análise. Dessa forma, 4 repetições do T1 ficaram com 100% solo argissolo peneirado e 4 do T2 com a proporção de 80% solo argissolo peneirado e 20% de mistura homogênea de composto orgânico triturado de leucena e folhas colhidas no dia 13 de maio. O T3 não pôde ser utilizado para a segunda etapa do estudo, pois as plantas não sobreviveram até o transplântio.

A taxa de germinação foi aferida diariamente e no décimo dia após a semeadura os tratamentos estabilizaram. Determinou-se a porcentagem e o índice de velocidade de germinação (IVG). A porcentagem foi calculada pela fórmula seguindo a Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e o IVG de acordo com a equação (EQ (1)) por Maguire (1962) adaptado de Moraes et al. (2012).

$$IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn) \quad EQ(1)$$

Onde: G_1, \dots, G_n = número de sementes germinadas na primeira e seguintes contagens; N_1, \dots, N_n = dias após a semeadura na primeira e seguintes contagens.

As verificações dos parâmetros de crescimento foram realizadas a partir do dia 24/05/2024, no décimo quarto dia após a semeadura (DAS). Sobretudo, para as análises, foram utilizadas quatro repetições de cada tratamento. A altura da parte aérea foi medida com o auxílio de uma régua, assim como o comprimento da raiz, com os resultados em centímetros (cm). O diâmetro do caule foi obtido utilizando o paquímetro digital no colo da planta e expressos em milímetros (mm).

O cálculo da área foliar (AF) foi determinado com base no comprimento (C) e na largura (L) média de três folhas situadas na região mediana da planta, por meio da fórmula $AF = [(C \times L) / 2 \times FC]$, em que FC é o fator de correção. Foi utilizado o fator de correção de 0,68 para a cultura de alface crespa (*Lactuca sativa L.*), fator também utilizado por (LÉDO et al., 2000). Todos os dados foram tabulados e submetidos a análise de variância (ANOVA) com o auxílio do programa estatístico SISVAR, aplicou-se o teste de média em nível de probabilidade de 5% por meio do teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a semeadura, o processo germinativo da alface crespa iniciou em tempos diferentes entre controle e os outros dois tratamentos. O tratamento controle, somente com substrato, germinou a partir do segundo dia, enquanto no tratamento com folhas de leucena e a mistura com resíduo de poda, as sementes germinaram a partir do terceiro dia. Além disso, os dados constataram uma diferença expressiva na germinação das sementes. Ao início do processo, a bandeja controle obteve 11% de porcentagem germinativa para apenas 1% da bandeja com resíduos de poda. Ao final do período de análise, o tratamento controle alcançou uma taxa de germinação de 92%, o tratamento com resíduos de poda 22%, e o tratamento com folhas de leucena apenas 5% (Figura 2).

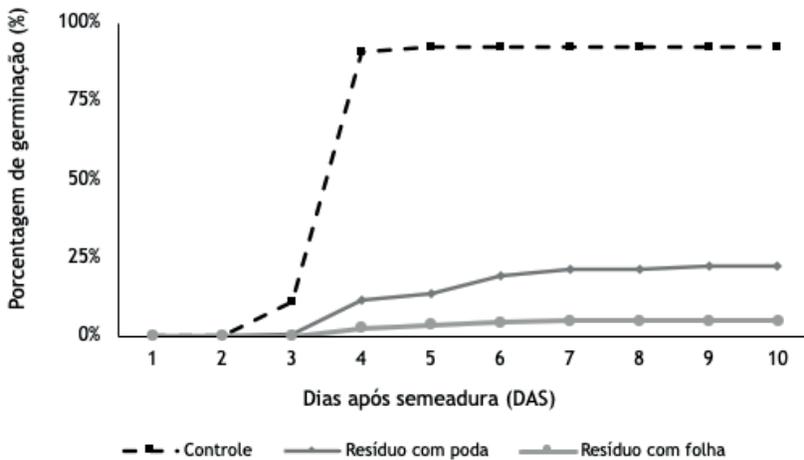


Figura 2. Porcentagem de germinação de alface crespa (*Lactuca sativa* L.) em T1 controle - 100% substrato Tropstrato® HT Hortaliças; T2 - 50% substrato + 50% composto orgânico de tritura da leucena; e T3 - 50% substrato + 25% composto orgânico de tritura + 25% de folhas frescas de leucena, em dias após a semeadura (DAS).

Os resultados obtidos para o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) (Figura 3) enfatizaram que o tratamento T1, composto por 100% de substrato Tropstrato® HT Hortaliças, apresentou a maior taxa de germinação (IVG: 0,237), sugerindo que esse meio fornece condições ótimas para a germinação das sementes. Em contrapartida, os tratamentos T2 e T3, que incorporaram compostos orgânicos de trituração e folhas frescas de leucena em diferentes proporções, apresentaram IVGs muito inferiores, respectivamente, (T2: 0,048 e T3: 0,025). Esses resultados sugerem que a adição de compostos orgânicos de leucena ao substrato pode ter influenciado negativamente a velocidade de germinação, possivelmente pelo fato de que a mistura alterou as propriedades físicas e químicas do substrato, devido ao seu potencial alelopático, reduzindo sua eficácia em proporcionar um ambiente ideal para a germinação das sementes.

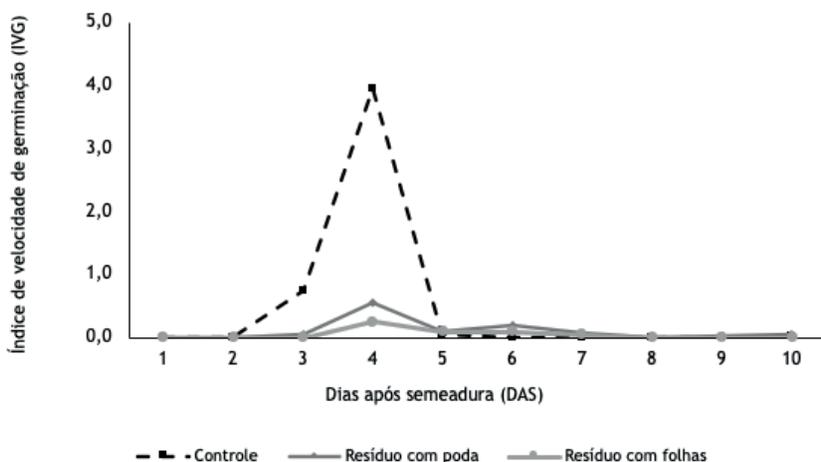


Figura 3. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de alface crespa (*Lactuca sativa* L.) submetida a três diferentes tratamentos. em T1 controle - 100% substrato comercial Tropstrato® HT Hortaliças; T2 - 50% substrato + 50% composto orgânico de tritura da leucena; e T3 - 50% substrato + 25% composto orgânico de tritura + 25% de folhas frescas de leucena.

A germinação das sementes é dependente de numerosos fatores abióticos, como luz, temperatura, disponibilidade hídrica e concentração de oxigênio (MAYER *et al.*, 1989). A relação dos dados de temperatura (°C) e umidade do ar (%), foram analisados ao longo de cinco dias, iniciando a partir do quinto dia após a semeadura, durante o processo germinativo das sementes de alface crespa. Observou-se que a temperatura permaneceu relativamente estável, variando entre aproximadamente 22°C e 25°C, o que indica um ambiente térmico consistente para a germinação (Figura 4). Por outro lado, a umidade relativa, exibiu uma ligeira queda ao longo dos dias, oscilando entre 92,7% e 100%. Contudo, de maneira geral, a alta umidade registrada é favorável para a germinação das sementes de alface, proporcionando um ambiente adequado para o desenvolvimento inicial das plântulas (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000).

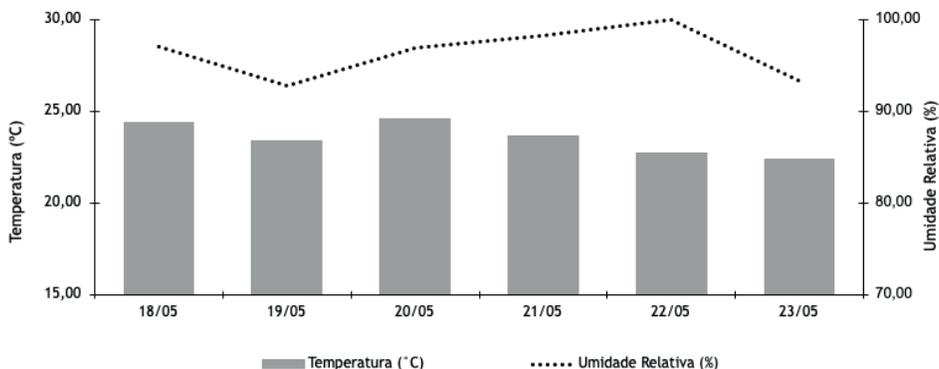


Figura 4. Dados meteorológicos de temperatura (°C) e umidade do ar (%) obtidos do dia 18 a 23 de maio de 2024, coletados entre 8h e 8h15min da manhã, pela Estação Meteorológica da Universidade Federal Fluminense, Campus Gragoatá, Niterói, RJ.

Quanto aos parâmetros de crescimento, não foi possível obter dados referentes ao T3 (50% substrato + 25% composto orgânico de tritura + 25% folhas frescas de leucena), devido à mortalidade precoce das plântulas durante a fase germinativa. Dessa forma, a análise foi prosseguida na segunda etapa apenas com os tratamentos T1 (100% substrato) e T2 (50% substrato + 50% composto orgânico de tritura de leucena).

Utilizando análise estatística, com teste de Tukey a 5% de probabilidade, observou-se que em relação aos dias analisados, os do diâmetro do caule, não seguem a distribuição normal, somente sendo apresentada a média. A avaliação da altura, aferida no primeiro e no último dia do experimento, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos. As médias registradas foram de 0,95 (T1) e 1,00 (T2) no início, e 1,35 (T1) e 1,58 (T2) no final, indicando variações mínimas entre os tratamentos. Para a área foliar, medida ao longo de cinco dias, os resultados também não apontaram diferenças significativas. A variável analisada inicialmente apresentou médias de 0,59 (T1) e 0,76 (T2), enquanto a última variável observada mostrou uma tendência de diferença com médias de 6,21 (T1) e 3,74 (T2), mas ambas foram agrupadas sem distinção significativa. Esses resultados sugerem que o tratamento com resíduo não afetou de maneira relevante a altura das plantas nem a área foliar ao longo dos dias de análise (Figura 5).

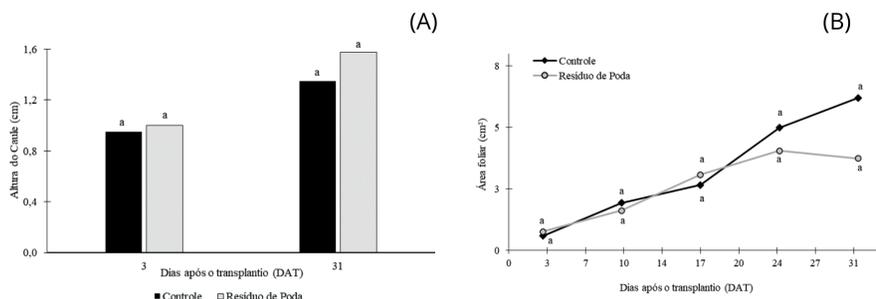


Figura 5. Parâmetros de crescimento da *Lactuca sativa* L. (Alface crespa) em relação aos dias após o transplante (DAT). A associação da altura (A) e área foliar (B) dos tratamentos controle e resíduo de poda. T1 controle - 100% substrato comercial solo argissolo peneirado; T2 - 50% substrato + 50% composto orgânico de tritura da leucena.

Analisando os resultados, durante todo o processo, observou-se que a adição de leucena ao substrato pode ter influenciado na retenção de água no solo impossibilitando a formação de uma massa homogênea, quando utilizado após uma compostagem, por exemplo, impedindo o solo de incorporar a leucena, pois o processo de decomposição não havia ocorrido, influenciando, principalmente, na fase de germinação da cultura, conforme abordado anteriormente, podendo ser evidenciado pela análise visual dos tratamentos (Figura 6).



Figura 6. *Lactuca Sativa* L. (alface) com 11 dias após a sementeira em que (A): T1 Tratamento Controle (100% Tropstrato® HT Hortaliças), (B): T2 Resíduo de Poda (50% substrato + 50% composto orgânico de tritura de leucena) e (C): T3 (50% substrato + 25% composto orgânico de tritura + 25% de folhas frescas de leucena).

Dessa forma, em relação à segunda fase do experimento, as análises estatísticas indicaram que não houve diferenças significativas entre os tratamentos analisados, sugerindo que a condição dos tratamentos, apesar de ter afetado na germinação, não resultou em variações relevantes no crescimento e desenvolvimento quando as plantas foram transplantadas em vasos (Figura 7).



Figura 6. A *Lactuca Sativa* L. (alface) em fase de análise de crescimento. Figura A com o tratamento de 100% solo argissolo peneirado e figura B com a proporção de 80% solo argissolo peneirado e 20% de resíduo de poda e folhas de leucena.

CONCLUSÃO

O uso de *Leucaena leucocephala* (Lam.) causa um impacto negativo na germinação de alface crespa (*Lactuca sativa* L.), pois afeta a porcentagem e índice de velocidade de germinação, sendo estes mais efetivos no substrato com somente Tropstrato® HT Hortaliças. Porém, no crescimento inicial das mudas, quando utilizado a proporção de 50% de leucena junto com substrato normal, não apresenta diferença entre as análises de crescimento, o que demonstra igual eficiência entre ambos os substratos nesta fase da planta, se tornando uma alternativa.

REFERÊNCIAS

BERTONI, J; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**, 7ª edição, Editora Ícone. São Paulo, SP, 355p, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, p. 395, 2009.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C.M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, v. 30, n. 2, p. 365–372, 2000.

CAMARGO, L.S. **As hortaliças e seu cultivo**. Vol. 3. Campinas: Fundação Cargill, 252, 1992.

CARVALHO N.M.; NAKAGAWA J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP. 588p, 2000.

CARVALHO, I.E.; ZANELLA, F.; MOTA, I.H.; LIMA, A.L.S. **Cobertura morta do solo no cultivo de alface Cv**. Regina 2000, em Ii-Paraná/RO. Revista Ciência e Agrotecnologia, v.29, p.935-939, 2005.

DELARMELINDA, E.A.; SAMPAIO, F. A. R.; DIAS, J. R. M. **Adubação verde e alterações nas características químicas de um Cambissolo na região de Ji-Paraná-RO**. Acta Amazonica, v. 40, n. 3, p. 625–627, set. 2010.

GENTILE, M.A.D.; MEDICI, L.O.; SOUZA, E.F.F.S.; CARVALHO, D.F. **Produção de pimentão orgânico utilizando biomassa vegetal não-compostada como substrato**. Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 - Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, São Cristóvão, Sergipe - Vol. 15, N. 2, 2020.

LÉDO, F.J.S.; CASSALI, V.W.D.; MOURA, W.M.; PEREIRA, P.R.G.; CRUZ, C. D. **Eficiência Nutricional do Nitrogênio em Cultivares de Alface / Nutritional Efficiency of Nitrogen in Lettuce**. Ceres, [S. l.], v. 47, n. 271, 2015.

ESPINDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. de; TEIXEIRA, M.G.; URQUIAGA, S. **Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeiras**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.30, p.321-328, 2006a.

KILL, L. H. P.; MENEZES, E.A. (Ed.). **Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o Semi Árido Brasileiro**. EMBRAPA Semi-Árido. Brasília, DF. 340p, 2005.

KIM, M.J.; MOON, Y.; TOU, J.C.; MOU, B.; WATERLANDA, N.L. **Valor nutricional, compostos bioativos e benefícios à saúde da alface (*Lactuca sativa* L.)**. Journal of Food Composition and Analysis, 49, 19-34, 2016.

MAGUIRE, J. D. **Speed germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor**. Crop Science, v. 2, p. 176–177, 1962.

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

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The Germination of Seeds**. Oxford, Pergamon Press, 1989.

MILHOMENS, K.B.; DO NASCIMENTO, I.R.; TAVARES, R.C.; FERREIRA, T.A.; SOUZA, M.E. **Avaliação de características agrônomicas de cultivares de alface sob diferentes doses de nitrogênio**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 10, n. 1, p. 22, 2015.

SOUZA, Evandro Francisco Ferreira da Silva. **Cultivo do tomate cereja utilizando biomassa vegetal não compostada de grama batatais e água residuária de bovinocultura de leite**. 2020. 29 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola e Ambiental) - Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

ENFOQUE SISTÊMICO E OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO AGRÍCOLA: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Data de aceite: 02/09/2024

Claudio Raimundo de Bastos Brasil

Professor de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal Farroupilha – Doutorando do Programa de Pós Graduação em Extensão Rural da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Trabalho final apresentado na disciplina Extensão Rural Avançada do Programa de Pós Graduação em Extensão Rural da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

RESUMO: o enfoque sistêmico surgiu como uma resposta as ideias reducionista e mecanicista de pensadores do século XVII e na agropecuária é visto com bons olhos, pois analisa as propriedades não apenas no viés econômico, mas, como um sistema constituído de vários subsistemas, todos importantes entre si. Este artigo analisa três trabalhos voltados a temática dos Sistemas de Informação e Conhecimento Agrícola, identificando a importância desses vários atores que compõem essa rede voltada a auxiliar o desenvolvimento e

extensão rural. Assim, parece importante e plausível se analisar a utilização deste tipo de abordagem, já utilizada em diferentes países, contudo, apesar da pouca literatura analisada é fato que esses projetos ou programas precisam ser vistos sempre de maneira coerente e criteriosa a fim de um melhor entendimento de cada complexidade agrária, econômica e social do meio rural.

PALAVRAS-CHAVE: enfoque sistêmico, sica, complexidade, rural

INTRODUÇÃO

Ao longo da história o setor agropecuário vem se desenvolvendo e acompanhando a evolução científica e tecnológica na busca constante da reprodução econômica e social das famílias envolvidas nesse importante setor produtivo. Contudo, essa evolução pode ser maior ou menor, pois, basicamente está atrelada a realidade que cada família possui.

O Brasil com sua agropecuária diversificada apresenta-se de uma forma cada vez mais importante no cenário mundial, seja com o chamado agronegócio

que visa principalmente atender o mercado externo através da produção e venda de *commodities* sobre tudo grãos e carnes, mas, também com a agricultura familiar que de fato é a categoria social que produz a maior diversidade de produtos utilizados para alimentar a população brasileira.

Dada essa importância, percebe-se que a maioria dos produtores nacionais tem buscado uma melhor qualificação dentro de suas propriedades, seja na produção, na gestão da propriedade, no acesso a novos mercados ou mesmo na qualificação da mão de obra existente. Essa profissionalização (o que, como e quanto produzir) obviamente é determinada pelas realidades locais e regionais e em alguma medida dependendo da conjuntura econômica e política de cada período.

Aliado a isso, existe também uma adoção de medidas para a melhoria contínua por parte das mais diversas instituições que atendem o setor agropecuário brasileiro, sejam elas voltadas ao ensino, a pesquisa ou a extensão rural. Essas medidas buscam a adoção de metodologias, inovações e tecnologias de produção contextualizadas às realidades econômicas, sociais e ambientais que introduzam ações, projetos e programas coerentes e alinhados ao desenvolvimento rural a fim de evitar fracassos e decepções vistos em outras oportunidades nos mais diversos rincões do país.

Em relação a extensão rural, pública ou privada, faz-se necessário que cada vez mais os profissionais atrelados a essa importante atividade sejam bem formados, estejam atualizados e abertos às alternativas e decisões que melhorem a realidade rural por eles atendidas. Afinal, a função do(a) extensionista rural é o de transformar a realidade rural e ser um agente de ligação entre o rural e o urbano, agindo como transmissor dos avanços tecnológicos e sociais, bem como das políticas públicas voltadas ao desenvolvimento sustentável do setor agropecuário (Leal e Lopes, 2017).

Nesse sentido, apresenta-se o enfoque sistêmico como um estímulo nos estudos, pesquisas e intervenções no setor no agropecuário, haja vista, ser uma metodologia que vai de encontro as ideias reducionista e mecanicista herdadas de personagens da revolução científica do século XVII, como Descartes, Francis Bacon e Newton. As ideias dessa “filosofia de trabalho” têm recebido uma importante contribuição por parte do meio acadêmico¹, bem como de instituições² encarregadas de auxiliar nas questões relacionadas ao setor agropecuário e ao espaço rural brasileiro, complexo em vários sentidos.

Dito isto, o presente trabalho busca mostrar algumas considerações sobre a importância do enfoque sistêmico para a agricultura e a extensão rural, descrevendo

1 Trabalhos e informações que abordam o enfoque sistêmico podem ser acessados em:

<https://www.lume.ufrgs.br/>

<https://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/SistemasAgrarios.pdf>

<https://repositorio.ufsm.br/discover>

<https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/519/2019/10/livro.pdf>

2 Ver em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agricultura-e-meio-ambiente/qualidade/modelagem/enfoque-sistematico>

através de uma breve revisão da literatura as origens e características dessa abordagem. Aliado a isso, pretende-se apresentar as bases e a construção histórica dos chamados *AKIS (AGRICULTURAL KNOWLEDGE AND INNOVATION SYSTEMS)* ou Sistemas de Inovação e Conhecimento Agrícola (SICA), uma abordagem alternativa (não tão recente, mas, pouco difundida nacionalmente e na própria literatura) baseada no enfoque sistêmico, que identifica os diferentes atores e suas possibilidades de apoio ao desenvolvimento rural sustentável.

ENFOQUE SISTÊMICO: ORIGENS E UM BREVE CONTEXTO

As organizações, públicas ou privadas, do século XXI estão buscando cada vez mais conhecimento independentemente de sua área de atuação, haja vista a complexidade de fatores que as cercam e a complexidade de problemas que ocorrem no seu cotidiano. Essas questões podem estar relacionadas a educação, a agricultura, ao avanço tecnológico, a alimentação, as catástrofes ambientais, ao rural, ao urbano, entre outros.

O fato é que a grande maioria são questões complexas, algumas vezes abstratas e por isso requerem um conhecimento e um pensamento holístico por parte dos gestores contemporâneos a fim de que os mesmos valorizem a “totalidade das coisas”. Baseado nisso, surgiu o chamado Pensamento Sistêmico ou Enfoque Sistêmico, como trataremos neste trabalho, que basicamente é um método, uma abordagem que contempla princípios voltados a enfrentar a complexidade das organizações atuais e oportuniza que seus seguidores possam entender a multiplicidade e interdependência das causas e variáveis dos problemas complexos, assim como organizar soluções para a resolução desses problemas.

Surgido na metade o século XX o enfoque sistêmico apareceu como uma nova abordagem, enfim uma nova forma de perceber o mundo em geral, as instituições e as pessoas, se contrapondo ao enfoque cartesiano e as ideias reducionistas e disciplinares herdadas da revolução científica do século XVII através de pensadores como Descartes, Bacon, Newton, entre outros.

Nesse sentido, um sistema é visto como um conjunto de partes ou elementos que interagem entre si e formam um todo unitário e algumas vezes complexo. De fato, um sistema é um todo que funciona como todo, devido à interdependência de suas partes, como afirma Maximiano (2000). Assim, podemos afirmar que sistemas, mesmo representando diferentes áreas do conhecimento (como biologia, física, administração, etc.), possuem características universais determinadas por leis comuns.

Cabe ainda destacar, que um sistema pode ser representado como um conjunto de elementos interdependentes, que se organizam em três partes:

- **Entradas** (recursos físicos e abstratos que o sistema é constituído);
- **Processo** (interligam os componentes e transformam os elementos de entrada em resultados);
- **Saída** (resultados e objetivos que o sistema pretende atingir ou efetivamente atinge).

Para Maximiano (2000), o enfoque sistêmico é baseado em três linhas principais: a teoria da forma (*gestalt*), a cibernética e teoria dos sistemas, conforme descritos a seguir.

Teoria da Forma (Gestalt): foi desenvolvida por Max Wertheimer a partir de 1912 na Alemanha tendo como ideia principal a de que a natureza e o comportamento de um elemento são determinados pelo conjunto a que pertencem.

Cibernética: surgiu com Norbert Wiener na década de 1940 nos Estados Unidos trazendo uma ideia principal de autocontrole dos sistemas, indicando que um sistema pode controlar seu comportamento, com base em informações sobre esse mesmo comportamento e sobre o objetivo que pretende atingir.

Teoria Geral dos Sistemas: principal obra do biólogo Ludwig Von Bertalanffy, foi desenvolvida na década de 1920 na Alemanha tendo como ideia principal que as totalidades são formadas de partes interdependentes, anunciando na época uma nova visão de mundo. É sobre esse autor que nos deteremos mais nesse capítulo.

Bertalanffy ao apresentar a Teoria Geral dos Sistemas (TGS) sugeriu generalizar o pensamento para se referir a qualquer tipo de 'todo', e não simplesmente aos sistemas biológicos, assim, considerou que a distinção entre os organismos vivos está associada ao grau de organização de cada um, por isso classificou os sistemas em abertos e fechados, conforme descrição a seguir:

- **Sistema aberto:** é caracterizado como aquele que importa e exporta matéria, informação e principalmente energia, interagindo e realizando trocas contínuas e recíprocas com o ambiente (interno e externo).
- **Sistema fechado:** são aqueles onde não existem trocas com o ambiente externo e vice versa. Este tipo de sistema não sofre alteração direta dos meios em que estão inseridos e, portanto, consomem sua própria energia.

Assim, entende-se que o para o pensamento sistêmico a maioria dos problemas que ocorrem nas organizações/empresas/propriedades só poderão ser compreendidos e solucionados em sua totalidade quando observadas as interações entre as partes que compõem o sistema como um todo.

Bertalanffy (1975), trata a Teoria Geral dos Sistemas (TGS) como interdisciplinar, alegando que a mesma pode ser utilizada para fenômenos investigados nos mais diversos ramos da pesquisa científica não se limitando apenas aos sistemas materiais. Portanto, a mesma pode ser aplicada a todo e qualquer sistema constituído por componentes em interação como é o caso de uma Unidade de Produção Agrícola (UPA).

Dufumier (1996) acredita que a abordagem sistêmica sustenta uma aquisição progressiva de conhecimento, partindo-se do geral para o particular. Para esse autor, uma pesquisa parte das relações que o objeto de estudo tem com o mundo, com o país e a região onde esteja localizado, para conseqüentemente se chegar à unidade de produção agrícola a ser estudada.

Silva Neto (2005) vai ao encontro desta ideia, pois indica que a abordagem sistêmica tem analisado e auxiliado a agricultura de forma significativa nos mais diversos trabalhos de pesquisa e extensão rural.

Tais afirmações, reforçam que com a utilização da abordagem sistêmica, a diferenciação dos agricultores em tipos distintos passa a ser vista em função de questões objetivas que levam em consideração as particularidades e condicionantes socioeconômicos e ambientais, os quais, atuando de forma distinta ao longo do tempo, influenciam e condicionam a agricultura em determinado espaço geográfico.

Para Brasil e Miguel (2016), a utilização da abordagem sistêmica para os estudos de uma UPA leva em conta que a mesma deve apresentar outras funções (comercial, serviços, etc.) que não apenas a produtiva. Segundo esses autores, a utilização desse método possibilita ao pesquisador a identificação de que na UPA ocorre a gestão e integração de diversas atividades, agrícolas e até mesmo não agrícolas, conforme mostra a figura a seguir.

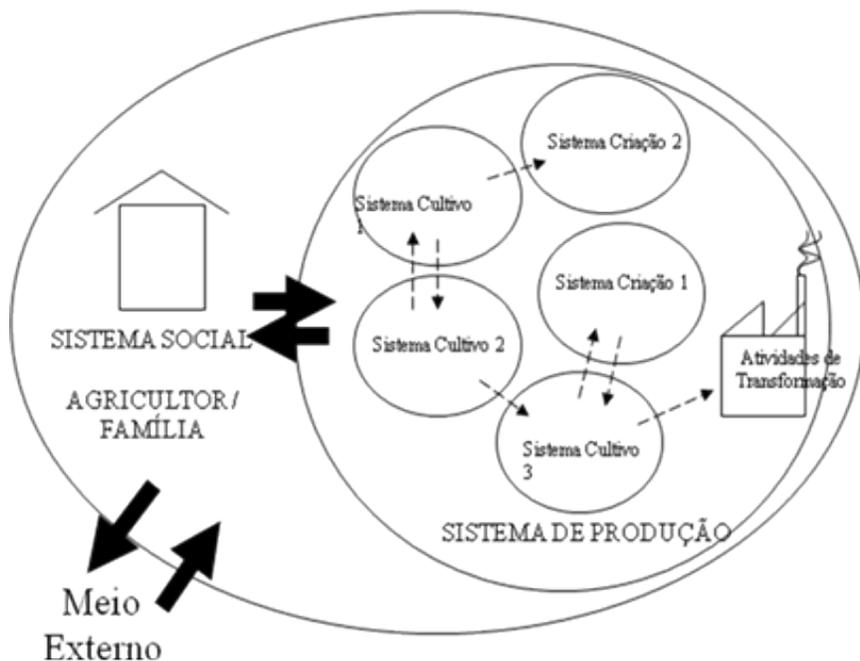


Figura 1: A Unidade de Produção Agrícola como um sistema.

Fonte: Brasil e Miguel (2016)

Desta forma, consegue-se realizar uma análise mais ampla e detalhada das relações que a UPA desfruta com o meio em que está inserida, possibilitando ao pesquisador ou extensionista uma maior segurança para analisar e entender diversos aspectos, como mão de obra utilizada, estrutura fundiária, rendas não agrícolas, entre outras questões de suma importância para a tomada de decisões por parte dos gestores de uma UPA, evitando essa visão reducionista e equivocada que acompanhou boa parte da história da agropecuária brasileira. O que só atendeu interesses de grandes conglomerados industriais e causou erros em projetos e programas pois desconsideraram os contextos regionais e a diferenciação socioeconômica do meio rural brasileiro.

Diante do exposto, percebe-se que a abordagem sistêmica tem sido amplamente utilizada em diferentes áreas do conhecimento como psicologia, administração, sociologia, ecologia, engenharia, entre outras, haja vista, a mesma ajudar um profissional a compreender a complexidade dos sistemas e a tomar decisões mais eficientes e eficazes, considerando as múltiplas perspectivas e interações presentes em um determinado contexto.

SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO AGRÍCOLA (SICA): UMA BREVE REVISÃO DA LITERATURA

Fica evidente que o enfoque sistêmico adentrou nas ciências agrárias como algo revolucionário e integrador da realidade rural, trazendo consigo a quebra de paradigmas (analítico-cartesiano) aliado a concepção de novas ideias e conceitos “facilitadores” para se trabalhar com a complexidade agrária existente. Aliado a isso, uma comunicação eficaz, tecnologia e insumos adequados, acesso a um crédito justo e uma inovação constante, são alguns pontos cruciais que os diversos atores do meio rural precisam conhecer afim de adaptar-se à realidade atual na busca efetiva do sucesso para as forças produtivas em geral.

Dito isto, a seguir apresentamos um recorte em três trabalhos que versam sobre a temática dos “sistemas de inovação e conhecimento agrícola”, todos associando-a ao enfoque sistêmico na agricultura.

Gestores de inovação agrícola: o caso da Holanda

De autoria de Laurens Klerks *et al* o texto: Reforçar a capacidade de inovação agrícola: os gestores de inovação sistêmica são resposta? Apresenta o surgimento e busca analisar o papel dos gestores de inovação sistêmica no estímulo à interação dentro do sistema agrícola trazendo como exemplo o caso da agricultura holandesa.

Os autores indicam que a introdução da inovação no meio rural através de uma abordagem sistêmica é o resultado de um trabalho em rede, com interação, aprendizagem e inclusive negociação entre um grupo de atores heterogêneos que compõem o rural. Indicam ainda que o pensamento sistêmico sofreu transformações ao longo dos anos e

trazem alguns exemplos (Escolas de Campo, Movimento Australiano para proteção da terra, etc.) e apontam que mais recentemente surgiu conceito de Sistemas de Inovação Agrícola (SIA) que é uma combinação de ideias sobre inovação agrícola e sobre inovação industrial.

O trabalho aponta que o Banco Mundial define uma SIA como uma rede de organizações, empresas e indivíduos focada em colocar novos produtos, novos processos e novas formas de organização em uso na economia, juntamente com instituições e políticas que afetam a maneira como diferentes agentes interagem, compartilham, trocam, usam e têm acesso ao conhecimento.

Assim, fica perceptível que uma SIA consiste em todos os tipos de atores (públicos ou privados), enfim, representantes das mais diversas áreas de produção, transformação e comércio de produtos agrícolas, bem como legisladores, consumidores e ONGs.

Contudo, para o bom funcionamento de uma SIA e o conseqüente aumento da capacidade de inovação nos setores agrícolas dos países em desenvolvimento, existe a necessidade de alcançar visões partilhadas, de ter ligações e fluxos de informação bem estabelecidos entre os mais diferentes atores, uma maior capacidade de cooperação, ambientes de mercado, legislação e políticos preocupados e um capital humano bem desenvolvido.

Por isso, os autores indicam que as principais funções dos gestores de inovação sistêmica são basicamente: a) identificar e articular as necessidades de tecnologia, investimentos, políticas, etc.; b) composição de redes entre os atores envolvidos; c) gestão do processo de identificação, busca e distribuição das inovações necessárias para os diferentes atores.

Contudo, os autores acreditam que algumas dificuldades podem ocorrer durante esse percurso, tais como conquistar e manter a confiança dos envolvidos, não serem vistos como concorrentes, mas sim como facilitadores no processo e a disposição dos agricultores e demais atores em pagar pelos diversos serviços prestados ao longo do processo.

O trabalho ainda destaca, que a SIA Holandês, pós segunda grande guerra até os anos 70, ficou conhecido como “triângulo do conhecimento” em função de que envolvia Investigação-Extensão-Educação pois possuía uma infraestrutura formal de conhecimento dos estabelecimentos públicos voltados a essas áreas específicas, vindo inclusive a tornar-se um importante ator global no setor agrícola devido a uma estrutura organizada de seus agricultores, de empresas de transformação e de políticas públicas, associações, bancos e cooperativas voltados a concessão de créditos rurais.

A partir dos anos 80 isso começou a mudar em função de uma ampla reforma política e privatização dos serviços públicos de investigação e extensão, o que acabou por fragilizar os laços entre a investigação, a extensão, os agricultores e o governo. Com isso, houve uma dispersão por parte dos atores envolvidos e também o surgimento de outros atores considerados de importância menor por não estarem diretamente envolvidos nos processos e projetos.

Após tais acontecimentos o governo tentou implantar um gestor central de inovação o que não foi bem visto pelos atores que ficaram cada vez mais dispersos pois acreditavam que esse tipo de gestor de inovação representava apenas os interesses do governo e não tanto dos agricultores. Assim, acabaram surgindo outros modelos de gestores de inovação, porém de uma forma mais auto-organizada a nível regional e sub-setorial, buscando reorganizar a SIA holandesa, como os Consultores de inovação, Gerentes de rede, Instrumentos Sistêmicos (sociedade civil), Portais de Internet, Assessoria de pesquisa com agência de inovação, Gerentes de educação, cada um com um público alvo e com metas e ações específicas a serem desenvolvidas. Assim, as novas estruturas também não foram assim tão bem aceitas haja vista o surgimento de um significativo número de vulnerabilidades como tensões de legitimidade nas escolhas das ações propostas e políticas implantadas, incompreensão das ideias e aceite das informações e a indisposição das entidades privadas e do governo em pagar pelos serviços prestados.

Logo, o caso holandês mostra que posicionar os agentes de inovação e novas organizações, separadas das estruturas já existentes, pode ser uma alternativa para evitar algumas tensões de legitimidade e dar-lhes mais liberdade para agirem como um estímulo de inovação e provocarem mudanças institucionais. Ainda, segundo os autores é plausível que o investimento público ou mesmo o de doadores em motores de inovação em SIA em países em desenvolvimento e emergentes possa ser sensato. Todavia, faz-se necessária mais investigações de forma a obter perspectivas mais sistêmicas sobre os diferentes tipos de gestores de inovação em diferentes países em desenvolvimento e emergentes, afinal cada caso tem suas particularidades.

Sistemas de Inovação e Comunidades de Conhecimento na Agricultura e Setor Alimentar: uma revisão francesa da literatura

O segundo trabalho traz como objetivo analisar como diferentes “comunidades de conhecimento” se apropriam do conceito de Sistemas de Inovação (SI) na agricultura ou nos sistemas agroalimentares, e como estas utilizações questionam as especificidades da inovação neste setor. Assim, os autores basearam seu trabalho numa revisão da literatura e num estudo bibliométrico realizado numa seleção de revistas internacionais sobre agricultura e inovação.

Em relação a origem e evolução do conceito SI os autores examinaram a história de diversas inovações e observaram que seus “sucessos” poderiam ser atribuídos à existência de instituições e redes por meio das quais cientistas e empreendedores dos setores público e privado pudessem colaborar uns com os outros, compartilhando recursos diversos e agindo para fazer face às mudanças económicas e técnicas de cada período. Assim, observaram que tal conceito foi introduzido em diversas áreas do conhecimento como educação, gestão, história e sociologia, sendo apoiado na maioria das situações pela tríade indústria, academia e Estado.

Apesar de um conceito comum, que vai além dos princípios propostos é importante ressaltar que um SI é alicerçado em certas bases comuns que formam uma *estrutura sistêmica* que busca compreender padrões na complexa rede de atores e instituições que participam desse processo de inovação.

Segundo os autores, várias comunidades de conhecimento e especificidades agrícolas utilizam-se do termo SI, podendo elas serem a expressão de comunidades de conhecimento, porém envolvidas na construção de diferentes significados e usos dos SI tanto para a agricultura como para os sistemas agroalimentares. Dessa forma, os autores dividiram sua pesquisa em quatro comunidades e estas se apresentaram de acordo com suas especificidades, atores, processos e objetos de estudo:

A **primeira comunidade** reúne investigadores universitários (em economia ou gestão) que se referem amplamente a abordagens evolutivas à inovação e atores que formulam políticas de inovação, agências de desenvolvimento e empresas relacionadas com a biotecnologia ou sistemas agroalimentares principalmente na OCDE ou em países emergentes. Possuem uma visão bem próxima as teses difusionistas e em seus artigos, o conceito de SI geralmente não é especificado em relação à agricultura.

A **segunda comunidade** reúne sociólogos e economistas do desenvolvimento agrícola e rural, líderes de organizações de investigação e desenvolvimento agrícola a nível nacional ou internacional e profissionais envolvidos em programas de desenvolvimento. Nesta comunidade são mobilizados conceitos específicos associados aos SI como Sistema de Conhecimento e Inovação Agrícola (SICA), Sistema de Inovação Agrícola (SIA). Os atores desta comunidade possuem uma tradição de investigação em torno da agricultura e desenvolvimento rural e são preocupados com o desenvolvimento sustentável na sua integralidade.

A **terceira comunidade** busca através de suas investigações realizar comparações entre setores e é composta por cientistas que se referem ao quadro evolucionista ou à sociologia rural, mas também reflete outras áreas como história e sociologia da ciência, economia institucional, teoria da regulação, etc. Neste grupo percebe-se uma visão mais crítica, desligada dos interesses dos intervenientes econômicos e políticos.

E a **quarta comunidade** abrange cientistas, engenheiros e atores agrícolas diretamente envolvidos na implementação de processos de inovação ou na formulação de políticas agrícolas. Neste grupo o conceito de SI é utilizado para contextualizar, analisar ou apoiar estes processos e para destacar as suas condições institucionais sem necessariamente questionar a evolução ou os efeitos das instituições em causa. Aqui aparece o termo Sistema Agroalimentar Localizado (SIAL) e o uso do termo SI tende a ser mais descritivo ou retórico e normalmente não é fundamental, diferentemente da segunda comunidade.

Percebe-se, que apesar das diferenças entre si, nessas quatro comunidades aparecem as principais características do que é um SI, quais sejam: inovação como

processo, papel fundamental das instituições e do conhecimento e abordagem sistêmica. Porém, elas diferem nos tipos de atores envolvidos no processo de inovação, nas suas referências teóricas e usos do conceito de SI, e na terminologia e questionamento sobre as especificidades agrícolas e agroalimentares.

Assim, a identificação dessas comunidades de conhecimento baseou-se na necessidade de construção de definições e utilizações do conceito de SI voltado especificamente à agricultura e aos sistemas agroalimentares que cotidianamente levam a necessidade de novas respostas aos mais diversos problemas existentes. Para aos autores, fica evidente a importância dessa gama de atores e organizações para condução da inovação no setor agrícola e agroalimentar, sejam as universidades, os agentes de extensão, as empresas privadas, as ONGs, empresas de consultoria, sindicatos, bancos, governos, etc.

Sistemas de Inovação e Conhecimento Agrícola: rumo ao futuro

O terceiro trabalho analisado é um relatório preparado no ano de 2015 para a Comissão Europeia através do seu Comitê Permanente de Pesquisa Agrícola e do Grupo de Trabalho Estratégico em Sistemas de Inovação e Conhecimento Agrícola (SICA). Em função da finalidade deste artigo nos deteremos mais especificamente no capítulo 2 do referido relatório que aborda os temas inovação e o papel do *AKIS*³.

Segundo os autores, são muitos os desafios da sociedade atual e estes exigem soluções a vários níveis, por isso a necessidade de investimentos forte em investigação e inovação que têm certamente um papel fundamental quando se trata de alimentar de forma sustentável nove mil milhões de pessoas em 2050.

Inovação é um conceito amplo, mas que a OCDE define como a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou processo, um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas empresariais, na organização do local de trabalho ou nas relações externas. Compreendendo as etapas científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais e podendo ser desenvolvida tanto pela gestão pública quanto pela iniciativa privada. Aliado a isso, é notório que a pesquisa-investigação tem papel importante para o surgimento de um modelo de inovação, inclusive na agricultura e sistema alimentar. Contudo, em relação aos agricultores e as pequenas empresas as atividades de inovação estão repletas de riscos que precisam ser conhecidos e monitorados e por isso o apoio de especialistas como os membros da *AKIS* podem ajudar.

Paralelo a isso, extensão e educação, medidas fiscais, garantias de acesso a crédito, aquisições inovadoras, incentivos para produzir e outras formas de apoio também podem ajudar, mas, faz-se importante uma política de inovação, e claro uma política de ciência e investigação, conforme descreve o relatório.

³ Agricultural Knowledge and Innovation Systems: em livre tradução **Sistemas de Inovação e Conhecimento Agrícola** (SICA). Mais informações em: <https://www.g-fras.org/en/knowledge/gfras-publications/neuchatel-initiative.html>

Cabe destacar ainda, “que a visão dos sistemas de inovação tem uma abordagem mais complicada à inovação e à política de inovação, pois o foco está na interação entre diferentes partes interessadas nesse processo e a principal justificativa é que existem problemas sistêmicos (de rede) ou que é necessária a criação de novos sistemas de inovação”, EU SCAR (2015, pg. 14).

Para os autores, são muitos os desafios e barreiras para o setor agrícola na Europa são significativos e resultam em motores da inovação agrícola ao nível da exploração agrícola e da sociedade, por isso a inovação no setor agrícola tem como objetivo reduzir os preços de custo ou introduzir novos produtos em novos mercados. Por isso, a inovação é uma responsabilidade das empresas, porém deve ser também uma responsabilidade e compromisso do governo nas mais diversas esferas.

Isso posto, o referido relatório apresenta o *AKIS* como “um conjunto de organizações e/ou pessoas ligadas ao setor agrícola, e as inúmeras ligações e interações entre elas, envolvidas na geração, transformação, transmissão, armazenamento, recuperação, integração, difusão e utilização de conhecimento e informação, com o propósito de trabalhar sinergicamente para apoiar a tomada de decisões, a resolução de problemas e a inovação na agricultura”. Assim, percebe-se assim um processo social e holístico, de baixo para cima e que abrange desde a pesquisa até à implementação tornando-se assim um importante aliado nessa busca por um trabalho adequado e eficiente em relação a Extensão, Educação e Investigação no meio agrícola.

Convém ressaltar, *AKIS* é originalmente um conceito teórico (baseado em observações) que é relevante para descrever *AKIS* nacionais ou regionais, porem eles existem; são regidos por políticas públicas, mas, são dinâmicos e mudam com o tempo; seus componentes são regidos por incentivos bastante diferentes; seu monitoramento (entrada, sistema, saída) é fragmentado e embora os *AKIS* estejam a mudar e sua diversidade seja útil nas inovações e na transição, seu futuro não é claro, uma vez que enfrenta incertezas. Aliado a isso, na atualidade o *AKIS* é considerado uma abordagem participativa pois a inovação é “coproduzida” graças à interação entre os agricultores, empresas, investigadores, intervenientes intermediários (conselheiros, fornecedores de insumos, especialistas, distribuidores, etc.) e consumidores, ou seja, uma rede de atores envolvidos direta ou indiretamente na produção agrícola e na cadeia alimentar.

Assim, os autores trazem de exemplo e a nível europeu, a abordagem de investigação orientada para a inovação e o modelo de inovação interativo que são promovidos através da Parceria Europeia de Inovação “Produtividade Agrícola e Sustentabilidade” (PEI-AGRI)⁴, que tem o foco em abordagens ascendentes e na cooperação entre agricultores, consultores, investigadores, empresas e outros intervenientes em grupos operacionais para realizar inovações. Essa parceria visa uma agricultura e uma silvicultura competitivas

4 Mais informações sobre o PEI-AGRI estão disponíveis no segundo relatório AKIS (EU SCAR, 2013) e no site dedicado do PEI-AGRI: <http://ec.europa.eu/eip/agriculture/> e www.proAKIS.eu

e sustentáveis que «obtenha mais com menos» e trabalhe em harmonia com o ambiente. Para isso, pretende construir pontes entre a investigação e a prática agrícola e envolver agricultores, empresas e serviços de aconselhamento, entre outros, como intervenientes em grupos operacionais. Os grupos operacionais (GO) são as principais entidades atuantes na PEI e reúnem agricultores, consultores, investigadores, empresas e outros intervenientes (por exemplo, a sociedade civil, incluindo ONG e organismos governamentais). A formação dos GO ocorre por iniciativa dos atores da inovação. Contudo, a PEI-AGRI é implementada através de ações que são apoiadas principalmente por duas políticas da UE: a Política de Desenvolvimento Rural e o Horizonte 2020.

Assim, os autores apontam que um primeiro relatório *AKIS* já indicava que os mesmos não são sistemas fixos, mas que estão em constante evolução e por isso os mesmos questionam:

- Os *AKIS* são adequados à sua finalidade?
- Estará o *AKIS* no futuro pronto para cumprir as três dimensões da sustentabilidade (Pessoas, Planeta e Lucro) e ser resiliente a vários cenários possíveis?

CONCLUSÕES

As literaturas analisadas apontam que o enfoque sistêmico é importante no sentido que nos faz enxergar e analisar o meio rural como um lugar bastante complexo e que precisa ser visto por vários ângulos que não apenas sobre o viés econômico. Por isso, a necessidade que vários atores das mais diferentes áreas do conhecimento interajam com os produtores visando auxiliar os mesmos nas suas tomadas de decisões.

Dito isto, percebe-se a necessidade do(a) extensionista rural estar cada vez mais voltado(a) a esse tipo de abordagem que contemple diversos aspectos e que seja útil para a compreensão e gestão da propriedade buscando adaptar novas técnicas de ensino, pesquisa, extensão e produção no meio rural.

O fato é que uma ação, projeto ou programa desenvolvido baseado nos Sistemas de Informação e Conhecimento Agrícola, apesar da “acanhada” literatura analisada, nos indica a realidade e a importância que possuem os mais diversos atores e serviços ligados ao setor agropecuário, tendo em vista o papel que cada um desempenha nessa complexidade rural e as múltiplas relações que se originam nas ações concretas desses atores.

Isso posto, a partir das leituras realizadas e das informações obtidas propõe-se o seguinte esquema para representar um *AKIS* ou melhor um Sistema de Inovação e Conhecimento Agrícola (SICA) a nível de Brasil, observadas cada realidade local e regional existente:

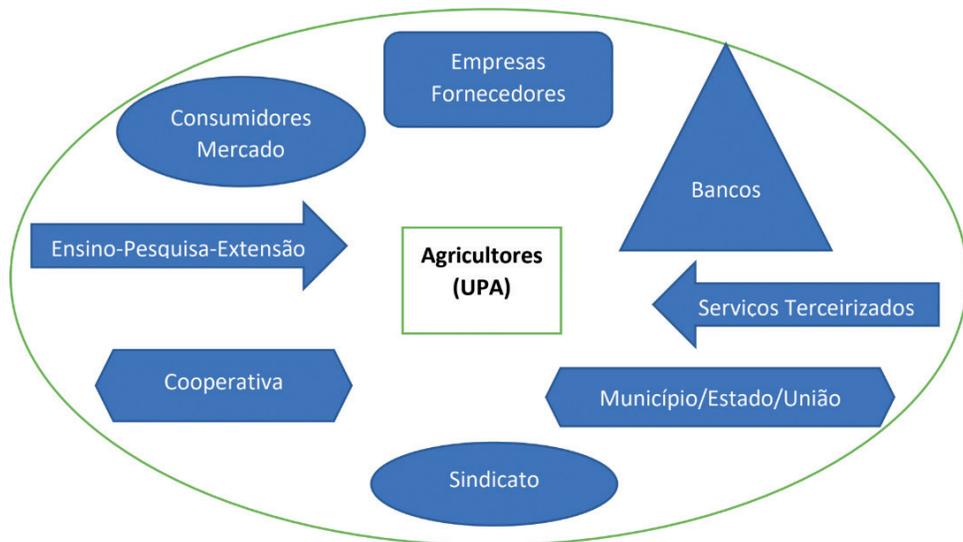


Figura 2: Representação de um Sistema de Inovação e Conhecimento Agrícola

Fonte: autoria própria

Assim, nos parece que bem estruturado e utilizando as bases multidisciplinares do enfoque sistêmico esse tipo de abordagem através dos vários especialistas envolvidos pode auxiliar no (re)conhecimento, exploração e melhoria da gestão sustentável de uma propriedade rural, obviamente desde que levadas em conta as realidades locais, sociais e culturais de cada família envolvida e de cada projeto elaborado.

Finalizando, essa abordagem baseada num Sistema de Informação e Conhecimento Agrícola vem sendo utilizada em diferentes países⁵, porém com respostas diferentes, pois os textos analisados nos indicam que as informações e inovações propostas nem sempre apresentam um mesmo desfecho e, portanto, precisam serem vistas sempre de maneira coerente e criteriosa a fim de um melhor entendimento de cada complexidade agrária, econômica e social, mas, principalmente como forma de se evitar ainda mais a expansão do difusionismo, como tem ocorrido ao longo das décadas, nos serviços de educação, pesquisa e extensão rural.

REFERÊNCIAS

BAUMEL, A.; BASSO, L. C. **Agricultura familiar e a sustentabilidade da pequena propriedade rural**. In: CAMARGO, G.; CAMARGO FILHO, M.; FÁVARO, J. L. (Org.) *Experiências em desenvolvimento sustentável e agricultura familiar*. Guarapuava – Paraná: Ed. Unicentro, 2004.

BERTALANFFY, L. Von. **Teoria Geral dos Sistemas**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1975.

⁵ Ver mais em: <https://www.g-fras.org/en/>

BRASIL, C. R. B. ; MIGUEL, L. A. **AGRICULTORES FAMILIARES E PLURIATIVIDADE: UM ESTUDO NO COREDE VALE DO JAGUARI/RS**. Anais do 54 Congresso da SOBER, Maceió, 2016.

DUFUMIER, M. **Les Projets de Développement Agricole**. Paris: Éditions Karthala – CTA, 1996, 354 p.

EU SCAR. **Agricultural Knowledge and Innovation Systems - Towards the Future – a Foresight Paper**, Bruxelas, (2015).

FAVERO, E.; SARRIERA, J. C. **Extensão rural e intervenção: velhas questões e novos desafios para os profissionais**. 2009. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/cpst/article/view/25771/27504> Acesso: 01 de maio 2024.

GFRAS. **El “Nuevo Extensionista”: Roles, Estrategias y Capacidades para Fortalecer los Servicios de Extensión y Asesoría**. 2012. Disponível em: < <https://www.g-fras.org/en/activities/the-new-extensionist.html>> Acesso: 10 maio 2024.

_____. **O “Novo Extensionista”: Funções, Estratégias e Capacidades para Reforçar os Serviços de Extensão e Consultivos**. 2013. Disponível em: https://www.google.com/search?q=O+NOVO+EXTENSIONISTA&rlz=1C1GCEA_enBR1057BR1057&oq=O+NOVO+EXTENSIONISTA&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIGCAEQRRg8MgYIAhBFGDwyBggDEEUYPNIBCDMxNTlqMGo3qAIAAsAIA&sourceid=chrome&ie=UTF-8 Acesso: 10 maio 2024

Klerkx, L. Hall, A e Leeuwis, C. **Fortalecimiento de la capacidad de innovación agrícola: los gestores sistémicos de innovación son la respuesta?** Int.J. Agricultural Resources, Governance and Ecology, Vol. 8, Nos.5/6,pp.409-438, 2009.

LEAL, Daniela; DA SILVA LOPES, Ivonete. **Programa Minas Rural e ATER: análise da extensão rural midiaticizada**. Revista de Extensão e Estudos Rurais, v. 6, n. 2, p. 81-97, 2017.

LIMA, A. J. P.; BASSO, N.; NEUMANN, P. S.; SANTOS, A. C.; MULLER, A. G.. **Administração da unidade de produção familiar: modalidades de trabalho com agricultores**. Ijuí: Ed. UNIJUI, 1995.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria Geral Da Administração – Da Escola Científica à Competitividade na Economia Globalizada**. Editora Atlas S. A. São Paulo. 2000.

MAZOYER, M. E ROUDART, L. **História das agriculturas do mundo: do neolítico à crise contemporânea**. Lisboa, Instituto Piaget, 2001.

MIGUEL, L. A. **Considerações teórico-metodológicas acerca da abordagem sistêmica da Unidade de Produção Agrícola**. Anais do X Congresso da Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção. Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção (SBSP), Foz do Iguaçu, 2014.

SILVA NETO, B. **Abordagem sistêmica, complexidade e sistemas agrários**. In. Da MOTA; D.M.; SCHMITZ, H.; VASCONCELLOS, H.E.M. Agricultura familiar e abordagem sistêmica: Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção. Aracaju, 2005, p.81- 103.

SOARES, A. C.. **A multifuncionalidade da agricultura familiar**. Revista Proposta, v. 87, p. 40-49, 2000.

TOUZARD, J.M. et al. **INNOVATION SYSTEMS AND KNOWLEDGE COMMUNITIES IN THE AGRICULTURE AND AGRIFOOD SECTOR: A LITERATURE REVIEW**, in Journal of Innovation Economics & Management, 2015.

USO DE *BACILLUS MEGATERIUM* NO MANEJO SUSTENTÁVEL DE *MANIHOT ESCULENTA* CRANTZ: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Data de submissão: 27/08/2024

Data de aceite: 02/09/2024

Lídia Ferreira Moraes

Universidade Federal do Maranhão –
UFMA
Chapadinha-MA
<http://orcid.org/0000-0002-5340-3263>

Fernando Freitas Pinto Junior

Universidade Federal do Maranhão –
UFMA
Chapadinha-MA
<https://orcid.org/0000-0002-1465-7412>

Janaiane Ferreira dos Santos

Universidade Federal do Maranhão –
UFMA
Chapadinha-MA
<http://orcid.org/0000-0003-0152-5725>

Gilcyvan Costa de Sousa

Universidade Federal do Maranhão –
UFMA
Chapadinha-MA
<http://orcid.org/0000-0002-5340-3263>

Josiel Lima Mesquita

Universidade Federal do Maranhão –
UFMA
Chapadinha-MA
<https://orcid.org/0000-0001-8592-3522>

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Universidade Federal do Maranhão –
UFMA
Chapadinha-MA
<http://orcid.org/0000-0002-8908-2297>

RESUMO: Cultivada em mais de 102 países devido à sua adaptação a condições adversas de clima e solo, a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), pertencente à família Euphorbiaceae, é uma planta de grande importância socioeconômica. No Brasil, é consumida como hortaliça tuberosa e possui diversas variedades. O manejo adequado da cultura, por sua vez, geralmente envolve adubação fosfatada e o controle de plantas daninhas, cuidados que visam garantir uma boa produtividade. Todavia, o uso de microrganismos, como *Bacillus megaterium*, tem se mostrado promissor na promoção do crescimento da mandioca e na melhoria da qualidade do solo, oferecendo alternativas sustentáveis que podem reduzir a dependência de fertilizantes químicos e melhorar a eficiência nutricional em áreas de pequenos produtores rurais. Nesse sentido, o presente trabalho visa realizar uma revisão bibliográfica contendo os principais temas acerca da cultura da mandioca em associação ao *Bacillus megaterium*, a fim de destacar as principais informações e conclusões sobre o respectivo assunto.

PALAVRAS-CHAVE: Simbiose agrícola; Biofertilização; Sustentabilidade.

USE OF *BACILLUS MEGATERIUM* IN THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF *MANIHOT ESCULENTA* CRANTZ: A LITERATURE REVIEW

ABSTRACT: Cultivated in more than 102 countries due to its adaptation to adverse climate and soil conditions, cassava (*Manihot esculenta* Crantz), which belongs to the Euphorbiaceae family, is a plant of great socio-economic importance. In Brazil, it is consumed as a tuberous vegetable and has several varieties. Proper management of the crop usually involves phosphate fertilization and weed control, which aim to ensure good productivity. However, the use of microorganisms, such as *Bacillus megaterium*, has shown promise in promoting cassava growth and improving soil quality, offering sustainable alternatives that can reduce dependence on chemical fertilizers and improve nutritional efficiency in smallholder farming areas. With this in mind, this study aims to carry out a bibliographical review of the main topics on cassava cultivation in association with *Bacillus megaterium*, in order to highlight the main information and conclusions on the subject.

KEYWORDS: Agricultural symbiosis; Biofertilization; Sustainability.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a mandioca é amplamente consumida, desempenhando um papel crucial na alimentação e na economia, especialmente em áreas rurais (Lima *et al.*, 2020), visto que sua ampla distribuição geográfica se deve à sua capacidade de adaptação a condições adversas de clima e solo, características que a tornam uma cultura vital em diversas regiões tropicais e subtropicais (Alves *et al.*, 2020).

O sucesso dessa cultura está intrinsecamente ligado a práticas de manejo agrícola que garantem a produtividade e a qualidade do produto final (Pinheiro *et al.*, 2021). Nesse contexto, o uso de microrganismos benéficos, como *Bacillus megaterium*, emerge como uma alternativa promissora para o manejo da cultura da mandioca. Esse microrganismo tem demonstrado capacidade de promover o crescimento de plantas, melhorar a qualidade do solo e aumentar a eficiência da absorção de nutrientes, especialmente em ambientes agrícolas de pequenos produtores (Santos *et al.*, 2021).

Logo, considerando a relevância crescente dessas abordagens sustentáveis, o presente trabalho se propõe a realizar uma revisão bibliográfica abrangente sobre a cultura da mandioca em associação com *Bacillus megaterium*. A revisão visa consolidar o conhecimento existente, destacando as principais descobertas e conclusões acerca dos benefícios do uso desse microrganismo.

A CULTURA DA MANDIOCA (*MANIHOT ESCULENTA* CRANTZ)

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) pertencente à família Euphorbiaceae, gênero *Manihot*, é consumida por milhões de pessoas, seu cultivo é realizado em mais de 102 países e está entre as culturas mais produzidas e consumidas no Brasil, além de outros países, como a África, por ser uma cultura de fácil adaptação a condições adversas de clima e solo (Albuquerque *et al.*, 2014; Silva *et al.*, 2018).

A mandioca, é uma planta que pode ser explorada como anual ou bianual, possui caule lenhoso e suporta solos de baixa fertilidade (Viana *et al.*, 2002). Apresenta fecundação cruzada (Dantas *et al.*, 2008), possui arbusto ereto, semiereto a decumbente variando de 5 a 15 cm de comprimento, raízes cilíndricas ou cônicas, com a casca variando de tonalidades entre marrom, marrom claro ou escuro; polpa branca ou creme, caule central presente ou ausente, quando jovem o caule apresenta cor verde, avermelhado ou roxo, quando maduro cinza, até marrom claro ou escuro; nós curtos medindo de 1 a 1,5 cm e largos maior que 5 cm, brotos jovens com cores verde, avermelhado, roxo, inflorescência disposta em panícula central com 2 a 4 racemos saindo no mesmo ponto, suas flores pistiladas de sépalas livres e abertas, amareladas, cremes, esverdeadas e com tonalidades vermelhas nas faces e frutos globosos alados, alas curtas 0,5 a 1 mm, medianas, 1,5 a 2 mm, largas maior que 2,5 mm, normalmente onduladas e com pigmento vermelho no bordo (Flores, 2013).

Na comercialização é considerada como uma hortaliça tuberosa, em virtude de ser comercializada com outras hortaliças (Byju; Suja, 2020) e seu consumo é proveniente de suas raízes tuberosas ricas em amido (FAO, 2019). É conhecida por diversos termos: aipim, mandioca de mesa ou macaxeira, dependendo da região e a principal diferença está nos teores de glicosídeos cianogênicos (TGC).

São classificadas como mansas as mandiocas “domésticas”, por não possuírem gosto amargo e apresentar baixos TGC. Seu consumo pode ser feito após processamento simples ou fervura (McMahon *et al.*, 1995). As bravas são denominadas de “selvagens” e possuem um sabor amargo e teor acima de 100 mg de ácido cianídrico (HCN). Dessa forma, as mandiocas selvagens são aptas para o consumo em forma de farinha, amido e outros produtos após processos que diminuam os teores de HCN (Valle *et al.*, 2004).

Além disso, a partir das raízes, obtém-se a fécula, um produto de valor comercial. Para tanto, após a lavagem e o descascamento as raízes são raladas e prensadas sob água corrente (Tironi *et al.*, 2015).

MANEJO DA MANDIOCA

A maioria dos cultivos de mandioca na região Nordeste, se caracterizam pela agricultura conhecida como “roça de toco”, considerado um sistema arcaico atrelado a práticas não sustentáveis, pois utiliza fogo para limpeza de área, entretanto este sistema ainda é muito utilizado (Costa *et al.*, 2016). A falta de manejo adequado para cultura da mandioca, acaba resultando em um baixo percentual de produtividade, não possibilitando aumento da expressivo dos índices produtivos da cultura (Barbosa *et al.*, 2019).

A cultura da mandioca necessita de solos bem drenados e profundos, com textura média, para que haja melhor desenvolvimento do sistema radicular. Solos muito argilosos devem ser evitados devido à baixa aeração e drenagem aumentando o risco de encharcamento, além de dificultar a colheita caso coincida com o período não chuvoso (Souza; Souza, 2021).

Um manejo do solo adequado está diretamente associado aos aspectos físicos, químicos e biológicos nos sistemas agrícolas, com o intuito da preservação dos solos e do meio ambiente sendo componentes vitais para sistemas cada vez mais sustentáveis (Reetz, 2017). A fertilidade do solo, possibilita aumento da produtividade e melhorias na nutrição das culturas (Pinheiro *et al.*, 2020).

Os fertilizantes mais utilizados são os de alta solubilidade em citrato neutro de amônio e água, como os fosfatos monocálcicos, superfosfato simples e o superfosfato triplo, fosfatos monoamônicos e diamônicos, e ainda aqueles que possuem os macronutrientes incorporados (Sousa *et al.*, 2016).

A adubação fosfatada atualmente é um dos temas mais estudados nas pesquisas agrícolas nas mais diversas culturas (Werner *et al.*, 2020; Guilherme *et al.*, 2021; Ribeiro *et al.*, 2022). O desenvolvimento das plantas incluindo os processos relacionados a sua fisiologia, desenvolvimento e crescimento estão diretamente interligados a área cultivada e à disponibilidade de nutrientes (Signore *et al.*, 2016). Contudo, a disponibilidade de nutrientes é necessário para o bom desenvolvimento da produção agrícola (Haydon *et al.*, 2015).

Em solos ácidos, a aplicação de fertilizantes provenientes de fosfatos supre algumas deficiências nutricionais no solo e são amplamente utilizados na agricultura aumentando a produtividade da lavoura e impactam de forma positiva a produção de alimentos, garantindo uma maior segurança alimentar (Brownlie *et al.*, 2021). Todavia, apenas 15% dos fertilizantes fosfatados são absorvidos pelas plantas. O excesso pode ocasionar problemas ao meio ambiente, como contaminação de lençóis freáticos, eutrofização de mananciais ou acúmulo de metais pesados (Baveye, 2015).

BACILLUS MEGATERIUM

Bacillus spp. são bactérias ditas Gram-positivas (Allen *et al.*, 1983), formam esporos e endósporos (Melo, 1998; Wang *et al.*, 2018) e produzem diferentes compostos como enzimas proteolíticas, amilolíticas e antibióticos (Melo, 1998). São bactérias promotoras de crescimento de plantas e exercem papel na melhoraria e eficiência do uso de nitrogênio e consequentemente na sustentabilidade e produção agrícola (Di Benedetto *et al.*, 2016; Di Benedetto *et al.*, 2017; Sun *et al.*, 2020).

Os microrganismos de forma geral, influenciam no desempenho da ciclagem de fósforo no solo, convertendo o fósforo insolúvel em solúvel e estando disponíveis para absorção pelas plantas. Desse modo quando há a inoculação destes componentes biológicos, tem-se o enriquecimento do solo, por meio da liberação na rizosfera do fósforo inorgânico ou orgânico (Owen *et al.*, 2015). Os microrganismos solubilizadores de fósforo, aumentam a absorção de nutrientes e água, produção de fitormônios, bioproteção contra agentes patogênicos e diversos outros fenômenos (Gupta *et al.*, 2015; Ribeiro *et al.*, 2018).

O *Bacillus megaterium* é uma bactéria presente em diversos habitats, podendo ser encontrado em animais ou componentes vegetais. Há presença dessa bactéria em proteínas como penicilina acilase, amilases, produção de piruvato ou vitamina B12 (Vary *et al.*, 2007). Possui a capacidade de produzir compostos metabólicos secundários que possuem a função de solubilização de fósforo. Dessa forma, o *B. megaterium* pode ser usado na inoculação de materiais vegetais culminando na potencialização dos efeitos em solos que apresentam maior quantidade de óxidos de Fe^{+2} e Al^{+3} (Batista *et al.*, 2018).

Destaca-se no mercado por possuir a função de controle biológico, e produzir os mais diversos tipos de metabólitos com função antibacterianas e antifúngicas (Al-Thubiani *et al.*, 2018; Manna; Kim, 2018). Logo, estudos voltados a essa bactéria são crescentes, por possui características de biocontrole, e sua eficiência contra fitopatógenos por meio de atividade antagonica ou antibacteriana (Quigley, 2010; Fira *et al.*, 2018).

A cepa de *B. megaterium* demonstrou potencialidades na produção de compostos bioativos antibacterianas, no mesmo estudo foram identificados componentes eluídos do extrato bruto e demonstram atividade inibitória eficaz contra os patógenos *Agrobacterium tumefaciens*, *Erwinia carotovora* e *Ralstonia solanacearum* (Ji *et al.*, 2019; Zhao *et al.*, 2019). Ressalta-se ainda nos estudos de Ding *et al.* (2020) que o composto ácido 12-hidroxijasmônico, extraído e isolado da *B. megaterium* (LB01), influenciou na inibição contra *Colletotrichum gloeosporioides*.

INTERAÇÃO ENTRE *BACILLUS MEGATERIUM* E MANDIOCA

A mandioca apresenta grande interação aos microrganismos presentes no solo e inoculados (Lopes *et al.*, 2019), sendo as bactérias do gênero *Bacillus* e *Azospirillum* as que mais interagem (Teixeira *et al.*, 2007). Além de estimular a síntese de fitormônios, as bactérias pertencentes ao gênero *Bacillus* desempenham um papel crucial na promoção da disponibilidade de fósforo, o que favorece o desenvolvimento da cultura da mandioca, como descrito por Kour *et al.* (2021).

Dahmani *et al.* (2020) enfatizam que a utilização de *Bacillus megaterium* obteve um aumento da síntese de auxina nas plantas, além da solubilização do fosfato, favorecendo o aumento de biomassa aérea e radicular. Atualmente são utilizadas muitas BPCP, porém faz-se necessários mais estudos para investigar quais os reais impactos sejam positivos ou negativos na cultura da mandioca como discutido por Teixeira *et al.* (2007), Lopes *et al.* (2019) e Ferreira *et al.* (2021).

Portanto, a utilização de inoculantes biológicos em conjunto com variedades de mandioca adaptadas à região atreladas a uma gestão adequada do solo possibilita a adoção de pacotes tecnológicos sustentáveis com potencial para reduzir a dependência de fertilizantes químicos e melhorar as condições biológicas do solo.

Considerando a afinidade da mandioca em possuir interações com bactérias que promovem o crescimento, a utilização de inoculantes biológicos no sistema produtivo da mesma levando em consideração a viabilidade e a melhoria na eficiência nutricional do solo, o uso na cultura ocasiona interações positivas potencializando a sua capacidade de produção principalmente em área de pequenos produtores rurais, no qual a quase totalidade são provenientes (Teixeira *et al.*, 2007; Sarr *et al.*, 2019).

MÉTODOS DE INOCULAÇÃO E APLICAÇÕES PRÁTICAS

Cada vez mais, a agricultura direciona seus esforços para um sistema de produção sustentável, prática essa que vem crescendo cada vez mais entre os produtores, por meio de resultados positivos, onde houve aumento significativo no uso de produtos biológicos nas lavouras (Croplife, 2020).

A prática de inoculação consiste da utilização de biofertilizantes que são formulados a partir de microrganismos, que estão presentes no solo e estão ligados ao desenvolvimento das plantas (Velázquez-Gurrola; Ramos-Alegria, 2015). A inoculação de bactérias envolve a introdução desses microrganismos que possuem a capacidade de serem fixadoras de nitrogênio por meio de um veículo líquido ou turfoso (Hungria; Campos; Mendes, 2001).

A aplicação via semente atualmente é a mais utilizada, além de ser a mais prática até o momento, porém a aplicação via sulco também se demonstra eficiente, além desses métodos serem uma alternativa para a introdução dos microrganismos no solo (Vieira Neto *et al.*, 2008).

Por mais que seja uma técnica bastante utilizada, como todo processo produtivo pode ocorrer falhas na nodulação das plantas e no processo de ação desses microrganismos (Embrapa, 2019). Nessa técnica, ocorre uma interação simbiótica, onde as bactérias dependem das raízes para sua sobrevivência e realizar a fixação do N², um elemento essencial para a nutrição de plantas (Sediyama *et al.*, 2016). Portanto, os benefícios da inoculação são inúmeros indo desde os benefícios fisiológicos, nutricionais e morfológicos, além de serem uma alternativa contra patógenos (Moreira e Siqueira, 2006)

O gênero *Bacillus*, tem mostrado efeitos positivos quando coinoculado com outras bactérias, como o *Bradyrhizobium*, sendo reconhecido como uma rizobactéria promotora do crescimento das plantas (Araújo, 2008). Estudos como o de Tochetto e Boiago (2020) obtiveram diferenças significativas nas variáveis nódulos por planta, massa seca da parte aérea, vagens por planta, grão por vagens e produtividade ao utilizar diferentes formas de coinoculação na cultura do feijão. A simples inoculação das culturas possibilita resultados significativos em relação aos ganhos de crescimento e assim altos rendimentos (Martinez *et al.*, 2016).

Guimarães *et al.* (2021) relatam que a promoção de crescimento e produção vegetal com inoculação contendo bactérias com capacidade de solubilização de fosfato são recentes

e possuem boas perspectivas relacionados a nutrição dos nutrientes no solo. Considerando a relevância biológica dos microrganismos e o impacto positivo de uma fertilização de boa qualidade na cultura da mandioca, ressalta-se a importância da realização de conduzir pesquisas com o intuito de ampliar o conhecimento sobre a qualidade química, biológica e nutricional do solo e planta ao empregar o *Bacillus megaterium* na região Leste do Maranhão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a mandioca interage significativamente com microrganismos do solo, especialmente com bactérias dos gêneros *Bacillus* e *Azospirillum*, que promovem o crescimento da planta ao estimular a síntese de fitormônios e aumentar a disponibilidade de fósforo. Em particular, *Bacillus megaterium* tem mostrado potencial para aumentar a síntese de auxina e solubilizar fosfatos, melhorando a biomassa da mandioca. A inoculação biológica, aplicada principalmente via semente ou sulco, oferece uma alternativa sustentável à fertilização química, destacando-se como uma prática promissora para pequenos produtores, especialmente em áreas do Leste do Maranhão.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA).

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. A. A.; EVANGELISTA, M. O.; MATES, A. P. K.; ALVES, J. M. A.; OLIVEIRA, N. T.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A. Occurrence of weeds in *cassava savana* plantations in Roraima. **Revista Planta Daninha**, v.32, n.1, p. 91-98, 2014.
- ALLEN, D. A.; AUSTIN, B.; COLWELL, R. R. Numerical taxonomy of bacterial isolates associated with a fresh water fishery. **Journal of General Microbiology**, v. 129, p. 2043-2062, 1983.
- AL-THUBIANI, A. S. A.; MAHER, Y. A.; FATHI, A.; ABOUREHAB, M. A. S.; ALARJAH, M.; KHAN, M. S. A.; AL-GHAMDI, S. B. Identification and characterization of a novel antimicrobial peptide compound produced by *Bacillus megaterium* strain isolated from oral microflora. **Saudi Pharmaceutical Journal**. [S. l.], v. 26, n. 8, p. 1089-1097, 2018.
- ALVES, Aaron de S. et al. Substratos para propagação rápida de mandioca tipo mesa. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 15, n. 3, p. 335-340, 2020.
- BABU, C. S.; ISAAC, Sheeba Rebecca. Consortium Biofertilizers to Economise Nutrient use and Sustain Productivity in Cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Indian Journal of Ecology**, v. 50, n. 1, p. 79-84, 2023.

BARBOSA JÚNIOR, L. B.; CARVALHO, F. L. C.; SOUSA, R. R.; ARAÚJO, R. L.; BARROSA, W. F. C.; VERAS, F. H. C.; BANDEIRA, A. C.; SILVA, R. B. Avaliação da cultura da mandioca em diferentes sistemas de manejo do solo. **Global Science & Technology**, v.12, n. 02, p.152-169, 2019.

BATISTA, F. C.; FERNANDES, T. A.; ABREU, C. S.; OLIVEIRA, M. C.; RIBEIRO, V. P.; GOMES, E. A.; LANA, U. G. P.; MARRIEL, I. E.; OLIVEIRA-PAIVA, C. A. **Potencial de microrganismos rizosféricos e endofíticos de milho em solubilizar o fosfato de ferro e produzir sideróforos**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 166, 2018. 21 p.

BAVEYE, P. C. Looming scarcity of phosphate rock and intensification of soil phosphorus research. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, n.1, p. 637-642, 2015.

BROWNLIE, W. J.; SUTTON, M. A.; REAY, D. S.; HEAL, K. V.; HERMANN, L.; KABBE, C.; SPEARS, B. M. Global Actions for a Sustainable Phosphorus Future. **Nature Food**, v. 2, p. 71-74, 2021.

BYJU, G.; SUJA, G. Mineral nutrition of cassava. **Advances in Agronomy**, v. 159, p. 169-235, 2020.

COSTA, J. F.; SANTOS, M. A. S.; REBELLO, F. K.; COSTA, D. A.; SILVA, J. S. A. política de crédito rural e os financiamentos à cultura da mandioca do Pará, 1990- 2012. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v.12, n 1, p. 1-14, 2016.

CROPLIFE. **Crescente adoção de produtos biológicos no mundo, e o Brasil é protagonista nesse mercado**. Disponível em:<[https://croplifebrasil.org/produtosbiologicos/crescente-adocao-de-produtos-biologicos-no-mundo-e-o-brasil-e-protagonistanessemercado/#:~:text=A%20utiliza%C3%A7%C3%A3o%20de%20produtos%20biol%C3%B3gicos,para%20interromper%20o%20acasalamento\)%3B](https://croplifebrasil.org/produtosbiologicos/crescente-adocao-de-produtos-biologicos-no-mundo-e-o-brasil-e-protagonistanessemercado/#:~:text=A%20utiliza%C3%A7%C3%A3o%20de%20produtos%20biol%C3%B3gicos,para%20interromper%20o%20acasalamento)%3B)>. Acesso em: 17 nov. 2023.

DAHMANI, M. A.; DESRUT, A.; MOUMEN, B.; VERDON, J.; MERMOURI, L.; KACEM, M.; COUTOSTH' EVENOT, P.; KAID-HARCHE, M.; BERG` ES, T.; VRIET, C. Unearthing the plant growth-promoting traits of *Bacillus megaterium* RmBm31, an endophytic bacterium isolated from root nodules of *Retama monosperma*. **Frontiers in Plant Science**. v. 11, 1-15. 2020.

DANTAS, F. R.; ARAÚJO, G. G. L.; SILVA, D. S.; PEREIRA, L. G. R.; GONZAGA NETO, S.; TOSTO, M. L. Composição química e características fermentativas de silagens de maniçoba (*Manihot* sp.) com percentuais de co-produto de vitivinícolas desidratado. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 2, p. 247-257, 2008.

DI BENEDETTO, N. A.; CAMPANIELLO, D.; BEVILACQUA, A.; CATALDI, M. P.; CORBO, M.; SINIGAGLIA, M.; FLAGELLA, Z. **Characterization of autochthonous plant growth promoting bacteria in relation to durum wheat nitrogen use efficiency**. In: Proceedings of Plant Biology Europe Congress EPSO/FESPB, Prague Czech Republic, p. 26-30, 2016.

DI BENEDETTO, N. A.; CORBO, M. R.; CAMPANIELLO, D.; CATALDI, M. P.; BEVILACQUA, A.; SINIGAGLIA, M.; FLAGELLA, Z. The role of plant growth promoting bacteria in improving nitrogen use efficiency for sustainable crop production: a focus on wheat. **Microbiology**, v.3, n.3, p.413- 434, 2017.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja: Região Central do Brasil**, 2019. Disponível em:< <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223209/1/SP-17-2020-online-1.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2023.

FAO -FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Food outlook biannual report on Global food markets**. p.152, 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1277661/>. Acesso em: 10 ago. 2023.

FERREIRA, S. C.; NAKASONE, A. K.; NASCIMENTO, S. M. C.; OLIVEIRA, D. A.; SIQUEIRA, A. S.; CUNHA, E. F. M.; CASTRO, G. L. S.; SOUZA, C. R. B. Isolation and characterization of cassava root endophytic bacteria with the ability to promote plant growth and control the in vitro and in vivo growth of *Phytophthium* sp. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 116, n. 101709. 2021.

FIRA, D.; DIMKIC, I.; BERIC, T.; LOZO, J.; STANKOVIC, S. Biological control of plant pathogens by *Bacillus* species. **Journal of Biotechnology**, v. 285, p. 44-55, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2018.07.044>.

FLORES, J. M. M. **Morfologia e meiose em cultivares e escapees de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. 2013. 47 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) -Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

GUILHERME, J. M. S.; SOUSA, G. G.; SANTOS, S. O.; GOMES, K. R.; VIANA, T. V. A. Água Salina e Adubação Fosfatada na cultura do amendoim. **Irriga, [S. l.]**, v. 1, n. 4, p. 704–713, 2021.

GUIMARÃES, V. F.; KLEIN, J.; KLEIN, D. K. Promoção de crescimento e solubilização de fosfato na cultura da soja: coinoculação de sementes com *Bradyrhizobium japonicum* e *Pseudomonas fluorescens*. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, e366101120078, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/20078/17577>. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.20078>.

GUPTA, G.; PARIHAR, S. S.; AHIRWAR, N. K.; SNEHI, S. K.; SINGH, V. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): current and future prospects for development of sustainable agriculture. **Journal of Microbial and Biochemical Technology**, v. 7, n. 2, p. 96-102, 2015.

HAYDON, M. J.; MIELCZAREK O.; ROBERTSON F.C.; HUBBARD K.E.; WEBB A.A. Nutrient homeostasis within the plant circadian network. **Frontiers in Plant Science**, v.6, n.299, p.1-6, 2015.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. Londrina**, Embrapa Soja, 2001. 48 p. (Circular Técnica / Embrapa Soja, ISSN 1516-7860; n.35).

JI, Y. Y.; DAI, Y. F.; CHEN, X.; LI, Z.; XIAO, Y.; YANG, L. Analysis of antibacterial effect and components of crude extract from *Bacillus megaterium* L2. **China Brew**, v. 38, n. 3, p. 120-124, 2019.

KOUR, D.; RANA, K.L.; KAUR, T.; YADAV, N.; YADAV, A.N.; KUMAR, M.; KUMAR, V.; DHALIWAL, H.S.; SAXENA, A.K. Biodiversity, current developments and potential biotechnological applications of phosphorus-solubilizing and -mobilizing microbes: A review. **Pedosphere**, v. 31, n. 1, p. 43-75, 2021. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(20\)60057-1](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(20)60057-1).

LIMA, Renata Ferreira et al. A produção de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na agricultura familiar da região Nordeste Paraense: estudo a partir da comunidade de Jacarequara, Capanema, Pará. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 1284-1296, 2020.

LOPES, E. A. P.; SILVA, A. D. A.; MERGULHÃO, A. C. E. S.; SILVA, E. V. N.; SANTIAGO, A. D.; FIGUEIREDO, M. V. B. Co-inoculation of growth promoting bacteria and *Glomus clarum* in micropropagated cassava plants. **Revista Caatinga**. v. 32, n. 1, p. 152-166. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252019v32n116rc>.

MARTINEZ, S. B.; POMÉS, J.; MASI, M. A.; CHALE, W.; DE BENEDETTO, J. P.; GARBI, M. Production and response to *Azospirillum brasilense* inoculation in two globe articho kehybrids. **Acta Horticulturae**, v. 1147, p.213-216, 2016.

- MCCMAHON, J. M.; WHIT, W. L. B.; SAYRE, R. T. Review Article: Cyanogenesis in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Journal of Experimental Botany**, v. 46, n. 7, p. 731-741, 1995.
- MELO, I. S. Agentes microbianos de controle de fungos fitopatogênicos. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. **Controle biológico**. Jaguariúna, SP: Embrapa, 1998. p. 17-67.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do solo**. Lavras, 2. Ed. Universidade Federal de Lavras, p. 316, 2006. p.316.
- PINHEIRO, V. J. F.; CARDOSO, D. F. S. R.; SILVA, E. R. M.; BARBOSA, I. C. C. Fertilidade do solo de um horto as margens do rio Inhangapi e os impactos qualitativos sob o corpo hídrico. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 15, n. 3, p. 256-264, 2020. DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v15i3.7710>.
- PINHEIRO, Waldenice Leite et al. Características agronômicas e produção da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz cv. BRS-Poti) submetida a tratos culturais. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 18314-18325, 2021.
- QUIGLEY, E. M. M. Prebiotics and probiotics; modifying and mining the microbiota. **Pharmacological Research**, v. 61, p. 213-218, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2010.01.004>.
- REETZ, H. F. **Fertilizantes e o seu uso eficiente**. São Paulo: ANDA, 2017.
- RIBEIRO, R. M. R.; SOUSA, G. G.; BARBOSA, A. S.; LACERDA, C. F.; FREIRE, M. H. C.; MORAES, J. G. L. Estratégias de irrigação com água salina e adubação fosfatada na cultura do feijão caupi. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 17, n. 3, e2572, 2022.
- RIBEIRO, V. P.; MARRIEL, I. E.; SOUSA, S. M.; LANA, U. G. P.; MATTOS, B. B.; PAIVA, C. A. O.; GOMES, E. A. Endophytic *Bacillus* strains enhance pearl millet growth and nutrient uptake under low-P. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 49, p. 40-46, 2018.
- SANTOS, Alan Francisco dos et al. Biometria e estado nutricional da cultura da aveia branca (*Avena sativa* L.) sob inoculação com *Bacillus subtilis* e *B. megaterium*. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. e53410515270-e53410515270, 2021.
- SARR, P. S.; SUGIYAMA, A.; BEGOUDE, A. D. B.; YAZAKI, K.; ARAKI, S.; NAWATA, E. Diversity and distribution of arbuscular mycorrhizal fungi in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) croplands in Cameroon as revealed by Illumina MiSeq. **Rhizosphere**, v. 10, p.100-147, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2019.100147>.
- SEDIYAMA, T. **Produtividade da soja**. Londrina: Mecenas, p.310, 2016.
- SIGNORE, A.; SERIO, F.; SANTAMARIA, P. A. A Targeted management of the nutrient solution in a soilless tomato crop according to plant needs. **Frontiers Plant Science**, v.7, n.391, p.1-15, 2016.
- SILVA, B. E. L.; BARBOSA, S. K. J.; BARBOSA, F. P. J. Aspectos gerais e peculiaridades sobre mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Diversitas Journal**, v. 3, n. 1, p. 13-23, 2018.
- SOUSA, D. M. G.; REIN, T. A.; GOEDERT, W. J.; LOBATO, E.; NUNES, R. S. Fósforo. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (Eds.) **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**: volume 2, nutrientes. Piracicaba: INPI - Brasil, 2016. p.67-132.

SOUZA, L. D.; SOUZA, L. S. **Sistema de Produção de Mandioca no Semiárido**. EMBRAPA., p. 01-58, 2021.

TIRONI, L. F.; UHLMANN, L. O.; STRECK, N. A.; SAMBORANHA, F. K.; FREITAS, C. P. DE O.; SILVA, M. R. Performance of cassava cultivars in subtropical environment. **Bragantia**, v. 74, n.1, p. 58-66. 2015.

TOCHETO, G. H. G.; BOIAGO, N. P. Formas de aplicação de *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasiliense* coinoculados na cultura do feijão. **Cultivando o Saber**, v. 13, n. 2, p. 37-48, 2020.

VALLE, T. L.; CARVALHO, C. R. L.; RAMOS, M. T. B.; MÜHLEN, G. S.; VILELA, V. O. Conteúdo cianogênico em progênies de mandioca originadas do cruzamento de cultivares mansas e bravas. **Bragantia**, v. 63, n. 2, p. 221-226, 2004.

VARY, P. S.; BIEDENDIECK, R.; FUERCH, T.; MEINHARDT, F.; ROHDE, M.; DECKWER, W.D.; JAHN, D. *Bacillus megaterium* from simple soil bacterium to industrial protein production host. **Appl microbiol biotechnol.** v. 76, n. 5, p. 957-967, 2007.

VELÁZQUEZ-GURROLA, A.; RAMOS-ALEGRIA, M. P. Benefícios de microorganismos solubilizadores de P y K em la recuperación y mantenimiento de suelos agrícolas. In: VIII Congreso Mundial de la Palta, 8, 2015, Lima. **Actas**. Lima: ProHass, 2015, p. 495-499.

VIANA, A. E. S.; SEDIYAMA, T.; LOPES, S. C.; CECON, P. R. SILVA, A. A. Avaliação de métodos de preparo de manivas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Ciência e agrotecnologia**, Edição Especial, p.1383-1390, 2002.

VIEIRA NETO, S. A.; PIRES, F. R.; MENEZES, C. C. E.; MENEZES, J. F. S.; SILVA, A. G.; SILVA, G. P.; ASSIS, R. L. Formas de aplicação de inoculantes e seus efeitos sobre a nodulação da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 2, p. 861-870, 2008.

WANG, X. Q.; ZHAO, D. L.; SHEN, L. L.; JING, C. L.; ZHANG, C. S. Application and mechanisms of *Bacillus subtilis* in biological control of plant disease. In: MEENA, V. (Eds.) Role of rhizospheric microbes in soil. **Springer**, 2018.

WERNER, C. J.; PETER, M.; BALEM, E. M.; BELLÉ, C.; CEOLIN, E. L.; ZANATTA, T. P.; AUMONDE, T. Z.; PEDÓ, T. Adubação fosfatada em soja: produtividade e qualidade fisiológica das sementes. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 36157–36177, 2020.

ZHAO, J. Y.; XIAO, Y.; YANG, L.; ZHANG, S.; JI, Y. Y.; LI, Z. Antibacterial Mechanism of Fermentation Product from *Bacillus megaterium* L2 against *Erwinia carotovora* sub sp. *Carotovora*. **Food Science**, v. 40, n.21, p. 14-20, 2019.

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS: Bióloga pela Universidade de Pernambuco - UPE (2009), Mestre em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí - UFPI (2012) e Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB (2016). Professora adjunta do curso de Agronomia do Centro de Ciências de Chapadinha (CCCh) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e professora permanente do Pós-graduação em Ciências Ambientais (PPGCAM) do CCCh/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.

<http://lattes.cnpq.br/0720581765268326>

IZUMY PINHEIRO DOIHARA: Graduada em Agronomia pela Universidade Estadual do Maranhão/UEMA (1997). mestrado em Fitopatologia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2005) e Doutorado em Agronomia - Ciência do solo (2015). Atualmente é professora adjunta do Centro de Ciências de Chapadinha da Universidade Federal do Maranhão. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Fitossanidade, atuando principalmente nas áreas de Fitopatologia (Nematoides fitoparasitas e Fungos Fitopatogênicos) e Microbiologia agrícola.

<https://lattes.cnpq.br/1097520704397136>

GERSON FREITAS VIEIRA NETO: Graduado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA) - Centro de Ciências de Chapadinha (CCCh), MBA executivo em irrigação e gestão de recursos hídricos na faculdade Iguazu (UNIMINAS). Tem experiência principalmente em manejo de solo e água, sistemas de irrigação e biologia do solo.

<http://lattes.cnpq.br/8631208994644754>

A

Agricultura sustentável 102

Amostragem 28, 29, 31, 32, 33

Análises 19, 20, 28, 29, 38, 53, 65, 67, 69, 74

Armazenamento 12, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 48, 86

B

Biofertilização 90

Biomassa vegetal 65, 66, 75

Bradyrhizobium 47, 48, 51, 52, 54, 55, 62, 63, 95, 98

Bragantinas 12

C

Comercialização 12, 13, 14, 15, 16, 17, 35, 92

Complexidade 38, 76, 78, 81, 87, 88, 89

E

Enfoque sistêmico 76, 77, 78, 79, 81, 87, 88

F

Fungicidas 47, 53, 55, 57, 62

G

Glycine max. L. 47, 48

I

Impactos 3, 6, 17, 34, 36, 40, 41, 94, 99

Infusão 18

Inoculação antecipada 47, 49, 59

Inseticidas 47, 49, 53, 55, 57, 63

L

Leguminosas 57, 62, 65, 66, 75

M

Machine learning 18, 26

Mandioca 12, 13, 14, 15, 16, 17, 90, 91, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

Maturação 2, 3, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 53

O

Osmoprotetor 47, 61

P

Porta-enxertos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 41, 44

Produção 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 27, 34, 35, 36, 38, 39, 41, 46, 49, 53, 54, 60, 62, 66, 75, 77, 79, 80, 82, 86, 87, 89, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100

Q

Qualidade 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 18, 19, 20, 25, 26, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 65, 66, 77, 90, 91, 96, 100

R

Rural 9, 14, 28, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 84, 87, 88, 89, 97, 101

S

Sica 76, 78, 81, 84, 85, 87

Simbiose agrícola 90

Solo 1, 3, 4, 6, 7, 12, 16, 17, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 39, 41, 52, 58, 63, 65, 66, 67, 68, 73, 74, 75, 90, 91, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 100, 101

V

Verdeponia 65, 66, 67

Vida útil 18, 19, 20, 26

O FUTURO DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

INOVAÇÕES E DESAFIOS



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

O FUTURO DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

INOVAÇÕES E DESAFIOS



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br